

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

XIV Jornadas sobre Producción Animal

Tomo I (2011)



www.aida-itea.org

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

41 JORNADAS DE ESTUDIO

XIV JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

17 y 18 de mayo de 2011

Zaragoza

TOMO I

COLABORAN:

Gobierno de Aragón

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Regional

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA)

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA)

Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título:

XIV Jornadas sobre Producción Animal

Edita:

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos:

Autores

Colección:

Congresos y Jornadas

Serie:

Producción Animal

Coordinadores:

Albina Sanz Pascua
Isabel Casasús Pueyo
Margalida Joy Torrens
Javier Álvarez Rodríguez
Jorge H. Calvo Costa
Begoña Panea Doblao
Pilar Muñoz Álvaro
Joaquin Balcells Teres

Secretaria administrativa:

Mercedes Ferruz Andrés

Foto portada:

Javier Álvarez Rodríguez

XIV Jornadas sobre Producción Animal Tomo I	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN Obra C. 978-84-615-0062-8 ISBN Tomo I: 978-84-615-0064-2 Depósito legal: Z-1554-2011 Imprime: INO Reproducciones, S.A.
---	--	--

**Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario**

**AIDA no se solidariza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a los autores**

COLABORADORES:



Fondo Europeo
Agrícola de
Desarrollo Rural



PATROCINADORES:

albéitar



PRÓLOGO

Estimados colegas,

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) organiza este año 2011 sus 41ª Jornadas de Estudio y XIV *Jornadas sobre Producción Animal*. Desde sus inicios en 1985, las *Jornadas sobre Producción Animal* han permitido conocer la situación de la investigación española en nuestro área de trabajo. Las primeras *Jornadas* se celebraron coincidiendo con nuestra adhesión a la Comunidad Económica Europea (CEE), que contaba con sistemas ganaderos más competitivos que los nuestros. Pasados 25 años, nuestra cabaña ganadera se ha modernizado, pero se enfrenta a la incertidumbre del clima, de los mercados, de la PAC...; y la investigación de entonces, escasa en medios humanos y materiales, aunque ha mejorado notablemente, adolece de problemas similares, olvidándonos de que investigar es esencial para salir de la crisis.

Se promueve en la actualidad la interacción entre entorno productivo, centros de investigación, parques científicos, universidades, etc., para conseguir investigar e innovar más y mejor, contribuyendo así al desarrollo económico y social. Pero es preciso realizar un mayor esfuerzo para mejorar la difícil comunicación que existe entre el sector agroalimentario y los diferentes estamentos de la ciencia animal, lo que permitiría acomodar la actividad agroalimentaria española a la difícil situación económica actual.

La investigación que se realizaba hace 25 años abrió el camino para llegar al conocimiento actual, en el que recientes disciplinas agrupadas bajo el sufijo “-ómicas” estudian nuevos aspectos de la biología. Este panorama cambiante de la ciencia animal en España ha quedado reflejado en las aportaciones realizadas a lo largo de las trece ediciones anteriores, y se analizará en la ponencia inaugural de este año. La implicación definitiva de la sanidad animal en las Jornadas sigue siendo la asignatura pendiente, dada la importancia de esta línea prioritaria tan relacionada con la salud humana.

A pesar de la coyuntura económica general nada favorable, se han presentado 262 comunicaciones en esta edición (además de las 19 comunicaciones del III Simposio sobre Microbiología Digestiva), lo que demuestra el esfuerzo realizado en nuestras líneas de investigación. Queremos agradecer la contribución de todos los participantes de las presentes *Jornadas*, así como de ediciones anteriores, responsables sin duda del éxito de las mismas. Agradecemos también la colaboración de cuantas personas e instituciones han hecho posible que estas XIV *Jornadas* se celebren, en especial a los coordinadores de sección, evaluadores, moderadores, Junta de AIDA y demás compañeros de fatigas y cafés.

Esperamos que estas *Jornadas* sigan siendo referente de intercambio de los avances en líneas de investigación enfocadas a resolver los problemas actuales de la Producción Animal, y que estos días en Zaragoza contribuyan a que en nuestro trabajo nunca demos nada por sentado (*Nullius in verba*).

ALBINA SANZ PASCUA
Secretaria de las XIV Jornadas sobre Producción Animal

XIV JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL, AIDA 2011

Martes, 17 de mayo de 2011

Mañana:

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos	Patología
Lugar	Sala 1	Salón de Actos	Aula C	Aula A	Aula D	Sala 2
8:30 - 9:00	ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN					
9:00 - 10:30	Vacuno leche (5c) Mod. A. Bernués	Alimentación vacuno (7c) Mod. M. Devant	Reproducción no rumiantes (4c) Mod. R. Morató	Genes candidatos (5c) Mod. B. Gutiérrez-Gil	Efecto dieta vacuno (6c) Mod. V. Alonso	
10:30 - 11:00	Café					
11:00 - 12:00	CONFERENCIA INAUGURAL "25 años de Jornadas sobre Producción Animal (AIDA)". Ponente: Ángel R. Mantecón (Salón de Actos)					
12:00 - 14:30	Monogástricos (8c) Mod. D. Villalba	Alimentación aves (8c) Mod. R. Cepero	Reproducción rumiantes (6c) Mod. I. Beltrán de Heredia	Parámetros genéticos (7c) Mod. A. Blasco	Efecto dieta porcino (4c) Calidad leche y queso (5c) Mod. E. Muela	
14:30 - 15:30	Comida					

Martes, 17 de mayo de 2011

Tarde:

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos	Patología
Lugar	Sala 1	Salón de Actos	Aula C	Aula A	Aula D	Sala 2
15:30 - 16:30	Vacuno carne I (4c) Mod. M.P. Lavín	Pósters (12p)	Gametos, fecundación y embriones (4c) Mod. E. Mocé	Pósters (10p)	Metodología (4c) Mod. P. Monge	
16:30 - 17:00	<i>Pausa</i>					
17:00 - 19:00	Vacuno carne II (6c) Mod. R. Revilla	Alimentación pequeños ruminantes (8c) Mod. R. Bodas	Gametos, fecundación y embriones (6c) Mod. E. Mocé	Discusión pósters Mod. N. Ibáñez-Escriche Diversidad genética I (5c) Mod. M. Arnills	Efecto dieta ovino-caprino (7c) Mod. A. Guerrero	
19:00	<i>Vino de AIDA</i>					

Miércoles, 18 de mayo de 2011

Mañana:

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos	Patología
Lugar	Sala 1	Salón de Actos	Aula C	Aula A	Aula D	Sala 2
9:00 - 10:30	Bienestar animal (6c) Mod. G.M. Levrino	Alimentación lechones (6c) Mod. G.G. Mateos		Presentación del catálogo de razas españolas de gallinas del INIA (J.L. Campo) Diversidad genética II (5c) Mod. A. Fernández	Efecto manejo vacuno (7c) Mod. M. Barahona	
10:30 - 11:00	Café					
11:00 - 12:00	Café					
12:00 - 14:30	Caprino (3c) Mod. A. Olaizola Ovino (6c) Mod. M. Blanco	Alimentación porcino (11c) Mod. M.A. Latorre	Semen no rumiantes (7c) Mod. A. Casao	Selección (6c) Mod. J.P. Gutiérrez Asociación genómica y genética funcional (3c) Mod. L. Varona	Efecto manejo porcino, ovino y caprino (10c) Mod. A. Horcada	Enfermedades parasitarias (9c) Mod. J. Uriarte
14:30 - 15:30	Comida					

Miércoles, 18 de mayo de 2011

Tarde:

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos	Patología
Lugar	Sala 1	Salón de Actos	Aula C	Aula A	Aula D	Sala 2
15:30 - 16:30	Peces (2c) Mod. C. Calvete	Valoración nutritiva I (4c) Mod. E. Albanell	Semen rumiantes (4c) Mod. F. López-Gaitus	Asociación genómica y genética funcional (3c) Mod. L. Varona	Otros productos (4c) Mod. O. Estrada	Enfermedades víricas (3c) Mod. D. de Andrés
16:30 - 17:00	Pausa					
17:00 - 19:00		Valoración nutritiva II (8c) Mod. D.R. Yáñez-Ruiz	Semen rumiantes (5c) Mod. F. López-Gaitus		Factores no productivos (8c) Mod. V. Resconi	Enfermedades bacterianas y otras patológicas (6c) Mod. C. Marin
19:00	Asamblea de AIDA					

Jueves, 19 de mayo de 2011

III SIMPOSIO SOBRE MICROBIOLOGÍA DIGESTIVA

<i>Lugar</i>	<i>Sala A</i>
8:30 - 9:00	ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN
9:00 - 10:30	CONFERENCIA INAUGURAL "Ecología gastrointestinal del cerdo: salud y productividad". Ponente: Nuria Canibe
10:30 - 11:00	Café
11:00 - 12:30	Microbiología digestiva: ruminantes I Moderador: M ^º José Ranilla
12:30 - 13:30	Microbiología digestiva: ruminantes II Moderador: Manuel Fondevila
13:30 - 14:30	Comida
14:30 - 16:00	Microbiología digestiva: otras especies I Moderador: Leticia Abecia
16:30 - 17:15	Microbiología digestiva: otras especies II Moderador: Álvaro Balaguer
17:15 - 18:30	Mesa Redonda

Acceso al IAMZ y al Campus de Aula Dei desde:

LOGROÑO

- Desde la A-68 tomar la A-2 dirección Lérida (Lleida)-Barcelona
- En la A-2 tomar la Salida 326 y al llegar a la bifurcación tomar la A-123 Montañana

MADRID

- Tomar la A-2 dirección Barcelona
- En la A-2 tomar la Salida 326 y al llegar a la bifurcación tomar la A-123 Montañana

VALENCIA

- En la A-23 tomar la Salida 276 A2 dirección Barcelona
- Seguir por la Z-40 hasta llegar a la Salida 15 Movera-Santa Isabel
- En Santa Isabel tomar la A-123 Montañana

CASTELLÓN

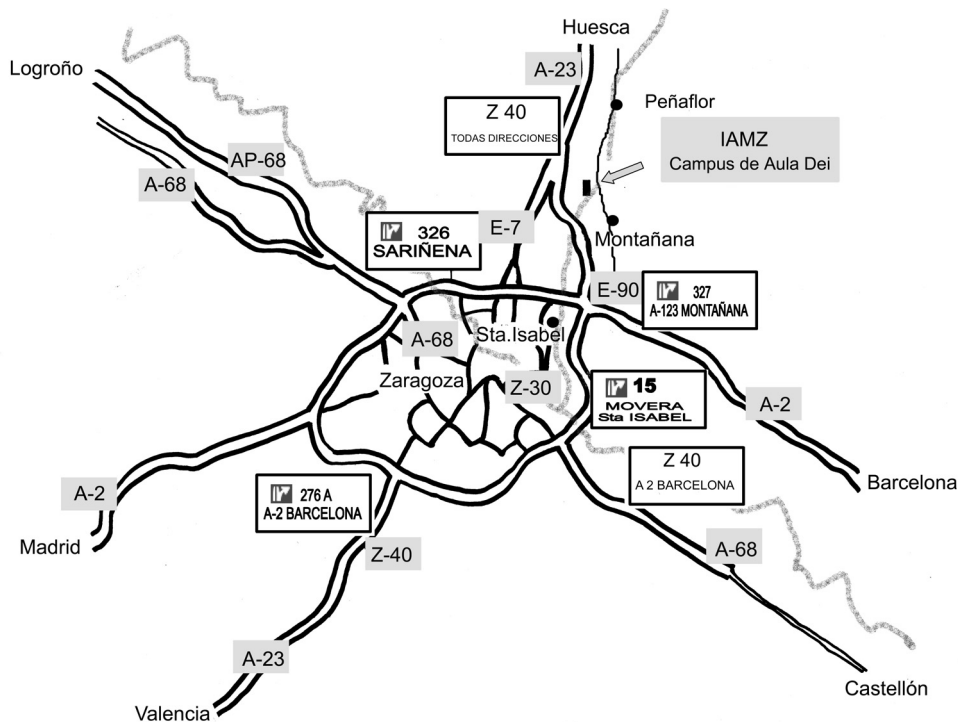
- En la A-68 tomar la dirección A-2 dirección Barcelona
- Seguir por la Z-40 hasta llegar a la Salida 15 Movera-Santa Isabel
- En Santa Isabel tomar la A-123 Montañana

BARCELONA

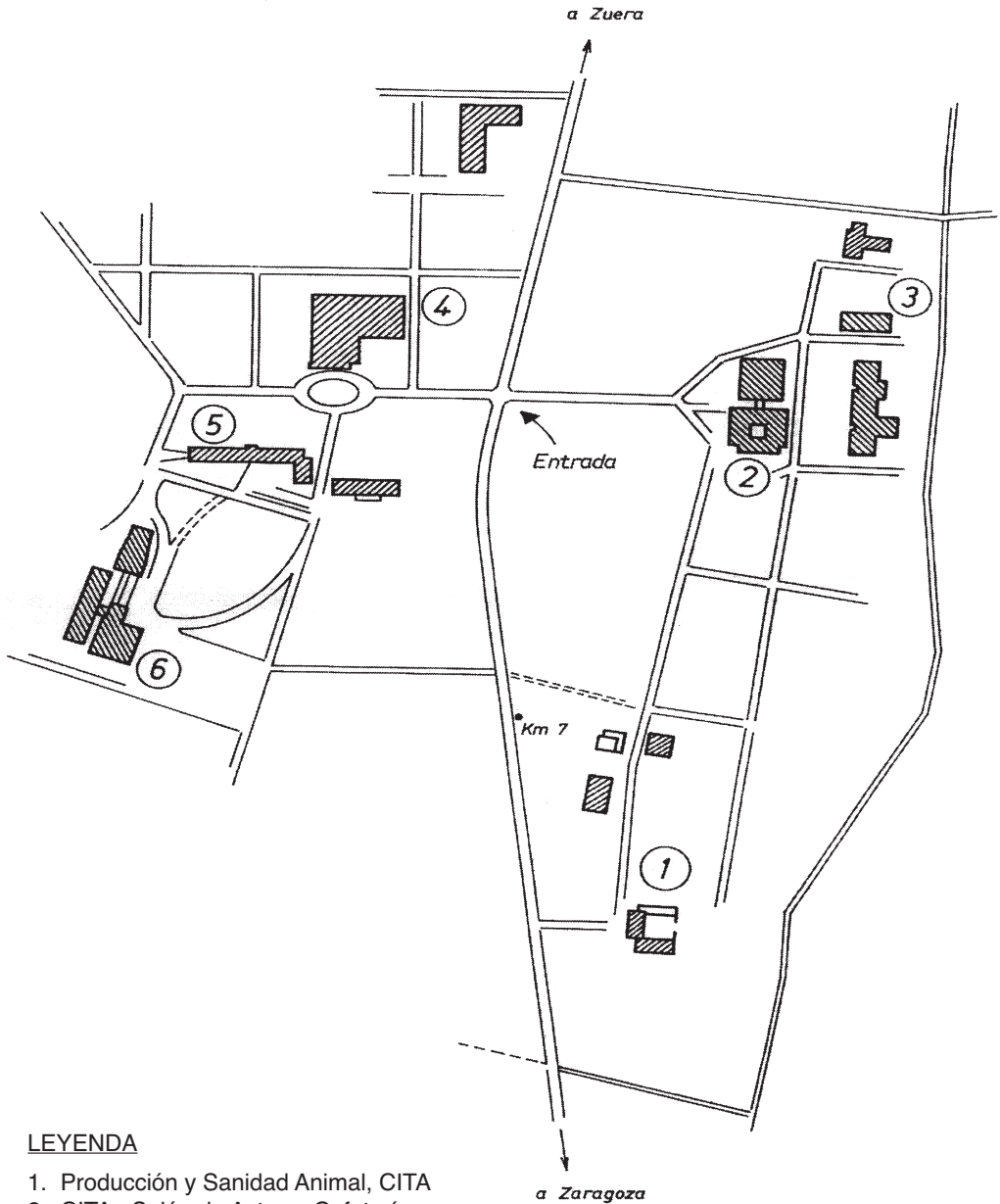
- En la A-2 tomar la Salida 327 y seguir la indicación de la A-123 Montañana

HUESCA

- Desde la A-23 seguir dirección Z-40 todas direcciones.
- Al llegar al túnel tomar la Salida 15 Movera-Santa Isabel
- En Santa Isabel tomar la A-123 Montañana



CAMPUS de AULA DEI



LEYENDA

1. Producción y Sanidad Animal, CITA
2. CITA - Salón de Actos y Cafetería.
3. Biblioteca CITA
4. EEAD - Salón de Actos y Cafetería.
5. Comedor.
6. I.A.M.Z. - Salón de Actos, Otras Salas.

ÍNDICE

TOMO I

PONENCIA INAUGURAL

- “25 años de Jornadas sobre Producción Animal (AIDA)”**. Ponente: Ángel R. Mantecón, Vicepresidente de AIDA (Coautores: Martínez, Y., Lavín, P., Revilla, R.) 3

SISTEMAS GANADEROS-ECONOMÍA Y GESTIÓN GENÉTICA

Sistemas: Vacuno de leche

- EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL AGUA ELECTROLIZADA EN CIRCUITOS DE ORDENO DE EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO. Bartolomé, D., Posado, R., Rodríguez, L., Bueno, F., Olmedo, S., García, J.J., Martín-Diana, A.B. 13
- EFECTO HIGIENIZANTE DEL AGUA ELECTROLIZADA SOBRE EL AGUA DE BEBIDA Y LA CALIDAD HIGIENICO SANITARIA DE LA LECHE. Bartolomé, D., Posado, R., Rodríguez, L., Bueno, F., Olmedo, S., García, J.J., Martín-Diana, A.B. 16
- EFECTO DEL USO DE AGUA ELECTROLIZADA COMO AGUA DE BEBIDA SOBRE EL PH Y GASES SANGUÍNEOS DE VACAS LECHERAS. Bartolomé, D., Posado, R., Olmedo, S., García, J.J., Martín-Diana, A.B. 19
- CONCENTRACIÓN DE LA ENTREGA Y DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CONTEXTO DE UNA CADENA PRODUCTIVA DE LECHE DE BRASIL - UN ESTUDIO PROSPECTIVO. Valandro-Soares, J.C., Dias, E.M., Cunha, J.P., Silveira, V.C.P. 22
- PROPUESTA, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA IDENTIFICACION DEL ESPÍRITU EMPREDOR EN LOS PRODUCTORES RURALES - UN ESTUDIO METODOLÓGICO. Valandro-Soares, J.C., Silva, A.C.de P., Peixoto-Junior, W.A., Silveira, V.C.P. 25

Sistemas: Monogástricos

- EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN Y DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LOS ÍNDICES DE GESTIÓN TÉCNICA CON bdcuni. RESULTADOS PRELIMINARES. Serrano, P., Pascual, M., Gómez, E.A. 28
- PREDICCIÓN DEL PESO VIVO DE CERDAS LANDRACE X LARGE WHITE: EFECTO DEL NÚMERO DE PARTO Y DEL ESTADO FISIOLÓGICO. Agostini, P.S., Sola-Oriol, D., Muns, R., Manzanilla, E.G., Gasa, J. 31
- MODELIZACIÓN DE LA PROLIFICIDAD A LO LARGO DE LA VIDA PRODUCTIVA DE LA CERDA EN GRANJAS DE PRODUCCIÓN ESPAÑOLAS Y DANESAS. Babot, D., Cortés, A., Peña y Lillo, P., Fernández, J., Kristensen, A., Plà, L.M. 34
- CURVAS DE CRECIMIENTO DE DOS ECOTIPOS (SANTIAGUESA VS. CARBALLINA) DE LA RAZA “CERDO CELTA”. Franco, D., García, A., Fernández, M., Carril, J.A., Lorenzo, J.M. 37
- CARACTERIZACIÓN DE CHUPETES COMERCIALES PARA PORCINO DE ENGORDE EN EL LABORATORIO. Hermida, B., Álvarez-Rodríguez, J., Parera, J., Borrás, M., Babot, D. 40

- FACTORES DE EXPLOTACIÓN QUE AFECTAN A LA COMPOSICIÓN DE PURÍN EN CERDOS DE ENGORDE. Álvarez-Rodríguez, J., Hermida, B., Teira, M.R., Boixadera, J., Virgili, J.M., Babot, D.	43
- OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURIN DE CERDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS COMO CO-SUSTRATOS Y HECES DE VACUNO COMO CO-INÓCULO. Morazán, H., Seradj, A.R., Hermida, B., Álvarez-Rodríguez, J., Babot, D., Balcells, J.	46
- EFECTO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO Y DE LA ESTACIÓN DE PARTO SOBRE LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS DE CERDAS PRIMÍPARAS DE RAZA IBÉRICA. Blanco, A., Daza, A.	49
Sistemas: Vacuno de carne I	
- CONTRIBUCIÓN PARA EL ESTUDIO DEL PESO DE LA CANAL DE GANADO DE LA RAZA BARROSA. Alves, R.I.M., Cerqueira, J.O.L., Leite, J.V., Dantas, R., Costa, J.P., Araújo, J.P.	52
- CARACTERIZACIÓN DE CANALES DE TERNERA Y TERNERA BLANCA DE LA RAZA MINHOTA. Dores, J.L., Vaz, P.S., Cerqueira, J.O.L., Cantalapiedra, J., Araújo, J.P.	55
- CARACTERIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y LAS CANALES CATEGORÍA “TERNERA BLANCA” DE TERNEROS DE RAZA PARDA DE MONTAÑA. Blanco, M., Albertí, P., Ripoll, G., Casasús, I.	58
- INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE LOS RENDIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA PARDA DE MONTAÑA CEBADOS EN PASTOREO. Casasús, I., Albertí, P., Joy, M., Ripoll, G., Blanco, M.	61
Sistemas: Vacuno de carne II	
- LA RASTREABILIDAD BOVINA BRASILEÑA Y EXPORTACIONES DE CARNE A LA UNIÓN EUROPEA. Silveira-Nicoloso, C., Silveira, V.C.P.	64
- CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DE CARNE EN EL VALLE DEL NANSÁ (CANTABRIA). Lavín, P., Jaroso, R., Palencia, P., Mantecón, A.R.	67
- PUESTA A PUNTO DE LA TÉCNICA FOTOGRAFÍCA PARA LA VALORACIÓN MORFOLÓGICA EN ANIMALES DOMESTICOS. Lomillos, J.M., Sanz, E., Alonso, M.E., Bartolomé, D.J., Posado, R., García, J.J., Gaudioso, V.	70
- CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VACUNO DE CARNE LIGADOS AL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PASTABLES EN EL PARQUE NATURAL DE GORBEIA. Mandaluniz, N., Amenabar, M.E., Ruiz, R.	73
- PERSPECTIVAS DE LA CARNE DE CALIDAD DIFERENCIADA DE VACUNO “SERRANA DE TERUEL”: 1. ESTRATEGIAS Y CONDICIONANTES. Olaizola, A., Bernués, A., Blasco, I., Sanz, A.	76
- PERSPECTIVAS DE LA CARNE DE CALIDAD DIFERENCIADA DE VACUNO “SERRANA DE TERUEL”: 2. DIVERGENCIAS ENTRE OPERADORES. Bernués, A., Olaizola, A., Blasco, I., Sanz, A.	79
Sistemas: Bienestar animal	
- CONCENTRACIÓN DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS Y MATERIAL PARTICULADO EN EL AIRE DE GRANJAS DE BROILERS. Adell, E., Moset, V., Zhao, Y., Cerisuelo, A., Cambra-López, M.	82

- BIENESTAR EN PATOS COMERCIALES: LA PROVISION DE AGUA DE BAÑO. Liste, G., Kirkden, R. D., Broom, D. M.	85
- COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS EN LA SALA DE ORDEÑO DE EXPLOTACIONES EN EL NORTE DE PORTUGAL. Cerqueira, J.O.L., Araújo, J.P., Cunha, J.P.S., Vaz, P.S., Cantalapiedra.,J., Sorensen, J.T., Niza-Ribeiro, J.	88
- EFECTO DEL USO DE PAJA SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL, LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE LA CARNE EN CORDEROS TIPO TERNASCO. Teixeira, D.L., Miranda de la Lama, G.C., Escós, J., García, S., Olleta, J.L., Villarroel, M., María, G.A.	91
- EFECTO DEL USO DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS A LA PAJA COMO CAMA EN EL BIENESTAR Y CALIDAD DE LA CARNE EN CORDEROS TIPO TERNASCO. Teixeira, D.L., Miranda de la Lama, G.C., Alierta, S., María, G.A.	94
- EFECTO DEL USO DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS COMO CAMA SOBRE EL COMPORTAMIENTO SOCIAL EN CORDEROS TIPO TERNASCO. Teixeira, D.L., Miranda de la Lama, G.C., Escos, J., Alierta, S., María, G.A.	97

Sistemas: Caprino

- DISTRIBUCIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN EN EXPLOTACIONES DE CAPRINO LECHERO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. Ibáñez, C., Martínez, B., Peris, C., Gómez, E.A.	100
- EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS CAPRINOS DE ZONAS DESFAVORECIDAS DE EXTREMADURA. Escribano, A.J., Pulido, A.F., Gaspar, P., Mesías, F.J., Escribano, M.	103
- RESPUESTAS PRODUCTIVAS Y FISIOLÓGICAS AL ESTRÉS TÉRMICO DE CABRAS MURCIANO-GRANADINAS A FINAL DE LACTACIÓN. Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Caja, G., Albanell, E., Such, X., Flores, C.	106

Sistemas: Ovino

- CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO OVINO DE RAZA ALCARREÑA. I.- DATOS SOCIALES Y ESTRUCTURALES. García, L., Palacios, C., Alvarez, S., Colmenar, L.	109
- CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO OVINO DE RAZA ALCARREÑA. II.- PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN. García, L., Palacios, C., Alvarez, S., Colmenar, L.	112
- CARACTERIZACIÓN CENSAL DEL SECTOR OVINO DE APTITUD CÁRNICA EN LA COMARCA GANADERA “LOS PEDROCHES II” (CÓRDOBA). EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES. Villegas, J.R., Arrebola, F.A.	115
- FACTORES QUE AFECTAN A LA VARIABILIDAD DE PESO Y DE CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO Y AL DESTETE DE OVEJAS DE RAZA OJINEGRA EN CONDICIONES PRODUCTIVAS. Ripoll-Bosch, R., Villalba, D., Blasco, I., Casasús, I., Congost, S., Falo, F., Revilla, R., Joy, M.	118
- EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA CARNE DE CORDE-RO EN ESPAÑA A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA: UNA COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS PRODUCTIVOS. Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A., Vellinga, T.	121
- VALORACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA AL CONTROL LECHERO DE OVINO. Ait-Saidi, A., Caja, G., Milán, M.J., Salama, A.A.K.	124

Sistemas: Peces

- SUPERVIVENCIA EN CAUTIVIDAD DE DISTINTOS LOTES DE REPRODUCTORES DE TRUCHA COMÚN AUTOCTONA ARAGONESA. Mitjana, O., Clavero, J.L., Alabart, J.L., Blasco, J.M., Josa, A., Espinosa, E. 127
- CAPACIDAD DE BUSQUEDA DE ALIMENTO EN CANALES SEMINATURALES DE JUVENILES DE TRUCHA COMÚN AUTÓCTONA DE ORIGEN MEDITERRÁNEO Y DE STOCKS ALOCTONOS CRIADOS EN CAUTIVIDAD. Mitjana, O., Clavero, J.L., Alabart, J.L., Blasco, J.M., Josa, A., Espinosa, E. 130

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Nutrición y alimentación: Alimentación de vacuno

- PREFERENCIAS ORO-SENSORIALES ENTRE INGREDIENTES PROTEICOS Y ENTRE MEZCLAS DE INGREDIENTES ENERGETICOS Y PROTEICOS EN TERNERAS DESTETADAS. Montoro, C., Ipharraguerre, I., Bach, A. 135
- EFECTO DEL MÉTODO DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS SIMMENTAL AL INICIO DEL CEBO. Iraira, S.P., Rodríguez-Prado, M., Ruíz de la Torre, J.L., Manteca, X., Calsamiglia, S., Ferret, A. 138
- EFECTO DE DIFERENTES FUENTES FORRAJERAS EN LA DIETA DE LOS TERNEROS LACTANTES EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y SU CONDUCTA ALIMENTARIA. Castells, Ll., Bach, A., Terré, M. 141
- ESTUDIO DEL EFECTO DE LA INCLUSION EN EL PIENSO DE UNA MEZCLA DE SUSTANCIAS FLAVONOIDES (BIOFLAVEX®) SOBRE LA FERMENTACION RUMINAL E INDICES PRODUCTIVOS EN TERNERAS FLECKVIEH EN CEBO. Balcells, J., Arís, A., Devant, M., Crespo, J., Seradj, A.R. 144
- EFECTO DE LA SUBALIMENTACION NITROGENADA Y EL TIPO DE ENERGIA SOBRE LOS NIVELES DE CIERTOS MICROORGANISMOS RUMINALES EN VACAS LECHERAS. Belanche, A., Moorby, J.M., Doreau, M., Newbold, C.J. 147
- EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN EL VACUNO LECHERO. Rodríguez-Prado, M.E., Calsamiglia, S., Ferret, A. 150
- INFLUENCIA DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN EN LA CEBA DE TERNEROS: PIENSO Y PAJA VS. MEZCLA COMPLETA HÚMEDA. Gómez, A., Gómez, J., Santos, R., Díaz, E., Maroto, F., Serradilla, J.M. 153

Nutrición y alimentación: Alimentación de aves

- ANÁLISIS DIFERENCIAL DEL CRECIMIENTO DEL POLLITO DE *COTURNIX C. COTURNIX* SEGÚN EL TIPO DE ALIMENTACIÓN. Caballero de la Calle, J.R., Morales-Rodríguez, P.A., Caballero, J.V. 156
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE INVERTEBRADOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE POLLOS DE PERDIZ ROJA. Lachica, M., Vélchez-Vivanco, J.A., Fernández-Fígares, I. 159
- EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE TRIGO Y SUPLEMENTACIÓN CON XILANASAS DEL PIENSO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA INTESTINAL, LA RETENCIÓN DE LOS NUTRIENTES Y LA PRODUCTIVIDAD EN GALLINAS DE 25 A 33 SEMANAS DE EDAD. Mirzaie, S., Zaghari, M., Aminzadeh, S., Serrano, M.P., Hivazad, M., Mateos, G.G. 162

- EFECTO DEL CEREAL PRINCIPAL Y EL TIPO DE GRASA EN LA DIETA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS RUBIAS EN EL PERIODO PRODUCTIVO DE 22-54 SEMANAS DE VIDA. Pérez-Bonilla, A., Frikha, M., Jabour, C., Mirzaie, S., Irandoust, H., García, J., Mateos, G.G.	165
- RELACIÓN ÓPTIMA DE METIONINA+CISTINA/LISINA DIGESTIBLES EN GALLINAS ISA BROWN DE 34 A 42 SEMANAS DE EDAD. Nicodemus, N., Callejo, A., Calle, A., Gutiérrez del Alamo, A., Villamide, M.J., Pérez de Ayala, P., Buxadé, C. . .	168
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UN HIDROLIZADO DE MUCOSA DIGESTIVA PORCINA (PALBIO 50 RD®) EN PIENSOS DE BROILERS CON NIVELES DIFERENTES DE LISINA. Mohiti-Asli, M., Frikha, M., Jabour, C., Borda, E., Cámara, L., Mateos, G.G.	171
- EFECTO DE LA DL-METIONINA Y LA HIDROXI-ANÁLOGA DE LA DL-METIONINA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN POLLOS DE ENGORDE. Jiménez-Moreno, E., Frikha, M., Lázaro, R.P., Dapoza, C., Mateos, G.G.	174
- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ENERGÍA METABOLIZABLE DE DISTINTAS FUENTES DE LÍPIDOS PROCEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL ACEITE DE SOJA. Irandoust, H., Samie, A.H., Rahmani, H.R., Pourreza, J., Kadivar, M., Edriss, M.A., García-Rebollar, P., Mateos, G.G.	177

Nutrición y alimentación: Pósters

- VARIACIONES INTERANUALES Y MENSUALES EN LAS GANANCIAS DE PESO DE TERNEROS EN DOS CEBADEROS DEL SUR DE ESPAÑA. Gómez, A., Gómez, J., Santos, R., Díaz, E., Maroto, F., Serradilla, J.M.	180
- USO DEL POLIETILENGLICOL (PEG-6000) COMO INDICADOR DE LA INGESTIÓN EN GANADO VACUNO: PUESTA A PUNTO DEL MÉTODO EN ESTABULACIÓN. Casasús, I., Albanell, E.	183
- EFECTO DEL NIVEL DE LA PROTEÍNA BRUTA DEL PIENSO Y DEL PESO INICIAL DE LAS POLLITAS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS PONEDORAS RUBIAS. Jabbour, C., Perez-Bonilla, A., Frikha, M., Mirzaie, S., Berrocoso, J., García, J., Mateos, G.G.	186
- EFECTO DE LA INCUSION DE HIDROLIZADO DE MUCOSA DIGESTIVA PORCINA (PALBIO 50 RD®) Y DEL NIVEL DE LISINA DEL PIENSO SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE 1 A 21 DIAS DE EDAD. Frikha, M., Mirzaie, S., Irandoust, H., Mohiti-Asli, M., Chetrit, C., Mateos, G.G.	189
- CATETERIZACIÓN DE LA VENA PORTA Y ARTERIA CARÓTIDA PARA ESTUDIOS DE METABOLISMO DE NUTRIENTES EN CERDOS IBÉRICO Y LANDRACE. Rodríguez-López, J.M., Lachica, M., González-Valero, L., Fernández-Figares, I. . . .	192
- EFECTO DEL PORCENTAJE DE INCLUSIÓN DE LISINA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN CERDOS DE CEBO. Cámara, L., Serrano, M.P., Berrocoso, J., Alcázar, E., Sánchez, J.L., Mateos, G.G.	195
- EMPLEO DE DDGS DE TRIGO EN DIETAS PARA CERDOS DE CEBO. VALORACIÓN ZOOTÉCNICA Y DE LA CANAL SEGÚN PORCENTAJE DE INCLUSIÓN. Gómez-Fernández, J., de Mercado, E., Tomás, C., Olmedo de la Cruz, S., Gómez-Izquierdo, E.	198
- UTILIZACIÓN DE BOLSAS ANKOM® EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA <i>IN VITRO</i> EN CONEJOS. Abad, R., García, J., Ibáñez, M., Rodríguez, J.D., Menoyo, D., Carabaño, R.	201

- EFECTOS DEL TRATAMIENTO CON ÁCIDO FOSFÓRICO Y CALOR SOBRE EL APROVECHAMIENTO RUMINAL E INTESTINAL DEL GUISANTE DE PRIMAVERA. Díaz-Royón, F., González, J., Alvir, M.R., Arroyo, J.M. 204
- EFECTOS DEL ACEITE DE AJO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE DIETAS CON DIFERENTE PROPORCIÓN DE CONCENTRADO. Mateos, I., Ranilla, M.J., Saro, C., Carro, M.D. 207
- ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE ADITIVOS ORGANOSULFURADOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE DIETAS DE DISTINTA DEGRADABILIDAD EMPLEANDO LIQUIDO RUMINAL DE CAPRINO. Martínez, G., Abecia, L., Martín-García, A.I., Soto, E.C., Molina-Alcaide, E., García-Pareja, M.P., Ranilla, M.J., Yáñez-Ruiz, D.R. 210
- EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CONCENTRADO POR BLOQUES MULTINUTRIENTES QUE INCLUYEN DESTRIOS DE INVERNADEROS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES EN CAPRINO. Romero-Huelva, M., Martín-García, A. I., Nogales, R., Molina-Alcaide, E. 213

Nutrición y alimentación: Alimentación de pequeños rumiantes

- COMPARACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA EN CABRAS LECHERAS MEDIANTE META-ANÁLISIS. Caja, G., Roca, X., Salama, A.K.K. 216
- EFECTO DE LA DOSIS DE CLORURO DE LITIO EN LA AVERSIÓN CONDICIONADA A HOJAS DE OLIVO EN CAPRINO. Manuelian, C.L., Albanell, E., Salama, A.A.K., Caja, G. 219
- INCLUSIÓN DE QUITOSANO EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS AL INICIO DE LA LACTACIÓN. García-Rodríguez, A., Mandalúniz, N., Arranz, J., Goiri, I. 222
- SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE GIRASOL Y TANINOS: 1. EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL, EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LOS ANIMALES Y LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE. Toral, P.G., Hervás, G., Bichi, E., Belenguer, A., Frutos, P. 225
- SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE GIRASOL Y TANINOS: 2. EFECTO SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO DE LA LECHE. Toral, P.G., Hervás, G., Bichi, E., Belenguer, A., Frutos, P. 228
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE GIRASOL EN LA RACIÓN Y DE LA FRECUENCIA DE ORDEÑO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA EN OVEJAS DE RAZA ASSAF. Prieto, N., López, D., Bodas, R., López, S., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. 231
- ESTUDIO PRELIMINAR PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO EN OVEJAS DE RAZA MANCHEGA Y GUIRRA. López, M.C., Fernández, C. 234
- EL ÁCIDO CARNÓSIDO INCLUIDO EN LA DIETA DE CORDEROS DE CEBO MODIFICA PARÁMETROS SANGUÍNEOS Y DE LA RESPUESTA INMUNE. Morán, L., Andrés, S., Bodas, R., Prieto, N., Pérez, V., Giráldez, F.J. 237

Nutrición y alimentación: Alimentación de lechones

- PREFERENCIAS POR AROMAS PREVIAMENTE CONDICIONADAS POR LOS EFECTOS HEDÓNICOS Y/O POST-INGESTIVOS DE FUENTES PROTEICAS EN LECHONES AL DESTETE. Figueroa, J., Solà-Oriol, D., Vinokurovas, S.L., Pérez, J.F. 240
- PREFERENCIAS POR AJO PREVIAMENTE CONDICIONADAS AUMENTAN EL PODER HEDONICO DE FUENTES PROTEICAS EN LECHONES AL DESTETE. Figueroa, J., Solà-Oriol, D., Vinokurovas, S.L., Pérez, J.F. 243

- EVALUACIÓN DE LA PALATABILIDAD DEL ÓXIDO Y SULFATO DE ZINC EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS LECHONES. Davin, R., Manzanilla, E.G., Figueroa, J., Solà-Oriol, D., Pérez, J.F. 246
- INFLUENCIA DEL NIVEL ENERGÉTICO Y LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO (*BACILLUS LICHENIFORMIS* Y *BACILLUS SUBTILIS* EN RELACIÓN 1:1) SOBRE EL RENDIMIENTO DE LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE. Gómez-Fernández, J., de Mercado, E., Tomás, C., Gómez-Izquierdo, E. 249
- INFLUENCIA DE LA MICRONIZACIÓN Y EL ORIGEN DE LA HARINA DE SOJA EN LOS REDIMIENTOS PRODUCTIVOS EN LECHONES DESTETADOS. Berrocoso, J.D., Montesión, E.A., Cámara, L., Serrano, M.P., Lázaro, R.P., Mateos, G.G. 252
- EFECTO DE UN APORTE REDUCIDO DE VITAMINA E NATURAL EN EL AGUA DE BEBIDA SOBRE LA ACUMULACIÓN DE α -TOCOFEROL EN LOS TEJIDOS DE LECHONES TRAS EL DESTETE. Amazan, D., Rey, A.I., López, R., Coscojuela, P., López-Bote, C.J. 255

Nutrición y alimentación: Alimentación de porcino

- INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ALOJAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DURANTE LA GESTACIÓN SOBRE EL ESPESOR DE GRASA DORSAL, CONDICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE CERDAS PRIMERIZAS. Muns, R., Agostini, P.S., Forcadell, M., Gasa, J. 258
- EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN LÍQUIDA Y LA DILUCIÓN EMPLEADA SOBRE EL PESO VIVO Y ESPESOR GRASO DE CERDAS REPRODUCTORAS. Viguera, J., Aragonés, I., Flamarique, Arzoz, A., Alfonso, L. 261
- EFECTO DEL NIVEL AMINOACÍDICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS DE CERDAS PRIMERIZAS VS. MULTÍPARAS. Sánchez, M., Viguera, J., Peinado, J., Coll, C. 264
- COMPARACIÓN DE LA VITAMINA E NATURAL CON LA SINTÉTICA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDAS LACTANTES Y LECHONES EN FASE POST-DESTETE EN BASE A RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS. Manso, A., Cordero, G., Amazán, D., Rey, A., Piñeiro, C. 267
- UTILIZACIÓN DE ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO EN PIENSOS DE ACABADO DE PORCINO QUE INCORPORAN UN NIVEL ALTO DE DE ÁCIDO LINOLEICO. Cordero, G., Isabel, B., Morales, J, López-Bote, C.J. 270
- INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA SOBRE EL PERFIL DE ACIDOS GRASOS Y LA EXPRESIÓN DE ENZIMAS LIPOGÉNICAS EN TEJIDOS DE CERDOS IBERICOS. Benítez, R., Núñez, Y., Fernández, A., Martín-Palomino, P., Rodríguez, J., Fernández, A.I., Rodríguez, C., López-Bote, C., Silió, L., Óvilo, C. 273
- UTILIZACIÓN DEL ALPERUJO DE ACEITUNA Y LA PELADURA DE TOMATE EN LA ALIMENTACIÓN DEL CERDO IBÉRICO. Hernández-Matamoros, A., Paniagua-Breña, M., Izquierdo-Cebrián, M., Tejada-Sereno, J.F., González-Sánchez, E. 276
- EFECTO DE LA DENSIDAD EN CEBO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, LA COMPOSICIÓN DE LA CARNE Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CERDOS SACRIFICADOS CON 110 KG DE PESO. Morales, J.I., Serrano, M.P., Cámara, L., Berrocoso, J.D., López-Bote, C.J., Lorient, C., López, J.P., Mateos, G.G. . . . 279
- RESPUESTA PRODUCTIVA A LA ADICIÓN DE DISTINTOS ADITIVOS ZOOTÉCNICOS (PREBIÓTICOS, ÁCIDOS ORGÁNICOS Y EXTRACTOS VEGETALES) EN DIETAS PARA CERDOS GRASOS. De Mercado, E., Tomás, C., Gómez-Izquierdo, E., Gómez-Fernández, J. 282

- EFECTO DEL NIVEL DE LISINA DE LA DIETA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDOS IBÉRICOS EN PERIODO DE POST-DESTETE. Barea, R., Lara, L., Aguilera, J.F., Nieto, R. 285
- EFECTO DE LA ADICIÓN DE ARGININA Y LEUCINA EN DIETAS DE ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA SOBRE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE CANAL EN CERDOS . Tous, N., Lizardo, R., Vilà, B., Gispert, M., Font, M., Esteve-García, E. 288

Nutrición y alimentación: Valoración nutritiva I

- DETERMINACIÓN DE LA FIBRA SOLUBLE EN DETERGENTE NEUTRO: MODIFICACIONES DEL MÉTODO ORIGINAL. Martínez-Vallespín, B., Navarrete, C., Martínez-Paredes, E., Ródenas, L., Cervera, C., Blas, E. 291
- CUANTIFICACIÓN DE LA FIBRA SOLUBLE MEDIANTE DE DISTINTAS METODOLOGÍAS GRAVIMÉTRICAS. Abad, R., Carabaño, R., Delgado, R., Menoyo, D., García, J. 294
- INFLUENCIA DEL ORIGEN DEL HABA SOBRE EL VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE SOJA. Mateos, G.G., Sueiro, S., González, M., García-Rebollar, P., Serrano, M.P., Hermida, M., Lázaro, R. 297
- CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE DATOS DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTOS. Maroto, F., Gómez, A., Guerrero, J.E., Garrido, A., Pérez, D.C. 300

Nutrición y alimentación: Valoración nutritiva II

- ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE ACEITES ESENCIALES SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE DIETAS DE DISTINTA DEGRADABILIDAD EMPLEANDO LIQUIDO RUMINAL DE CAPRINO. Martínez, G., Abecia, L., Martín-García, A.I., Ramos-Morales, E., Molina-Alcaide, E., Duval, S., Ranilla, M.J., Yáñez-Ruiz, D.R. . . . 303
- ESTUDIO DE LA CAPACIDAD ESTABILIZADORA DE UNA MEZCLA COMERCIAL DE SUSTANCIAS FLAVONOIDES (BIOFLAVEX ®) SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN SITUACIONES DE ACIDOSIS INDUCIDA. Balcells, J., Arís, A., Devant, M., Crespo, J., Seradj, A.R. 306
- EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN HIDROLIZADO DE LEVADURA SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE TRES FORRAJES TROPICALES. Díaz, A., Carro, M.D., Saro, C., Mateos, I., Tejido, M.L., Ranilla, M.J. 309
- ESTUDIO DEL EFECTO DE UNA COMBINACIÓN DE CINAMALDEHÍDO Y ACEITE DE AJO (NEXT ENHANCE 300) SOBRE EL PERFIL DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE METANO. Blanch, M., Cardozo, P.W., Carro, M.D., Ranilla, M.J. . . . 312
- ESTUDIO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS DE GAS METANO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL UTILIZANDO DOS ESTÁNDARES DIFERENTES. Mateos, I., Ranilla, M.J., Saro, C., Carro, M.D. 315
- PROGRAMACIÓN DEL ECOSISTEMA MICROBIANO DEL RUMEN A TRAVÉS DE INTERVENCIONES DIRECTAS SOBRE ANIMALES PRE-RUMIANTES Y SUS MADRES. Abecia, L., Martín-García, A.I., Martínez, G., Ramos-Morales, E., Molina-Alcaide, E., Newbold, C.J., Yáñez-Ruiz, D.R. 318
- CONTAMINACIÓN MICROBIANA RUMINAL DE LA FIBRA EN GRAMINEAS Y EFECTOS SOBRE SUS ESTIMAS DE DEGRADACIÓN RUMINAL. Guevara, J., González, J., Arroyo, J.M. 321
- EVOLUCIÓN POSTPRANDIAL DE LA ACTIVIDAD FIBROLÍTICA EN LAS FASES SÓLIDA Y LÍQUIDA DEL RUMEN DE OVEJAS ALIMENTADAS CON DOS DIETAS FORRAJERAS. Saro, C., Ranilla, M.J., Tejido, M.L., Carro, M.D. 324

REPRODUCCIÓN

Reproducción: Reproducción no rumiantes

- EFECTO DE LA LÍNEA GENÉTICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PROGESTERONA, 17 β -ESTRADIOL, IGF I Y LA PÉRDIDA EMBRIONARIA Y FETAL DURANTE LA GESTACIÓN EN CONEJO. Llobat, L., Marco-Jiménez, F., Lavara, R., Viudes de Castro, M.P., Baselga, M., Vicente, J.S. 329
- COMPOSICIÓN CORPORAL Y PARÁMETROS SÉRICOS DE CONEJAS PRIMÍPARAS LACTANTES SINCRONIZADAS MEDIANTE FLUSHING ENERGÉTICO O TRATAMIENTO HORMONAL. Sakr, O.G., Rebollar, P.G., Millán, P., García-García, R.M., Arias-Álvarez, M., Velasco, B., Lorenzo, P.L. 332
- RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CORPORAL, LA FERTILIDAD Y LA PROLIFICIDAD EN CONEJAS NULÍPARAS. Taghouti, M., García, J., Machiavelli, R., Demmey, J., Nicodemus, N. 335
- EFECTO DE UN ADITIVO SEMINAL SOBRE LA FERTILIDAD DE CERDAS ADULTAS A LO LARGO DEL AÑO CON DOSIS SEMINALES CONSERVADAS EN REFRIGERACIÓN DURANTE 24 HORAS. Román, M.T., Domínguez, J.C., Abad, M., Peláez, J., Alegre, B., González, R. 338

Reproducción: Reproducción rumiantes

- FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD TRAS INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA RAZA CAPRINA PAYOYA. Arrébola, F., González, O., Torres, R., Forcada, F., Abecia, J.A. 341
- EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA SOBRE LOS RESULTADOS DE FERTILIDAD EN EL PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL DE LA UNIÓN DE PRODUCTORES DE RASA ARAGONESA (UPRA). Palacín, I., Santolaria, P., Fantova, E., Blasco, M.E., Quintín-Casorrán, F.J., Sevilla-Mur, E., Yániz, J.L. 344
- LAPAROSCOPIC OVUM PICK-UP (LOPU) EN OVEJAS RASA ARAGONESA PORTADORAS O NO DEL ALELO *FecXR* DEL GEN *BMP15*: RENDIMIENTO, DIÁMETRO FOLICULAR Y EFECTO DEL TRATAMIENTO ESTIMULATORIO CON FSH. Lahoz, B., Folch, J., Cocero, M.J., Echegoyen, E., Sánchez, P., Alabart, J.L. 347
- INTERPRETACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y DEL ÁREA PÉLVICA EN LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS JÓVENES DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES. García-Paloma, J.A., Noval, G., Rodríguez, A. 350
- EL ESTADO DE INMUNOSUPRESIÓN MATERNA DURANTE EL PERIODO PERIPARTO AUMENTA LA INCIDENCIA DE DESÓRDENES REPRODUCTIVOS POSTPARTO. Serrano, B., Abdelfatah-Hassan, A., Almería, S., Uriarte, J., López-Gatius, F., García-Ispuerto, I. 353
- EL RECUENTO DE LEUCOCITOS TOTALES Y LINFOCITOS DURANTE EL PERIODO PERIPARTO ES DIFERENTE ENTRE VACAS LECHERAS DE ALTA Y BAJA PRODUCCIÓN. Abdelfatah-Hassan, A., Serrano, B., Almería, S., López-Gatius, F. 356

Reproducción: Gametos, fecundación y embriones

- INMUNOLocalización DE RECEPTORES PARA MELATONINA MT1A EN CÉLULAS DEL CÚMULUS OVINAS. Casao, A., Perez-Pe, R., Forcada, F., Abecia, J.A., Muiño-Blanco, T., Cebrian-Perez, J.A. 359
- EL FACTOR DE CRECIMIENTO EPIDÉRMICO PARTICIPA EN LA CAPACITACIÓN *IN VITRO* DE ESPERMATOZOIDES OVINOS A TRAVÉS DE LA RUTA DE LAS MAP KINASAS. Luna-Valiente, C., Colás-Esteban, C., Domingo-Sanz, J., Pérez-Pé, R., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 362

- ESTUDIO DE UN MEDIO DE CRECIMIENTO ANTES DE LA MADURACION *IN VITRO* EN OVOCITOS DE CORDERAS DE BAJA CALIDAD SELECCIONADOS MEDIANTE LA TINCIÓN DEL AZUL DE CRESOL BRILLANTE. Catalá, M.G., Roura, M., Romaguera, R., Hammami, S., Izquierdo, D., Paramio, M.T. 365
- DIFERENCIAS ENTRE OCHO ESPECIES DE MAMÍFEROS EN LA RESISTENCIA DE LA ZONA PELÚCIDA A LA DIGESTIÓN ENZIMÁTICA INDUCIDA POR EL FLUIDO OVIDUCTAL. Mondéjar, I., Avilés, M., Coy, P. 368
- DETERMINACIÓN DE PLASMINÓGENO EN FLUIDO OVIDUCTAL PORCINO Y BOVINO A LO LARGO DEL CICLO ESTRAL. Romar, R., Coy, P. 371
- EFECTO DEL MEDIO DE CRECIMIENTO PREVIO A LA MADURACIÓN *IN VITRO* SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA PIVE EN CABRAS PREPÚBERES. Hammami, S., Romaguera, R., Roura, M., Catalá, M.G., Paramio, M.T., Izquierdo, D. 374
- EFECTO DE LA ADICIÓN DE LEPTINA SOBRE EL NIVEL DE TRANSCRIPCIÓN DE LOS GENES INVOLUCRADOS EN LA APOPTOSIS Y LA COMPETENCIA DE OVOCITOS DE TERNERAS PREPÚBERES MADURADOS *IN VITRO*. Córdova, B., Morató, R., de Frutos, C., Bermejo-Álvarez, P., Gutiérrez-Adán, A, Mogas, T. 377
- LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES *IN VITRO* COMO COMPLEMENTO DE LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN *IN VIVO* AL SERVICIO DE LA CONSERVACIÓN DE RAZAS OVINAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN. Forcada, F., Buffoni, A., Abecia, J.A., Asenjo, B., Palacín, I., Vázquez, M.I., Sánchez-Prieto, L., Casao, A. 380
- EFECTOS EPIGENÉTICOS DE LA CRIOPRESERVACIÓN Y LA CONSANGUINIDAD EN EL VACUNO LECHERO. D´Cruz, N., Cooney, M., Holland, M. 383
- OPENCRYOBANK: UNA ALTERNATIVA BASADA EN SOFTWARE LIBRE PARA LA GESTIÓN DE BANCOS DE SEMEN Y EMBRIONES. Martínez-Pastor, F. 386

Reproducción: Semen no rumiantes

- DEFECTOS EN LA IMPLANTACIÓN DE LA COLA ESPERMÁTICA EN VERRACOS Y SU EFECTO EN LA FERTILIDAD. Gadea, J., García-Vázquez, F.A., Gumbao, D., Matás, C. 389
- PATRONES DE FOSFORILACIÓN DE TIROSINA EN ESPERMATOZOIDES PORCINOS, EPIDIDIMARIOS Y EYACULADOS, CAPACITADOS *IN VITRO*. Avilés-López, K, García-Vázquez, F.A., Gadea, J., Matas, C. 392
- GLICOSIDASAS EN ESPERMATOZOIDES PORCINOS EYACULADOS Y EPIDIDIMARIOS. De Ondiz, A., Avilés, M., García-Vázquez, F.A., Ruiz, S. 395
- RELACIÓN ENTRE LA CONGELABILIDAD DEL SEMEN DE VERRACOS Y LA RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO. De Mercado, E., Tomás, C., Blanch, E., Gómez-Fernández, J., Gómez-Izquierdo, E., Mocé, E. 398
- ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA MEMBRANA DEL ESPERMATOZOIDE DE CERDO IBÉRICO Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA RESISTENCIA AL PROCESO DE CRIOCONSERVACIÓN. De Mercado, E., Tomás, C., Gómez-Fernández, J., Gómez-Izquierdo, E., González-Bulnes, A., Sánchez-Sánchez, R. 401
- EFECTO DE DISTINTOS CRIOPROTECTORES SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SEMEN DESCONGELADO DE CONEJO. Talaván, A.M., Mocé, E., Viudes de Castro, M.P. 404
- CALIDAD *IN VITRO* DEL SEMEN CRIOCONSERVADO DE GALLOS DE LA RAZA GALLINA VALENCIANA DE CHULILLA. RESULTADOS PRELIMINARES. Blanch, E., Tomás, C., Sansano, S., Gómez, E.A., Casares, L., Giménez, I., Mocé, E. 407

Reproducción: Semen rumiantes

- CLONAJE DE LAS SECUENCIAS QUE CODIFICAN PARA LAS PROTEÍNAS RSVP14, RSVP20 Y RSVP22 DEL PLASMA SEMINAL OVINO. Serrano, E., Beaumont, R., Guillén, N., Calleja, L., Pérez-Pé, R., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 410
- IDENTIFICACIÓN DE cPARP, UN POSIBLE MARCADOR DE CALIDAD SEMINAL, EN ESPERMATOZOIDES DE OVINO. Caspio, A., Álvarez, M., Anel, L., Robles, V., de Paz, P., Martínez-Pastor, F. 413
- RELACIÓN ENTRE MARCADORES APOPTÓTICOS Y FERTILIDAD EN SEMEN OVINO. Mendoza, N., Casao, A., Pérez-Pé, R., Quintín, F., Sevilla, E., Laviña, A., Fantova, E., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 416
- EFECTO DEL SISTEMA TAMPON SOBRE LA CONSERVACIÓN DEL SEMEN DE MORUECO EN REFRIGERACIÓN. Mateos, J.A., Santolaria, P., Yániz, J.L. 419
- REEVALUANDO DIFERENTES TEMPERATURAS DE DESCONGELACIÓN EN DOSIS DE SEMEN BOVINO. Muiño, R., Peña, A.I. 422
- DIFERENCIAS EN LA CINÉTICA ESPERMÁTICA ENTRE TOROS DE RAZA HOLSTEIN Y ASTURIANA DE LOS VALLES. Tamargo, C., Muiño R., Rodríguez, A., Hidalgo, C.O. 425
- EFECTO DEL DILUYENTE, DEL TIEMPO Y DE LA ALTURA DE CONGELACIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN CRIOCONSERVADO DE MACHOS CABRÍOS. Tomás, C., Blanch, E., Mocé, E. 428
- INFLUENCIA DE *MYCOPLASMA AGALACTIAE* Y *MYCOPLASMA MYCOIDES SUBSP. CAPRI* EN LA VIABILIDAD Y MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN DOSIS SEMINALES DE MACHO CABRÍO. Gómez-Martín, A., Uc, N., Gadea, J., de Ondiz, A., Vieira, L.A., Amores, J., Rabal, F., de la Fe, C. 431
- VIABILIDAD DE *MYCOPLASMA AGALACTIAE* Y *MYCOPLASMA MYCOIDES SUBSP. CAPRI* EN DOSIS SEMINALES DE MACHO CABRÍO. Gómez-Martín, A., Gadea, J., Rabal, F., de Ondiz, A., Vieira, L.A., Sánchez, A., de la Fe, C. 434

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Abad, M.	338	Amador, C.	509
Abad, R.	201, 294	Amazan, D.	255, 267
Abdelaziz, A.	536	Amenabar, M.E.	73
Abdelfatah-Hassan, A.	353, 356	Amills, M.	455, 533, 566
Abecia, J.A.	341, 359, 380	Aminzadeh, S.	162
Abecia, L.	210, 303, 318, 818, 821, 845, 866	Amores, J.	431
Abuelo, A.	801, 804	Andrés, S.	237, 646
Adell, E.	82	Anel, L.	413
Agabriel, J.	628	Aragonés, I.	261
Agostini, P.S.	31, 258	Arana, A.	640, 634, 637
Aguilera, J.F.	285	Arandilla, E.	854
Ait-Saidi, A.	124	Araújo, A.	673
Alabart, J.L.	127, 130, 347, 452, 518	Araújo, J.P.	52, 55, 88, 673, 807
Albanell, E.	106, 183, 219	Argente, M.J.	506, 542, 545
Albertí, P.	58, 61, 577, 745, 580, 583, 655, 658, 661, 664, 742, 748, 751	Argüello, H.	854
Alcalde, M.J.	700, 703	Arias, C.	610, 613
Alcázar, E.	195	Arias, M.	768, 771, 774, 777
Alegre, B.	338	Arias, R.	610, 613, 616
Alenda, R.	539	Arias-Álvarez, M.	332
Alfonso, L.	261, 718	Ariño, A.	619
Alierta, S.	94, 97	Arís, A.	144, 306
Allen, P.	733, 736	Arranz, J.	222
Almería, S.	353, 356, 765	Arranz, J.J.	494, 527, 530, 551
Alonso, M.E.	70	Arrébola, F.	341
Alonso, V.	598, 601	Arrebola, F.A.	115
Altarriba, J.	458	Arroyo, J.M.	204, 321
Álvarez, L.	494	Asenjo, B.	380
Álvarez, M.	413	Asensio, A.C.	801
Álvarez, S.	109, 112	Avellanet, R.	485, 488
Álvarez-Rodríguez, J.	40, 43, 46, 652, 745, 748, 845	Avilés, M.	368, 395
Álvarez-Sánchez, M.	783	Avilés-López, K.	392
Alves, E.	446, 557, 560, 563	Azón, R.	485, 488
Alves, R.I.M.	52	Babot, D.	34, 40, 43, 46, 845
Alvir, M.R.	204	Bach, A.	135, 141, 670
		Balcells, J.	46, 144, 306, 845
		Ballester, M.	443
		Barahona, M.	577, 583
		Barberán, M.	795

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Barea, R.	285	Borrás, M.	40, 860
Barragán, C.	446, 563	Britos, A.	827
Barrios, V.	848, 851	Broom, D.M.	85
Bartolomé, D.	13, 16	Brufau, J.	604
Bartolomé, D.J.	19, 70	Bueno, F.	13, 16
Baselga, M.	329, 470, 473	Bueno, M.	625
Beamonte, R.	410	Buffoni, A.	380
Belanche, A.	147, 815	Buxadé, C.	168
Belenguer, A.	225, 228, 824, 830	Caballero de la Calle, J.R.	156
Beltrán, J.A.	598, 601, 727, 733, 736	Caballero, J.V.	156
Benedito, J.L.	804	Cáceres-Nebreda, A. ...	643, 730
Benítez, R.	273, 563	Cacho, J.	625
Beriain, M.J.	577, 580, 634, 637, 640	Cadavez, V.	810
Bermejo-Álvarez, P.	377	Caja, G.	106, 124, 216, 219
Bernués, A.	76, 79, 121	Calavia, R.	762
Berrocoso, J.	186, 195	Calle, A.	168
Berrocoso, J.D.	252, 279, 679	Calleja, L.	410
Bichi, E.	225, 228	Callejo, A.	168
Birlanga, V.	542	Calsamiglia, S.	138, 150
Blanch, E.	398, 407, 428	Calvete, C.	762
Blanch, M.	312	Calvo, J.H.	452, 497, 527, 530
Blanco, A.	49	Calvo, S.	682, 685
Blanco, C.	646	Cámara, L.	171, 195, 252, 279, 679
Blanco, M.	58, 61, 628, 652, 742, 751	Cambra-López, M.	82, 860
Blas, E.	291	Campo, J.L.	524
Blasco, A.	542, 545, 548	Campo, M.M.	583, 625, 655, 661, 664, 697, 727, 748
Blasco, I.	76, 79, 118, 739, 745, 748	Cano, J.L.	595
Blasco, J.M.	127, 130, 518, 795	Cánovas, A.	566
Blasco, M.E.	344	Cantalapiedra, J.	55, 88, 807
Bodas, R.	231, 237, 646, 649	Cañeque, V.	589
Boixadera, J.	43	Carabaño, M.J.	497, 572
Borba, M.F.	694	Carabaño, R.	201, 294
Borda, E.	171	Cardozo, P.W.	312
Borobia, M.	789	Carril, J.A.	37
Borrás, F.	792	Carrizosa, J.	455

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Carro, M.D.	207, 309, 312, 315, 324, 833, 836, 839	Cortiñas, F.J.	774
Carvajal, A.	848, 851, 854, 857	Coscojuela, P.	255, 854
Casao, A.	359, 380, 416	Costa, J.P.	52
Casares, L.	407	Coy, P.	368, 371
Casas, M.	479, 491	Crespo, H.	792
Casasús, I.	58, 61, 118, 183, 742, 751	Crespo, J.	144, 306
Casellas, J.	500, 503, 557	Cunha, J.P.	22
Caspio, A.	413	Cunha, J.P.S.	88, 807
Castañón-Ordóñez, L.	783	Curbelo, P.	592
Castelló, A.	443, 455, 557	D., Amorena, B.	792
Castells, Ll.	141	D’Cruz, N.	383
Castillo, C.	804	Dacal, V.	777
Castro-Hermida, J.A.	765	Dantas, R.	52, 673
Catalá, M.G.	365, 374	Dapoza, C.	174
Cazapal-Monteiro, C.	774	Dávila S.G.	524
Cebrian-Perez, J.A.	359, 362, 410, 416	Davin, R.	246
Celaya, R.	830	Daza, A.	49, 595, 607
Cerisuelo, A.	82, 860	de Andrés, D.	792
Cerqueira, J.O.L.	52, 55, 88, 673, 807	de Andrés, X.	792
Cervantes, I.	476	de Blas, C.	863
Cervera, C.	291	de Boer, I.J.M.	121
Chetrit, C.	189	de Cara, M.A.R.	512
Ciaurriz, P.	798	de Frutos, C.	377, 798
Cimadevilla, C.	586	de la Fe, C.	431, 434
Clavero, J.L.	127, 130, 518	de la Fuente, J.	589
Cocero, M.J.	347	de la Fuente, L.F.	494
Colás-Esteban, C.	362	de las Heras, M.	789
Coll, C.	264	de Mercado, E.	198, 249, 282, 398, 401
Colmenar, L.	109, 112	de Miguel, M.J.	795
Congost, S.	118	de Ondiz, A.	395, 431, 434
Cooney, M.	383	de Paz, P.	413
Cordero, G.	267, 270	Delgado, J.V.	536
Cordero-Pérez, C.	780, 783	Delgado, R.	294
Córdova, B.	377	Demmey, J.	335
Corominas, J.	443	Devant, M.	144, 306, 670
Cortés, A.	34	Dias, E.M.	22
		Díaz J.	637
		Díaz M.T.	589
		Díaz, A.	309
		Díaz, C.	572
		Díaz, E.	153, 180

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Díaz, I.	557	Ferrando, A.	479, 491
Díaz, J.	634	Ferraz, J.B.S.	569
Díaz-Royón, F.	204	Ferreira, V.	625
Dieste, L.	795	Ferrer, L.M.	762, 789
Díez-Baños, P.	768	Ferrer, P.	860
Domingo-Sanz, J.	362	Ferret, A.	138, 150
Domínguez, J.C.	338	Figuroa, J.	240, 243, 246
Doreau, M.	147, 815	Fina, M.	503
Dores, J.L.	55	Flamarique Arzoz, A. ...	261
Dugan, M.E.R.	586	Flores, C.	106
Duval, S.	303	Folch, J.	347, 452
Echegoyen, E.	347	Folch, J.M.	443, 449, 557, 560
Edriss, M.A.	177	Fondevila, M.	824, 827, 866
Edwards, J.E.	815	Font, M.	288
Eggen, A.	786	Forcada, F.	341, 359, 380
Eguinoa, P.	634, 637	Forcadell, M.	258
El Nagar, A.G.	473	Forni, S.	554
Eler, J.P.	569	Fraile, L.	786
Eras, J.	622	Francisco, I.	774, 777
Escós, J.	91, 97	Francisco, R.	777
Escribano, A.J.	103	Franco, D.	37
Escribano, M.	103	Frikha, M.	165, 171, 174, 186, 189
Escudero, A.	625	Frutos, P.	225, 228, 824, 830
Espinosa, E.	127, 130, 518	Gadea, J.	389, 392, 431, 434
Estany, J.	464, 622	Galal, S.	536
Esteve-García, E.	288, 604	Gallardo, B.	649
Estopañán, G.	619, 652	Gallardo, D.,	566
Estrada, O.	619	Garcés, C.	595
Fàbregas i Comadran, X.	631	García de Jalón, J.A. ..	789
Falo, F.	118, 739	García, A.	37, 616
Famularo, M.R.	783	García, C.	863
Fantova, E.	344, 416	García, J.	165, 186, 201, 294, 335
Fernandes, B.	754	García, J.J.	16, 19, 70, 13
Fernández, A.	273, 446, 449, 515	García, L.	109, 112
Fernández, A.I.	273, 449, 557, 560, 563	García, M.L.	506, 542, 545
Fernández, C.	234	García, S.	91
Fernández, J.	34, 509, 512	García, U.	830
Fernández, M.	37		
Fernández-Figares, I. ..	159, 192, 869		
Fernández-Pato, N.	783		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
García-Casco J.	563	González, M.	297
García-Diez, M.	848	González, O.	341
García-Gámez, E.	527, 530, 551	González, R.	338
García-García, R.M.	332	González-Bulnes, A. ...	401
García-Ispuerto, I.	353	González-Ortiz, G.	842
García-Launay, F.	628	González-Peña, D.	461
García-Marín, J.F.	792	González-Recio, O.	539, 554
García-Paloma, J.A.	350	González-Rodríguez, A.	458
García-Pareja, M.P.	210	González-Sánchez, E.	276
García-Rebollar, P.	177, 297	González-Valero, L.	192
García-Rodríguez, A. ..	222	González-Vega, L.M. ..	848
García-Torres, S.	592, 676, 724	Gonzalez-Warleta, M. .	765
García-Vaquero, M.A. ..	804	Gonzalo, C.	494
García-Vázquez, F.A. ..	389, 392, 395	Goyache, F.	482
Garrido, A.	300	Grilló, M.J.	798, 801
Garrido, V.	798, 801	Grimal, A.	482
Garzón-Sigler, A.	616	Guerra, C.	649
Gasa, J.	31, 258	Guerra, V.	697
Gaspar, P.	103	Guerrero, A.	655, 658, 661, 664
Gaudioso, V.	70	Guerrero, J.E.	300
Gianola, D.	554	Guevara, J.	321
Gil, C.	652	Guillén, E.	598, 601
Gil, M.	598, 601	Guillén, N.	410
Gil, M.G.	524	Gumbao, D.	389
Giménez, I.	407	Gutiérrez del Alamo, A. .	168
Giménez, V.	506	Gutiérrez, J.P.	476
Giráldez, F.J.	231, 237, 646	Gutiérrez-Adán, A.	377
Gispert, M.	288, 604	Gutiérrez-Gil, B.	527, 530, 551
Glaría, I.	792	Hammami, S.	365, 374
Goiri, I.	222	Hamzaoui, S.	106
Gómez, A.	153, 180, 300	Hermes, R.G.	842
Gómez, E.A.	28, 100, 407, 461, 482	Hermida, B.	40, 43, 46, 845
Gómez, I.	580, 640	Hermida, M.	297
Gómez, J.	153, 180	Hernández, J.	804
Gómez-Fernández, J. ..	282, 198, 249, 398, 401	Hernández, P.	548
Gómez-Izquierdo, E. ...	198, 249, 282, 398, 401	Hernández-Matamoros, A.	276
Gómez-Martín, A.	431, 434	Hervás, G.	225, 228, 824, 830
González, C.	497	Hidalgo, A.	857
González, J.	204, 321	Hidalgo, C.O.	425

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Hivazad, M.	162	Lahoz, B.	347, 452
Holland, M.	383	Landi, V.	536
Horcada, A.	700, 703, 721	Lara, L.	285
Humada, M.J.	586	Latorre, M.A.	682, 685
Ibáñez, C.	100	Lauzurica, S.	589
Ibáñez, M.	201	Lavara, R.	329
Ibáñez-Escriche, N.	443, 569	Lavín, P.	3, 67, 667
Insausti, K.	580, 634, 637, 640	Laviña, A.	416
International Sheep Genomics Consortium (ISGC)	527, 530	Lázaro, R.	297
Ipharraguerre, I.	135	Lázaro, R.P.	174, 252
Iraira, S.P.	138	Leginagoikoa, I.	792
Irandoust, H.	165, 177, 189	Leite, J.V.	52
Isabel, B.	270	Lemes, J.	697
Izquierdo, D.	365, 374	Lemes, J.S.	694
Izquierdo-Cebrián, M.	276	Liste, G.	85
Jabbour, C.	165, 186	Lizardo, R.	288, 604
Jabour, C.	171	Llobat, L.	329
Jarava, M.	863	Llonch i Obiols, P.	631
Jaroso, R.	67, 667	Lomillos, J.M.	70
Jauregui, P.	792	López, D.	231
Jiménez, L.	613	López, J.P.	279, 679
Jiménez-Montero, J.A.	539	López, M.A.	449, 515
Jiménez-Moreno, E.	174	López, M.C.	234
Jiménez-Sobrino, L.	616	López, M.M.	592
Jordana, J.	455, 479, 491	López, O.	589
Josa, A.	127, 130, 518	López, R.	255, 854
Joy, M.	61, 118, 652, 739	López, S.	231
Juan, T.	619	López-Alonso, M.	804
Juárez, M.	721	López-Bote, C.	273
Jurie, C.	628	López-Bote, C.J.	255, 270, 279, 595, 607
Juste, R.	792	López-Carrasco, C.	607
Juste, V.	548	López-Gajardo, A.	592, 724
Kadivar, M.	177	López-Gatius, F.	353, 356, 765
Kapraavelou, G.	869	López-Jiménez, R.	786
Kara, S.	748	López-Parra, M.M.	643, 730
Kijas, J.	527, 530	López-Soria, S.	786
Kirkden, R. D.	85	Lorenzo, J.M.	37
Kristensen, A.	34	Lorenzo, P.L.	332
Lacasta, D.	762	Loriente, C.	279
Lachica, M.	159, 192	Luján, L.	792
		Luna-Valiente, C.	362

AUTORES	Páginas
Lurueña-Martínez, M.A.	688, 691
Macchi, M.I.	768, 771
Macedo, R.F.	694
Machiavelli, R.	335
Maeztu, F.	634, 637
Mainar-Jaime, R.C.	759, 798, 801
Maldini, G.	768, 771
Manca M.G.	649
Mandalúniz, N.	73, 222
Manso, A.	267
Manso, T.	649
Manteca, X.	138
Mantecón, A.R.	67, 231, 649, 667
Mantecón, Ángel R.	3
Manuelian, C.L.	219
Manunza, A.	533
Manzanilla, E.G.	31, 246
Marco-Jiménez, F.	329
Marcos-Carcavilla, A.	497
María, G.A.	91, 94, 97
Marín, C.M.	795
Maroto, F.	153, 180, 300
Martí, S.	670
Martín-Diana, A.B.	13, 16, 19
Martínez, A.	536
Martínez, B.	100
Martínez, G.	210, 303, 318, 818, 821
Martínez, Y.	3
Martínez-Bello, D.	765
Martínez-Navalón, B.	461
Martínez-Paredes, E.	291
Martínez-Pastor, F.	386, 413
Martínez-Royo, A.	452
Martínez-Valladares, M.	780, 783
Martínez-Vallespín, B.	291
Martín-García, A. I.	210, 213, 303, 318, 818, 821
Martín-Orúe, S.M.	842
Martín-Palomino, P.	273, 515
Martins L.	694
Martins, A.	807

AUTORES	Páginas
Matás, C.	389, 392
Mateos, G.G.	162, 165, 171, 174, 177, 186, 189, 195, 252, 279, 297, 679
Mateos, I.	207, 309, 315
Mateos, J.A.	419
Mattos, E.C.	569
Medel, I.	727
Melo, C.	533
Melo, M.	533
Mendizábal, J.A.	580, 634, 637, 640
Mendoza, N.	416
Menoyo, D.	201, 294, 863
Mercadé, A.	557, 560
Mesías, F.J.	103
Mezo, M.	765
Micol, D.	628
Miguélez, S.	768, 771, 774
Mijail, L.	851
Milán, M.J.	124
Millán, P.	332
Mínguez, C.	470, 473
Minguijón, E.	792
Miranda de la Lama G.C.	91, 94, 97
Mirzaie, S.	162, 165, 186, 189
Mitjana, O.	127, 130, 518
Mocé, E.	398, 404, 407, 428
Mogas, T.	377
Mohiti-Asli, M.	171, 189
Molina-Alcaide, E.	210, 213, 303, 318, 818, 821
Molina-Flores, B.	536
Molino, F.	652
Mondéjar, I.	368
Monge, P.	661, 697, 727
Monteagudo, L.V.	485, 488
Monteserín, E.A.	252

AUTORES	Páginas
Montoro, C.	135
Moorby, J.M.	147, 815
Morales, J.	270
Morales, J.I.	279, 679
Morales-Rodríguez, P.A.	156
Morán, J.A.	494
Morán, L.	237, 646
Morató, R.	377
Morazán, H.	46
Morazan, H.J.	845
Moreno, C.	458
Moreno-Sánchez, N.	497, 572
Morrondo, P.	777
Moset, V.	82, 860
Mosteiro, D.	774
Muela, E.	697, 727, 733, 736
Muelas, R.	506, 542, 545
Muiño R.	422, 425
Muiño, I.	589
Muiño-Blanco, T.	359, 362, 410, 416
Muns, R.	31, 258
Muñoz, M.	443, 446
Muñoz, P.M.	795
Muñoz, R.	622
Muñoz-Regalado, B.	643, 730
Naharro, G.	848, 851
Navarrete, C.	291
Newbold, C.J.	147, 318, 815, 818
Nicodemus, N.	168, 335
Nieto, B.	476
Nieto, R.	285
Niza-Ribeiro, J.	88, 807
Nofrarías, M.	786
Nogales, R.	213
Nogareda, C.	765
Noguera, J.L.	557, 560
Noval, G.	350
Núñez, Y.	273
O'Connor, D.I.	733, 736

AUTORES	Páginas
Olaizola, A.	76, 79
Oliete, B.	610, 613
Oliete-Mayorga, B.	616
Oliván, A.	727
Oliveira, A.F.	709, 712, 715
Olivera, L.	533
Olleta, J.L.	91, 583, 655, 661, 664, 703, 727
Olmedo de la Cruz, S.	198
Olmedo, S.	13, 16, 19
Ortín, A.	789
Osorio, C.	592
Osório, J.C.S.	694
Osório, M.T.M.	694
Osoro, K.	830
Óvilo, C.	273, 449, 563
Palacín, I.	344, 380
Palacios, C.	109, 112, 688, 691
Palencia, P.	67, 667
Palomo, A.	595
Palomo, M.J.	491
Panea, B.	664, 577, 655, 658, 661, 685, 700, 703, 739, 751
Paniagua-Breña, M.	276
Paramio, M.T.	365, 374
Parera, J.	40
Parra, V.	592, 724
Pascual, M.	28
Paulo, N.	706
Paulos, K.	709, 712, 715, 810
Paz-Silva, A.	768, 771, 774, 777
Peinado, J.	264
Peixoto-Junior, W.A.	25
Peláez, J.	338
Pena, R.	449
Pena, RN.	566
Peña y Lillo, P.	34

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Peña, A.I.	422	Quintín, F.	416
Perea-Muñoz, J.M.	616	Quintín-Casorrán, F.J.	344
Pereira, E.	706, 709, 712, 715	Rabal, F.	431, 434
Pereira, V.	804	Ragab, M.	470, 473
Pérez de Ayala, P.	168	Rahmani, H.R.	177
Pérez, C.	589	Ramayo, Y.	443, 521
Pérez, D.	786	Ramayo-Caldas, Y.	557, 560
Pérez, D.C.	300	Ramírez, H.	792
Pérez, J.F.	240, 243, 246, 842	Ramos, J.J.	762, 789
Pérez, M.M.	792	Ramos, M.	589
Pérez, V.	237	Ramos-Morales, E.	303, 318
Pérez-Bonilla, A.	165, 186	Ramos-Onsins, S.E.	521
Pérez-Cabal, M.A.	476	Ranilla, M.J.	309, 312, 207, 210, 303, 315, 324, 833, 836, 839
Pérez-Enciso, M.	521, 557	Realini, C.E.	583, 577, 670
Pérez-Guzmán, M.D.	610, 613	Rebollar, P.G.	332
Perez-Juan, M.	670	Reina, R.	792
Pérez-Montarelo, D.	449	Reixach, J.	464
Perez-Pe, R.	359, 362, 410, 416	Resconi, V.	664, 694
Pérez-Pineda, E.	521	Resconi, V.C.	625
Peris, C.	461, 100	Resino-Talaván, P.	524
Picard, B.	628	Reverter, A.	572
Piedrafita, J.	503	Revilla, I.	688, 691
Pinloche, E.	815	Revilla, R.	3, 118
Piñeiro, C.	267	Rey, A.	267
Piñeiro, P.	768, 771, 777	Rey, A.I.	255, 607
Pires, P.	673	Rezende, F.M.	569
Pires, S.	810	Riezu, J.I.	792
Plà, L.M.	34	Ripoll, G.	58, 61, 577, 583, 655, 658, 661, 664, 700, 703, 739, 742, 745, 748, 751
Polledo, L.	792	Ripoll-Bosch, R.	118, 121, 739
Polvillo, O.	721	Robles, V.	413
Porres, J.M.	869	Roca, X.	216
Posado, R.	16, 13, 19, 70	Ródenas, L.	291
Pourreza, J.	177	Rodrigáñez, J.	273
Prieto, N.	231, 237, 646	Rodrigues, S.	706, 709, 712, 715, 754
Provincial, L.	598, 601		
Pulido, A.F.	103		
Pun, A.	476		
Purroy, A.	580, 634, 637, 640		
Quintanilla, R.	566		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Rodríguez, A.	350, 425	San Román, B.	792, 798, 801
Rodríguez, C.	273, 449, 557, 560	Sánchez, A.	434
Rodríguez, I.	771	Sánchez, J.A.	774
Rodríguez, J.D.	201	Sánchez, J.L.	195
Rodríguez, L.	13, 16	Sánchez, J.P.	470, 473, 527, 551
Rodríguez, M.C.	446, 563	Sánchez, M.	264
Rodríguez, R.	827	Sánchez, P.	347
Rodríguez-Calleja, J.M.	646	Sánchez, S.	798, 801
Rodríguez-López, J.M.	192	Sánchez-Andrade, R. ..	768, 771, 774, 777
Rodríguez-Prado, M. ...	138	Sánchez-Prieto, L.	380
Rodríguez-Prado, M.E.	150	Sánchez-Sánchez, R. ..	401
Rodríguez-Romero, N.	827, 866	Sanchís, J.	768, 771
Rodríguez-Sánchez, J.A.	682	Sansano, S.	407
Rojo-Vázquez, F.A.	780, 783	Santacreu, M.A.	545
Rolland, D.C.	586	Santolaria, P.	344, 419, 655, 658, 661, 664, 765
Romaguera, R.	365, 374	Santos, R.	180, 153
Román, M.T.	338	Sanz, A.	76, 79, 745, 748
Romar, R.	371	Sanz, E.	70
Romero-Huelva, M.	213	Sanz, M.	580
Roncalés, P.	598, 601	Sañudo, C.	583, 586, 655, 661, 664, 697, 700, 703, 727, 733, 736
Ros, R.	464	Saro, C.	207, 309, 315, 324, 833, 836, 839
Rosa, G.J.M.	554	Sarriés, M.V.	580, 634, 640
Roura, M.	365, 374	Sarries, V.	577
Royo, L.J.	482	Segalés, J.	786
Rubio, L.A.	869	Seradj, A.R.	46, 144, 306, 845
Rubio, P.	848, 851, 854, 857	Serradilla, J.M.	153, 180, 455
Rueda, J.	572	Serrano, B.	353, 356
Ruíz de la Torre, J.L. ...	138	Serrano, E.	410, 586
Ruiz, R.	73, 869	Serrano, M.	497
Ruiz, S.	395	Serrano, M.P.	162, 195, 252, 279, 297, 679
Sakr, O.G.	332	Serrano, P.	28
Salama, A.A.K.	106, 124, 219, 216	Sevilla, E.	416
Salazar, E.	792		
Salces, J.	497		
Salgado, C.	476		
Salomó, J.	604		
Samaniego, L.M.	851		
Samie, A.H.	177		
San Primitivo, F.	494		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Sevilla-Mur, E.	344	Torres, R.	341
Sibila, M.	786	Tous, N.	288
Silió, L.	273, 446, 515, 560, 563	Uc, N.	431
Silva, A.C.de P.	25	Uriarte, J.	353, 762
Silva, R.C.G.	569	Urrutia, B.	455
Silveira, V.C.P.	22, 25, 64	Valandro-Soares, J.C. ..	22, 25
Silveira-Nicoloso, C.	64	Valera, M.	721
Sobreviela, A.	595	Van Poucke, M.	497
Solà-Oriol, D.	31, 240, 243, 246	Varona, L.	458, 467, 503
Sorensen, D.A.	467	Vaz, P.S.	55, 88
Sorensen, J.T.	88, 807	Vázquez, L.	777
Soret, B.	634, 637	Vázquez, M.I.	380
Soto, E.	821	Velasco, B.	332
Soto, E.C.	210	Vellinga, T.	121
Suárez, J.	774	Venzal, J.	329, 768, 771
Suárez, J.L.	771, 777	Vico, J.P.	759, 798, 801
Suárez-Vega, A.	527	Vieira, L.A.	431, 434
Such, X.	106	Viguera, J.	261, 264
Sueiro, S.	297	Vilà, B.	288
Taghouti, M.	335	Vilaró, F.	622
Talaván, A.M.	404	Vílchez-Vivanco, J.A. ..	159
Tamargo, C.	425	Villalba, D.	118
Teira, M.R.	43	Villamide, M.J.	168
Teixeira, A.	700, 703, 706, 709, 712, 715, 754	Villanueva, B.	512
Teixeira, D.L.	91, 94, 97	Villarroel, M.	91
Tejeda-Sereno, J.F.	276	Villegas, J.R.	115
Tejedor, M.T.	485, 488	Vinokurovas, S.L.	240, 243
Tejerina, D.	676, 724	Virgili, J.M.	43
Tejido, M.L.	309, 324	Viudes de Castro, M.P. ..	329, 404, 482
Terré, M.	141, 491	Weigel, K.A.	554
Tomás, C.	198, 249, 282, 398, 401, 407, 428	Yániz, J.L.	344, 419, 765
Tor, M.	464, 622	Yañez, D.R.	845
Toral, P.G.	225, 228, 824, 830	Yañez-Ruiz, D.R.	210, 303, 821, 318, 818
Toro, M.A.	509, 512	Zaghari, M.	162
		Zhao, Y.	82
		Zidi, A.	455
		Zomeño, C.	548
		Zudaire, G.	640, 718

Ponencia inaugural

25 AÑOS DE JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL (AIDA)

Mantecón¹, A.R., Martínez¹, Y., Lavín¹, P., Revilla², R.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). 24346 Grulleros (León).

²Centro de Transferencia Agroalimentaria. DGA. Avda. Montañana, 930 - 50080 Zaragoza.

Email: mantecon@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), se crea en 1968 vinculada a la Asociación de Antiguos Alumnos del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ-CIHEAM).

Entre sus objetivos fundacionales se encontraban la difusión de los avances técnicos y la contribución al desarrollo científico técnico mediante la organización periódica de Jornadas o Seminarios. Consecuentemente con sus objetivos, AIDA publica desde 1970 la revista Información Técnica Económica Agraria (ITEA) y ha realizado desde 1969, cuarenta reuniones científicas.

En un principio, las Jornadas organizadas por AIDA tenían un carácter monotemático y alternaban los temas relacionados con la producción vegetal, la animal o la economía agraria. En el período 1969-1982, AIDA organiza tres Jornadas relacionadas con la Producción Animal: En 1971, “Producción de ovino de carne”, “Alimentación del ganado”, en 1977 y “Ganado ovino y caprino de leche” en 1982.

Pese al éxito científico de estas Jornadas, se inicia en el seno de la Asociación un “debate interno” relativo a la conveniencia de continuar con el modelo organizativo seguido hasta el momento, o adoptar una nueva fórmula, más adaptada al panorama nacional de la Producción Animal. En los años 80 del pasado siglo, la Ciencia Animal en España contaba ya con un buen número de Asociaciones Científicas consolidadas, estructuradas en torno a una especie animal o a grandes áreas temáticas y que desarrollaban periódicamente reuniones científicas, pero no existía en nuestro país un foro común donde discutir sobre la Producción Animal en su conjunto. El nuevo modelo propuesto introduce una serie de novedades:

- Las Jornadas se estructuran en sesiones temáticas, en las que se exponen las aportaciones sin distinción de la especie animal concernida.

- Las comunicaciones se reducen, en su extensión, a tres páginas, para facilitar la síntesis de resultados y la presentación y discusión de resultados parciales o provisionales, promoviendo de esta forma la difusión de los trabajos en curso.

- Las Jornadas se “concentran” en dos días y medio, eliminando actividades tradicionales en otras reuniones científicas, como las visitas técnicas.

Desde el punto de vista de AIDA, las Jornadas pasan a denominarse “Jornadas sobre Producción Animal de AIDA” y se decide celebrarlas cada dos años en Zaragoza, sede de la Asociación y del IAMZ, Institución que pone al servicio de las Jornadas sus medios materiales y organizativos.

En 1985 se celebran las primeras “Jornadas sobre Producción Animal de AIDA”, actividad que ha venido desarrollándose hasta la fecha, sin interrupción.

25 AÑOS DE JORNADAS

Al cumplirse 25 años de las primeras “Jornadas de Producción Animal de AIDA” nos planteamos hacer un análisis de la evolución en las aportaciones realizadas en las mismas, con una finalidad múltiple. En primer lugar por pura curiosidad por conocer la evolución en estos años en los trabajos presentados ya que, como muchas veces se ha comentado, las Jornadas se han convertido en la guía de la investigación científico-técnica de la Producción Animal española. Además, hemos considerado que los veinticinco años podrían ser un buen momento para dejar constancia de lo que han supuesto las Jornadas en el panorama de la Producción Animal y para que este trabajo sirviera de reconocimiento para todos aquellos que las han hecho posibles. Paralelamente, las conclusiones que puedan derivarse de este análisis podrán, esperamos, ayudar a tomar decisiones de cara al futuro de las Jornadas.

La información utilizada ha sido, exclusivamente, la recogida en los Libros de las Jornadas a partir de la cual se ha elaborado una base de datos simple con la información de las sesiones, el tema de cada comunicación, sus autores, entidad y localidad a la que pertenecen.

Desde el inicio de las Jornadas se han mantenido con un formato similar en cuanto a su organización: lugar, fecha, periodicidad y funcionamiento (comunicaciones mayoritariamente orales).

En esta contribución nos referiremos, exclusivamente, a determinados aspectos de los múltiples que pueden deducirse de la información disponible; es, por lo tanto, una primera aproximación a un análisis más profundo que deberá proseguirse.

La primera información recopilada es la relativa al total de comunicaciones presentadas, cuyos valores se indican en la figura 1.

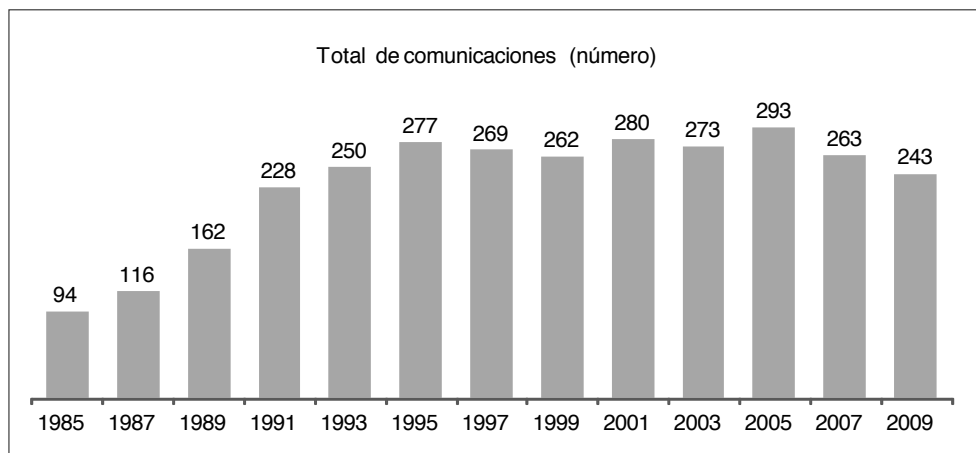


Figura 1. Evolución en el número de comunicaciones presentadas a las Jornadas de Producción Animal de AIDA (1985-2009).

A lo largo de estos 24 años (1985-2009), se han presentado un total de 3010 comunicaciones. El éxito de la fórmula propuesta en las Jornadas puede verse avalado por el rápido incremento del número de comunicaciones presentadas en relación a las 94 iniciales. A partir del año 1993 se alcanza una cierta estabilidad con un máximo en los años 2005 y 2001 y un descenso mantenido en las dos últimas (2007 y 2009). La información

avanzada por la Secretaría de las Jornadas de 2011 nos indica que esta tendencia se ha roto y el número de comunicaciones ha vuelto a incrementarse.

En una situación como la de las dos últimas décadas, donde la coyuntura en las prioridades de la investigación se han centrado, de manera primordial, en lograr la publicación de los resultados en revistas de relevancia internacional (SCI), con escasa o nula valoración de las aportaciones a este tipo de Jornadas de carácter nacional, lograr mantener un número de aportaciones en torno al cuarto de millar hace pensar que los investigadores en Producción Animal han encontrado en nuestras Jornadas alicientes diferentes a los que se tienen en cuenta en las distintas comisiones de evaluación científica. Algunos de estos alicientes han podido ser el mantener la relación entre los distintos grupos de investigación y la posibilidad de establecer futuros trabajos conjuntos de carácter multidisciplinar. Además, la existencia de un foro muy crítico de discusión ha podido suponer una “escuela” cualificada para el personal investigador en formación, en cuanto a su experiencia en la presentación y defensa de sus resultados.

Una de las características diferenciales de las Jornadas de Producción Animal ha sido su carácter abierto y multidisciplinar, dando cabida a todas las disciplinas y áreas del conocimiento; de esta forma ha ocupado un nicho en la actividad científico-técnica ya que el resto de sociedades organizan sus congresos y reuniones pero de forma más restringida en cuanto a la especie animal, la temática, etc. Todo parece indicar que el objetivo “fundacional” de las Jornadas se ha cumplido. Desde hace 25 años, las diferentes sociedades científicas existentes han proseguido con su actividad, pero se ha consolidado el foro común establecido en las Jornadas de AIDA.

Quizás, la propia evolución de la actividad científica y las peculiaridades de la organización de las Jornadas en cada momento puedan explicar la evolución en cuanto a la estructura en secciones de la misma (ver tabla 1). En este sentido, de las cuatro secciones en que se organizaron las Jornadas de 1985 (Alimentación, Genética, Patología y Reproducción), únicamente se han mantenido como tales las secciones de Genética, Reproducción y Patología, aunque a esta última se añadió el término animal a su denominación. La sección denominada actualmente “Nutrición-Alimentación” se ha visto sometida a cambios en su denominación a lo largo de estos últimos años, englobando bajo la denominación inicial de “Alimentación” trabajos que posteriormente estarían en las secciones de “Calidad de los Productos” y “Sistemas Ganaderos”.

En el año 1991 se crea una sección dedicada a la Gestión y Economía, que aún con modificaciones en su nomenclatura desaparece como tal en el año 2003 para integrarse en la sección de “Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión”, creada en 1995 para las comunicaciones exclusivamente dedicadas al estudio de los sistemas de producción. Por último, como reflejo de la evolución ocurrida en la investigación en producción animal hacia los productos ganaderos, en el año 1991 se creó una nueva sección dedicada al estudio de la calidad de la canal y de la carne, esta sección ha ido afianzándose en las sucesivas Jornadas hasta consolidarse como “Calidad de los Productos” en las últimas ediciones.

Las líneas de investigación en que se subdividen las secciones también aportan una valiosa información en cuanto a la evolución en las prioridades de investigación en el país; a modo de ejemplo en el área de alimentación es clara la disminución de los trabajos relacionados con una investigación finalista, especialmente en condiciones de pastoreo, y un espectacular incremento de los estudios de valoración “in vitro”.

Cuando se analiza el total de comunicaciones presentadas en cada una de las secciones en el conjunto general destaca, por su importancia cuantitativa, la de “Nutrición-Alimentación” con un 23,5% y la que representa una menor importancia porcentual ha sido la sección de “Patología Animal”, con un 10,7%.

La evolución en la importancia relativa de cada sección en cada una de las Jornadas es muy variable, como se puede observar en la tabla 2, lo que podría ser interpretado como un reflejo de los estímulos impuestos a la investigación en determinados temas o la generación-reorientación de las líneas de investigación hacia los temas más “productivos” en cada momento, considerando este término en su sentido más amplio.

Otro aspecto a destacar de las Jornadas de Producción Animal es su carácter nacional, con una representación de la práctica totalidad de las comunidades autónomas, si bien destaca la importancia de Aragón, sede fija de las Jornadas, en cuanto al número de comunicaciones presentadas (25,2% del total).

Esta representación fue más importante relativamente en los primeros años por la proximidad y por la existencia de unos importantes núcleos de producción científico-técnica (INIA-SIA, Universidad, etc.). Como se puede ver en la tabla 3, la participación relativa de las distintas comunidades autónomas ha variado de manera importante a lo largo del tiempo, con oscilaciones reflejo, posiblemente, de las prioridades en la producción científica de los distintos grupos de investigación. En cuanto a la participación internacional, han sido relativamente importantes las comunicaciones presentadas en estos años procedentes de terceros países especialmente de Portugal y Venezuela, entre otros.

En la tabla 4 se expone la adscripción de los primeros firmantes de las comunicaciones presentadas a las Jornadas a los diversos organismos de investigación existentes en España. En el conjunto de comunicaciones, las Universidades han sido las mayores contribuyentes, con porcentajes superiores al 50% de las comunicaciones en todas las secciones. Las comunidades autónomas, con un 30,76% de las comunicaciones presentadas se sitúan en segundo lugar, mientras que el CSIC y el INIA presentan menores porcentajes, reflejo de su estructura territorial y sectorial. Es destacable, sin embargo, la importancia de las contribuciones del INIA a la sección de Genética, el 21,56% del total de comunicaciones presentadas y la escasa participación de las entidades privadas a las Jornadas, con tan solo el 1,2% de las comunicaciones presentadas.

Un análisis más detallado de este apartado, aún por realizar, nos permitirá estudiar la colaboración entre equipos de diversos organismos y si, realmente, las Jornadas han facilitado la “creación” de equipos “mixtos”.

Otra información analizada ha sido la evolución en el número medio de autores de cada comunicación presentada a las Jornadas (ver tabla 5). El valor medio de las 3010 comunicaciones estudiadas ha sido de 4,34 autores/comunicación, si bien existen diferencias entre secciones temáticas con un valor máximo en las comunicaciones presentadas en “Calidad de los Productos” (4,96 autores/comunicación) y un valor mínimo en la sección de “Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión” (3,83 autores/comunicación). Como se puede observar en la tabla 5, al avanzar en los años de las Jornadas se ha puesto de manifiesto un aumento significativo del número medio de autores por comunicación, en todas las secciones, con valores anuales medios de 2,83 autores/comunicación en 1987 y 5,41 autores/comunicación en 2009. Esta evolución puede ser un claro reflejo de la expansión de los equipos de investigación experimentada en España en los últimos años y en la totalidad de los diversos organismos de investigación, especialmente en las Universidades, consolidando los equipos ya existentes y permitiendo la creación de otros y la expansión de la ciencia animal hacia áreas nuevas. Nos queda por analizar y no es tarea fácil a partir de los datos disponibles, la evolución de la edad media de los participantes y, por lo tanto, poder determinar las posibilidades de futuro del conjunto de la Producción Animal en España.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados que aquí se presentan son, exclusivamente, resultados parciales. La amplitud de la información acumulada en estos 25 años permitirá posteriores análisis más amplios y, seguramente, la detección de “tendencias consolidadas” tanto en las temáticas tratadas, como en la evolución de los diversos equipos de investigación.

Sin caer en el triunfalismo, las Jornadas de Producción Animal de AIDA han supuesto un cambio en la estructura de las jornadas científicas de carácter nacional. Han permitido crear un foro común al conjunto de la ciencia animal, de carácter pluridisciplinar y “no excluyente”, ya que esta creación no ha supuesto ni la desaparición de otras asociaciones científicas, ni la reducción de reuniones científicas sectoriales.

La respuesta de los diversos equipos de investigación a la convocatoria de AIDA puede calificarse de positiva, como lo demuestran el incremento del número de comunicaciones presentadas y la amplia participación nacional e institucional alcanzada. Un análisis más amplio de la información disponible permitiría “detectar” nichos científicos a los que AIDA no ha conseguido implicar y que deberían ser objeto de un tratamiento especial, de cara a su posible integración.

La valoración global positiva de este análisis preliminar realizado no nos debe conducir a posiciones inmovilistas; el panorama de la ciencia animal en España es cambiante, la situación económica general no es favorable al desarrollo de los equipos de investigación y, por lo tanto, AIDA debe plantearse constantemente la adaptación de sus Jornadas a las nuevas circunstancias. Nuestro deseo es que estos datos que presentamos, junto a los nuevos que puedan añadirse, puedan servir a la Asociación en esta importante labor.

A modo de agradecimiento, este trabajo está dedicado a los Secretarios-Organizadores de las Jornadas: José Valderrábano (1985), Joaquín Uriarte (1987), Antonio Purroy (1989), Ricardo Revilla (1991), José Folch (1993), Beatriz Amorena (1995), Ignacio Delgado (1997), Clara Marín (1999), Pere Albertí (2001), Rafael Delfa (2003), Isabel Casasús (2005), Begoña Panea (2007), Margalida Joy (2009) y Albina Sanz (2011).

No podemos olvidar, tampoco, a los Organizadores de las primeras Jornadas de AIDA dedicadas a la Producción Animal: Manuel Espejo y Emilio Espinosa (1971), Xavier Alibés y Juan Pérez-Lanzac (1977) y Juan Pérez- Lanzac y Miguel Valls (1982).

Tabla 1. Evolución en la denominación de las secciones de las Jornadas (1985-2009).

Año	Denominación de las Secciones de las Jornadas		de Producción Animal de AIDA	
1985	Genética	Reproducción	Patología	Alimentación
1987	Genética	Reproducción	Patología	Alimentación
1989	Genética	Reproducción	Patología	Alimentación
1991	Genética	Reproducción	Patología	Nutrición-Sistemas de Producción
1993	Genética	Reproducción	Patología	Alimentación y Sistemas de Producción
1995	Genética	Reproducción	Patología	Nutrición
1997	Genética	Reproducción	Patología	Nutrición-Alimentación
1999	Genética	Reproducción	Patología	Nutrición-Alimentación
2001	Genética	Reproducción	Patología Animal	Nutrición y Alimentación Animal
2003	Genética	Reproducción	Patología Animal	Nutrición y Alimentación Animal
2005	Genética	Reproducción	Patología Animal	Nutrición-Alimentación
2007	Genética	Reproducción	Patología Animal	Nutrición-Alimentación
2009	Genética	Reproducción	Patología Animal	Nutrición-Alimentación
				General
				General
				Gestión y Economía
				Economía
				Economía y Gestión
				Economía y Gestión
				Gestión y Economía Agraria
				Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión
				Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión
				Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión
				Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión
				Calidad de la Canal y de la Carne
				Calidad de los Productos Ganaderos
				Productos/Canales-Carne
				Producción Monogástricos
				Productos/Leche
				Calidad de la Canal y de los Productos
				Calidad de la Canal y de los Productos
				Calidad de los Productos
				Calidad de los Productos
				Calidad de los Productos
				Calidad de los Productos

Tabla 2. Evolución en la distribución por secciones de las comunicaciones presentadas (% de las presentadas en cada Jornada) a las Jornadas de Producción Animal de AIDA (1985-2009).

	TOTAL (nº)	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009
Genética	506	26,6	24,1	21,6	17,1	15,2	16,2	15,6	15,3	20,0	20,1	19,5	22,8	18,9
Nutrición-Alimentación	566	33,0	25,0	17,3	28,9	32,4	15,2	23,4	22,5	18,2	22,0	27,0	24,0	22,2
Patología Animal	706	20,2	20,7	13,6	21,1	17,6	14,4	11,5	6,5	4,6	4,0	3,1	8,7	9,1
Reproducción	323	20,2	17,2	25,3	21,1	23,2	14,1	15,2	15,6	17,1	15,0	10,9	12,2	14,0
Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión	494		12,9	22,2	5,3	6,8	22,4	17,5	16,4	16,1	8,1	18,4	10,3	14,4
Calidad de los Productos	415				6,6	4,8	17,7	16,7	23,7	23,9	30,8	21,2	22,1	21,4

Tabla 3. Evolución en la distribución por regiones de origen de las comunicaciones presentadas (% de las presentadas en cada Jornada) a las Jornadas de Producción Animal de AIDA (1985-2009).

	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	Total
Aragón	29,8	42,2	38,3	28,5	33,3	29,6	26,3	19,0	18,9	20,9	19,8	18,2	22,2	25,2
Cataluña	6,4	7,8	8,6	13,2	13,3	16,6	15,9	16,0	16,1	19,4	23,6	20,6	18,9	16,3
Madrid	22,3	20,7	14,8	14,0	13,8	11,2	13,3	14,4	13,6	14,3	11,8	15,0	13,2	14,1
Castilla y León	1,1	4,3	1,9	3,5	5,0	7,6	7,8	16,0	17,9	14,7	12,2	12,3	9,1	9,7
Valencia	9,6	1,7	3,7	3,9	5,8	3,6	4,4	5,7	3,9	8,1	6,3	6,3	5,8	5,3
Galicia	8,5	2,6	4,9	5,3	6,7	7,2	6,3	3,0	1,1	0,4	2,1	3,2	6,2	4,2
Andalucía	5,3	3,4	8,6	7,9	1,7	2,5	2,6	4,6	3,6	1,8	3,5	4,7	4,1	4,0
Asturias	0,0	0,0	0,0	3,5	3,8	6,1	3,3	3,8	6,1	5,1	2,8	1,6	2,1	3,4
País Vasco	3,2	9,5	5,6	4,8	3,3	3,6	2,2	1,1	4,6	3,7	3,5	0,0	2,1	3,3
Castilla-La Mancha	3,2	0,9	2,5	2,6	3,3	1,4	6,7	3,8	3,9	1,8	3,1	1,6	1,6	2,9
Extremadura	2,1	0,9	3,7	4,4	1,3	1,1	2,6	2,7	1,4	2,2	2,1	5,5	3,3	2,6
Navarra	1,1	0,0	1,2	2,2	1,7	2,2	2,2	2,7	4,3	2,6	2,1	3,6	2,5	2,4
Murcia	1,1	2,6	1,2	0,4	2,5	5,1	0,4	1,5	0,7	1,1	1,7	1,2	1,6	1,6
Canarias	0,0	0,0	0,0	0,9	2,1	0,7	0,7	0,8	1,1	0,4	0,7	0,0	0,0	0,6
Cantabria	2,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,6	0,0	0,3
Baleares	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Otros Países	4,3	3,4	4,9	4,8	2,1	1,4	5,2	4,9	2,9	3,7	3,8	4,7	7,4	4,1

Tabla 4.- Adscripción a Organismos de los primeros firmantes de las comunicaciones (% de las presentadas en cada sección) a las Jornadas de Producción Animal de AIDA.

	TOTAL (n°)	Universidades (%)	Comunidades autónomas (%)	CSIC (%)	INIA (%)	Entidades privadas (%)	Otros (%)
Genética	566	53,89	21,73	1,06	21,55	0,71	1,06
Nutrición-Alimentación	706	60,76	26,20	10,76	0,00	1,27	0,99
Patología Animal	323	50,15	39,32	4,95	2,17	1,55	1,86
Reproducción	494	53,64	29,96	0,81	11,94	1,21	2,43
Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión	415	52,53	39,76	5,54	0,48	1,20	0,48
Calidad de los Productos	506	57,51	35,18	3,16	2,17	1,38	0,59
Total	3010	55,48	30,76	4,68	6,68	1,20	1,20

Tabla 5.- Evolución en los valores medios de nº de autores/comunicación de las aportaciones a las Jornadas de Producción Animal de AIDA (1985-2009).

	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	Total
Calidad de los Productos				3,13	4,25	4,53	4,82	4,92	5,06	4,86	5,42	5,66	4,92	4,96
Genética	2,56	2,82	3,23	3,49	3,76	3,91	3,69	4,05	4,73	4,40	4,51	5,37	5,70	4,20
Nutrición-Alimentación	3,23	2,76	3,36	3,52	3,72	3,67	4,56	4,25	4,22	4,37	4,47	4,72	4,94	4,09
Patología Animal	2,95	3,17	2,95	4,17	4,50	4,53	5,42	5,35	5,00	5,27	7,56	6,43	8,36	4,82
Reproducción	2,89	2,65	3,63	3,31	4,07	4,41	4,44	4,68	5,23	4,41	5,03	5,09	5,47	4,33
Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión		2,73	3,22	2,92	3,71	3,58	3,66	4,09	4,29	3,36	4,48	3,59	4,57	3,83
Total	2,93	2,83	3,31	3,55	3,98	4,07	4,37	4,48	4,74	4,49	4,84	5,17	5,41	4,34

Sistemas ganaderos
Economía y gestión

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL AGUA ELECTROLIZADA EN CIRCUITOS DE ORDEÑO DE EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO
Bartolomé, D.; Posado, R.; Rodríguez, L.; Bueno, F; Olmedo, S; García, J.J.; Martín-Diana, A.B.

Instituto Tecnológico Agrario, Junta de Castilla y León.
Finca Zamadueñas. Ctra. Burgos Km.119. 47071 Valladolid
E-mail: ita-barrodda@itacyl.es

INTRODUCCION

Los consumidores de leche requieren leche saludable, segura, libre de contaminación y sin olores desagradables. La industria lechera también demanda a los productores que la leche alcance ciertos estándares. Por tanto, las explotaciones deben dirigir sus esfuerzos a producir leche de calidad, entendiéndose como tal la que proviene del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas y que reúne las siguientes características: libre de gérmenes patógenos, mínimo de gérmenes saprófitos, libre de residuos químicos e inhibidores, mínimo de células somáticas y adecuadas condiciones organolépticas.

La calidad de leche óptima en las explotaciones se logra con procedimientos de ordeño bien estructurados y buena higiene en general. Después del ordeño, el equipo contiene residuos de la leche líquida y películas finas de leche secadas por el aire, que pueden eliminarse fácilmente aclarándolo con agua. Sin embargo, la limpieza incluye no sólo la eliminación de cualquier material no deseado después del ordeño, sino también, la de los microorganismos. Para ello, hay que combinar cuatro factores importantes: fuerza mecánica, calor, tiempo de contacto y agentes de limpieza. Respecto a éstos últimos, suelen emplearse detergentes y desinfectantes, aunque la mayoría de las veces se combinan ambos. Los detergentes pueden ser alcalinos o ácidos. Los alcalinos se suelen usar como detergente principal y suelen estar formados de cloro o componentes del cloro. Los ácidos se usan para eliminar las "piedras de leche", generalmente, una vez a la semana.

El uso inadecuado de ciertos desinfectantes químicos puede alterar gravemente el medio ambiente. Debido a consideraciones de seguridad en su manejo y de impacto ambiental, es previsible que en los próximos años su empleo disminuya.

Las soluciones de agua electrolizada representan el mayor avance en relación a la desinfección, presentándose como una alternativa eficaz y ecológica. Existen datos de su empleo como desinfectante en la industria alimentaria (Huang et al., 2008), de los pezones de la ubre en granjas de vacuno lechero (Yoshifumi, 2003) y de un sistema piloto de tuberías de ordeño creado a escala en el laboratorio (Walker et al., 2005a, 2005b), revelándose como un agente eficaz en programas de lavado superiores a los siete minutos y medio de duración. Sin embargo, no se han encontrado resultados referidos a explotaciones de vacuno lechero en funcionamiento.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la eficacia del agua electrolizada como agente de limpieza y desinfección del circuito de ordeño y del tanque de refrigeración en una granja de vacuno lechero, comparada con detergentes químicos convencionales.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo fue realizado en otoño de 2010, entre los meses de septiembre y noviembre, en una explotación de vacuno lechero con equipo propio de fabricación de agua electrolizada que está ubicada en el municipio leonés de Saelices de Payuelo.

El agua electrolizada es generada a través de un proceso de electrólisis diafragmática controlada, dando como resultado en el ánodo una solución oxidante, que ha perdido iones de hidrógeno y de sodio, denominada Anolyte (Redox: +900 mV, pH= 7,00), y en el cátodo tenemos una solución reductora, con exceso de sodio e hidrógeno, o Catolyte (Redox: -835mV, pH=11,00).

El programa de lavado aplicado utilizando la tecnología del agua electrolizada siguió los pasos del proceso normal. Primero se realizó un proceso de limpieza, seguido de una desinfección del sistema de ordeño (circuitos y tanque de refrigeración) dividido en varias fases: prelavado con Anolyte, lavado con Catolyte y aclarado final, de nuevo, con Anolyte.

No se modificó la duración habitual del programa de lavado instaurado en la explotación. A la finalización del proceso, se recogieron muestras tanto, cuando el lavado se realizó con agua procedente del pozo de sondeo y la combinación de los detergentes Ultra® (detergente alcalino clorado con fosfatos) y Cidmax® (desincrustante ácido) de Delaval, como cuando éste se realizó con agua electrolizada (combinación de Anolyte y Catolyte).

Las muestras correspondientes al agua de lavado de las pezoneras y las tuberías de la sala de ordeño fueron recogidas siempre después del primer ordeño del día, en la unidad final del equipo y de la utilizada en el último aclarado del programa de lavado. Las muestras correspondientes al lavado del tanque de refrigeración fueron recogidas siempre en el tubo de desagüe del tanque y de la utilizada para el último aclarado del programa de lavado.

En ambos casos, para la recogida de muestras, se emplearon recipientes estériles de 1 litro de capacidad y se aplicaron protocolos de manipulación e higiene que aseguraban la no alteración de las mismas. La persona encargada se colocó guantes de látex, realizó la desinfección con alcohol de 96° de la boquilla de desagüe tanto de la unidad final del equipo de ordeño como del tanque de frío, posteriormente fue secado con papel absorbente y las muestras fueron recogidas tras la salida continua del agua inicial por un período de un minuto.

Las muestras fueron almacenadas inmediatamente en refrigeración y trasladadas así durante 104 Km hasta el laboratorio de la Estación Tecnológica de la Leche de Palencia (acreditado por ENAC 147/LE377), donde se realizaron análisis microbiológicos mediante la técnica de filtración para el recuento de microorganismos aerobios a 30°C (Método PNT-1-124), coliformes totales (Método PNT-1-125), *Escherichia coli* (Método PNT-1-126) y *Streptococcus* fecales (Método PNT-1-127). El volumen total de muestra analizada por determinación fue de 300 ml. para Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Streptococcus* fecales. En el caso de aerobios mesófilos fue de 5 ml.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores medios obtenidos para los diferentes microorganismos analizados en las muestras de agua recogidas en función del producto empleado para la realización del lavado del circuito de ordeño y del tanque de refrigeración se muestran en la Tabla 1.

Como puede apreciarse en la tabla, para el lavado del circuito de ordeño no se detectó la presencia de los microorganismos contemplados en el análisis (aerobios, coliformes totales, *E. coli* y estreptococos fecales) en ninguno de los dos casos.

En el caso del tanque de refrigeración, los resultados obtenidos para los microorganismos aerobios mostraron una diferencia significativa tras el empleo de agua electrolizada con respecto al uso de Ultra® y Cidmax® de Delaval, ya que nunca fue detectada su presencia, hecho que siempre ocurrió en el caso del producto químico.

Por tanto, los resultados obtenidos fueron coincidentes con los presentados por Walker et al. (2005) en un sistema piloto de tuberías de ordeño creado a escala en el laboratorio, con la ventaja añadida de que provienen de una explotación real, lo que implicaría un reconocimiento de la eficacia del producto también en condiciones de campo.

Los resultados parecen indicar que el agua electrolizada mantiene la sanidad de los sistemas de ordeño de las explotaciones de vacuno lechero mejor que los detergentes químicos convencionales, además de ser un sistema medioambientalmente limpio y sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Huang, Y.R., Hung, Y., Hsu, S., Huang, Y., Hwang, D. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control*, 19:329–345. ● Walker, S. P., Demirci, A., Graves, R.E., Spencer, S.B., Roberts, R.F. 2005a. Cleaning milking systems using electrolyzed oxidizing water. *Transactions of ASAE*, 48:1827–1833. ● Walker, S. P., Demirci, A., Graves, R. E., Spencer, S. B., & Roberts, R. F. 2005b. CIP cleaning of a pipeline milking system using electrolyzed oxidizing water. *International Journal of Dairy Technology*, 58 :65-73. ● Yoshifumi, H. 2003. Improvement of the electrolysis equipment and application of slightly acidic electrolyzed water for dairy farming. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery* 65:27–29.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Tecnológico Agrario, (código de proyecto: 2010-1284) y fondos FEDER.

Tabla 1. Valor medio (ufc/100ml) y error estándar encontrado para los diferentes microorganismos analizados en función del tipo de agua empleado para lavar el tanque de frío y el circuito de ordeño.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
LAVADO CIRCUITO	Aerobios	Coliformes totales	E. coli	Streptococos fecales
	Ultra® - Cidmax®	0	0	0
	Agua electrolizada	0	0	0
LAVADO TANQUE	Aerobios	Coliformes totales	E. coli	Streptococos fecales
	Ultra® - Cidmax®	792±1.050,76	0	0
	Agua electrolizada	0	0	0

EFFICACY OF ELECTROLYZE WATER AS DESINFECTATION AGENT ON THE CIRCUIT MILKING AND FARM MILK TANKS

ABSTRACT: Due to security considerations in their management and environmental impact is expected in the coming years the use of chlorine as a disinfectant decreases in favor of more profitable alternatives. Among these alternatives, the electrolyzed water solutions now represent the greatest advance in regard to disinfection, appearing as an efficient, ecologically and economically. The aim of this study was to compare the efficacy of electrolyzed water as a substitute for traditional disinfectant circuit milking and tank milk in a dairy farm. For this purpose water samples were collected in sterile containers at the end of the washing process with two products which were sent to a laboratory accredited by ENAC (147/LE377) for microbiological analysis. No significant differences were observed in samples treated with chlorine and electrolyzed water in the case of the circuit milking disinfection. However, in the milk tanks disinfection electrolyzed water is better than chlorine because it eliminates aerobic microorganisms. Moreover, from an environmental point of view, the use of electrolyzed water is an advantage over chlorine due to its non polluting capacity.

Keywords: electrolyzed water, disinfection, dairy farm, milking systems

EFFECTO HIGIENIZANTE DEL AGUA ELECTROLIZADA SOBRE EL AGUA DE BEBIDA Y LA CALIDAD HIGIENICO SANITARIA DE LA LECHE

Bartolomé, D.; Posado, R.; Rodríguez, L.; Bueno, F.; Olmedo, S; García, J.J.; Martín-Diana, A.B.

Instituto Tecnológico Agrario, Junta de Castilla y León.
Finca Zamadueñas. Ctra. Burgos Km. 119. 47071 Valladolid
E-mail: ita-barrodda@itacyl.es

INTRODUCCION

El agua electrolizada es un tipo de agua con unas determinadas propiedades biocidas, fungicidas y esporicidas. La clave del éxito radica en la activación de la misma, que le confiere una alta capacidad oxidante y por lo tanto, resulta muy eficaz contra la lisis de membranas de microorganismos. Aunque durante su activación se produce ácido hipocloroso, éste se encuentra estabilizado, lo cual garantiza seguridad en su manejo y un carácter respetuoso con el medio ambiente.

Existen numerosas publicaciones que hacen referencia a su eficacia en la desinfección de equipos diseñados para el procesado de alimentos (Venkitanarayanan et al., 1999; Kim et al., 2001; Ayebeh et al., 2005; Ayebeh y Hung, 2005), vegetales frescos (Yang et al., 2003; Rico et al., 2008), frutas (Al-Haq et al., 2001; Okull y Laborde, 2004), huevos (Russell, 2003), carne de pollo (Park et al., 2002; Kim et al., 2005), panceta de cerdo (Fabrizio y Cutter, 2004), salchichas y jamón (Fabrizio y Cutter, 2005), pescados y mariscos (Ozer y Demirci, 2006; Huang et al., 2006).

Sin embargo, la escasa información publicada sobre su empleo como higienizante del agua de bebida del ganado vacuno y su posible repercusión en la calidad higiénico-sanitaria de la leche, hace muy interesante que se desarrollen estudios evaluando la eficacia de las mismas. Así, se pretendió comprobar si el empleo de agua electrolizada como agua de bebida en sustitución de la procedente del pozo de sondeo de la explotación, tenía efecto o no, sobre la cantidad y presencia de ciertas bacterias en el agua ingerida por las vacas, además de sobre la calidad microbiológica de la leche producida por éstas.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo fue realizado en otoño de 2010, entre los meses de septiembre y noviembre, en una explotación de vacuno lechero con equipo propio de fabricación de agua electrolizada y ubicada en el municipio leonés de Saelices de Payuelo.

El ensayo tuvo una duración de 80 días. Durante los 25 primeros, todos los animales en producción de la granja tuvieron a libre disposición agua procedente del pozo de sondeo en los bebederos, mientras que en los 55 siguientes ésta se sustituyó por ANK-Agua Electrolizada Neutra diluida (Ácido hipocloroso –HOCl-, Redox: +525 mV, pH=7,00).

Se realizaron 3 tomas de muestras de agua de bebida en recipientes estériles de 1 l. de capacidad directamente sobre los bebederos, durante ambos periodos y con un intervalo de una semana entre cada toma. Al mismo tiempo, y siguiendo el mismo régimen de tomas, también se recogieron muestras de leche del tanque de frío de la explotación en recipientes estériles y previa adición de una gota de azidiol, después del primer ordeño del día.

Todas las muestras recogidas, tanto de leche como de agua, fueron inmediatamente refrigeradas y trasladadas así durante 104 Km hasta el laboratorio de la Estación Tecnológica de la Leche de Palencia, certificado por la FDA (SP35300) y acreditado por ENAC (147/LE 377 y 578/LE1217) para la realización de los siguientes análisis microbiológicos en el agua de bebida mediante la técnica de filtración: recuento de microorganismos aerobios a 30°C (Método PNT-1-124), *Coliformes* totales (Método PNT-1-125), *Escherichia coli* (Método PNT-1-126) y *Streptococcus* fecales (Método PNT-1-127). El volumen total de muestra analizada por determinación fue de 300 ml. para *Coliformes* totales, *Escherichia coli* y *Streptococcus* fecales. En el caso de aerobios mesófilos fue de 5 ml.

Mientras que, en las muestras de leche se analizaron: recuento de células somáticas (PE/LILCYL/08), bacteriología total (PE/LILCYL/09) y recuento de *Stafilococcus* coagula positivo (Siembra en placa con Baird-Parker + RPF).

Se realizó un análisis de varianza de una vía de todos los recogidos utilizando el programa informático SPSS para Windows versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores medios obtenidos para los diferentes parámetros analizados en las muestras de agua de bebida y de leche recogidas, antes y después del suministro de agua electrolizada se muestran en las Tablas 1 y 2.

Las muestras recogidas de los bebederos con agua electrolizada mostraron siempre resultados negativos para *Coliformes* totales, *E. coli* y *Streptococos* fecales y muy bajos para la contaminación de microorganismos aerobios. Por otro lado, se observó un descenso muy significativo del recuento de células somáticas ($P < 0,001$) y de *Stafilococos* coagulasa positivo ($P < 0,01$) en la leche procedente de vacas que habían ingerido agua electrolizada diluida. En el primer caso, el descenso fue paulatino, mientras que en el segundo fue totalmente brusco.

De los resultados obtenidos se desprende que el empleo de agua electrolizada diluida como agua de bebida en sustitución de la procedente del pozo de sondeo, reduce en un 99% la contaminación de microorganismos aerobios y un 100% la de *Coliformes* totales, *E. coli* y *Streptococos* fecales y mejora notablemente la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Haq, M. I., Seo, Y., Oshita, S., Kawagoe, Y. 2001. Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on post harvest brown rot of peach. *Horticultural Science*, 36:1310–1314. ● Ayebah, B., Hung, Y. C. 2005. Electrolyzed water and its corrosiveness on various surface materials commonly found in food processing facilities. *Journal of Food Process Engineering*, 28:247–264. ● Ayebah, B., Hung, Y. C., Frank, J. F. 2005. Enhancing the bactericidal effect of electrolyzed water on *Listeria monocytogenes* biofilms formed on stainless steel. *Journal of Food Protection*, 68:1375–1380. ● Fabrizio, K. A., Cutter, C. N. 2004. Comparison of electrolyzed oxidizing water with other antimicrobial interventions to reduce pathogens on fresh pork. *Meat Science*, 68:463–468. ● Fabrizio, K. A., Cutter, C. N. 2005. Application of electrolyzed oxidizing water to reduce *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Science*, 71:327–333. ● Huang, Y. R., Hsieh, H. S., Lin, S. Y., Lin, S. J., Hung, Y. C., Hwang, D. F. 2006. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food control*, 17:987–993. ● KIM, C.; HUNG, Y. C.; BRACHETT, R. E.; FRANK, J. F. (2001). Inactivation of *Listeria monocytogenes* biofilms by electrolyzed oxidizing water. *Journal of Food Processing and Preservation*, 25:91–100. ● KIM, C.; HUNG, Y. C.; RUSSELL, S. M. (2005). Efficacy of electrolyzed water in the prevention and removal of fecal material attachment and its microbicidal effectiveness. *Poultry Science*, 84:1778–1784. ● Okull, D.O., Laborde, L. F. 2004. Activity of electrolyzed oxidizing water against *Penicillium expansum* on suspension and on wounded apples. *Journal of Food Science*, 69:23–27. ● Ozer, N. P.; Demirci, A. 2006. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* Scott A and response surface modelling. *Journal of Food Engineering*, 72:234–241. ● Park, C. M., Hung, Y. C., Brackett, R. E. 2002. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *International Journal of Food Microbiology*, 72:77–83. ● Rico, D., Martín-Diana, A.B., Barry-Ryan, C., Frias, J. M., Henehan, G. T. M., and Barat, J. M. 2008. Use of neutral electrolyzed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally processed-lettuce. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9, 37-48. ● Russell, S. M. 2003. The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs. *Poultry Science*, 82, 158–162. ● Venikitanarayanan, K. S., Ezeike, G. O., Hung, Y. C., Doyle, M. P. 1999. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *Journal of Food Protection*, 62:857–860. ● Yang, H.; Swem, B.L.; Li, Y. 2003. The effect of pH on inactivation of pathogenic bacteria on

fresh-cut lettuce by dipping treatment with electrolyzed water. *Journal of Food Science*, 68:1013–1017.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Tecnológico Agrario (código de proyecto: 2010-1284) y fondos FEDER.

Tabla 1. Valor medio (ufc/100ml), error estándar y significación estadística encontrada para los diferentes microorganismos analizados en función del agua de bebida suministrada a los animales.

Microorganismos analizados en el agua	AGUA DE BEBIDA SUMINISTRADA		Grado de significación
	Pozo de sondeo	ANK diluida	
Aerobios	515.000 ^a	1.192,75 ^b	P<0,01
Coliformes totales	90.000 ^a	0 ^b	P<0,001
<i>E. coli</i>	2.000 ^a	0 ^b	P<0,001
<i>Streptococos</i> fecales	10.000 ^a	0 ^b	P<0,001

Tabla 2. Valor medio, error estándar y significación estadística encontrada para el RCS, bacteriología y recuento de estafilococos coagulasa positivo (ufc/ml) de la leche en función del tipo de agua suministrada a los animales.

Parámetros analizados en leche	AGUA DE BEBIDA SUMINISTRADA		Grado de significación
	Pozo de sondeo	ANK diluida	
RCS	368.307,69±65.848,17 ^a	202.396,55±46.731,19 ^b	P<0,001
Bacteriología	29,91±15,07	27,91±4,41	n.s.
<i>Stafilococos</i>	2,65±2,6 ^a	1 ^b	P<0,01

SANITIZING EFFECT OF ELECTROLYZED WATER ON DRINKING WATER QUALITY AND MILK HYGIENE

ABSTRACT: The electrolyzed water is a type of water with biocidal properties, fungicidal and sporicidal. Its effectiveness is caused by its activation which gives it a high oxidation capacity. Therefore, electrolyzed water becomes a very effective breaker of cell membrane of microorganisms. Although during its activation, hypochlorous acid is released, it is instantly stabilised, which guarantees the safety in handling and respect for the environment. The aim of this study was to determine the effect of electrolyzed water as drinking water on the presence of bacteria in the water consumed by cows and the microbiological quality of milk produced. Water samples collected from drinking electrolyzed water showed negative results for contamination by aerobic, total coliforms, *E. coli* and faecal *streptococci*. Data showed a significant decrease of somatic cell count, total bacteriology and coagulase positive count in milk from cows that had drunk electrolyzed water.

Keywords: electrolyzed water, intake, milk hygiene

EFFECTO DEL USO DE AGUA ELECTROLIZADA COMO AGUA DE BEBIDA SOBRE EL PH Y GASES SANGUÍNEOS DE VACAS LECHERAS

Bartolomé, D.J.; Posado, R.; Olmedo, S; García, J.J.; Martín-Diana, A.B.
Instituto Tecnológico Agrario, Junta de Castilla y León
Finca Zamadueñas. Ctra. Burgos Km. 119. 47071 Valladolid
E-mail: ita-barrodda@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El agua electrolizada es el agua procedente de la electrólisis diafragmática. El método de obtención es relativamente sencillo, consiste en hacer pasar una solución saturada de cloruro sódico al 26% diluida en agua de la red, a través de un electrolizador.

Su empleo en producción animal es una práctica relativamente reciente. Aún no existe mucha bibliografía al respecto, si bien, ya se han realizado estudios preliminares en algunas especies domésticas fuera de nuestras fronteras. Así, Northcutt et al. (2007), encontraron que suministrada como agua de bebida a broilers 16 horas antes de su sacrificio, reducía significativamente la diseminación bacteriana en la cavidad interna de la canal. En caballos árabes se ha empleado para mejorar sus prestaciones durante la competición y en lechones, los resultados proporcionados por ganaderos que la han empleado señalan un 80% menos de gastos en medicación, un 70% de reducción de la mortalidad y un incremento adicional en la ganancia de peso de 450 gramos por animal en 4 semanas.

En ganado vacuno, Ferguson et al. (2008) observaron un incremento significativo de la producción y contenido en grasa de la leche obtenida de un grupo de vacas frisonas a las cuales se suministró agua electrolizada durante un período de 12 semanas.

El objetivo de este primer estudio piloto fue examinar el efecto de la ingestión de agua electrolizada sobre el equilibrio ácido-base sanguíneo de vacas frisonas en producción.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo fue realizado en una granja de vacuno lechero localizada en la provincia de León que disponía de un equipo propio para la fabricación de agua electrolizada. Se seleccionaron al azar trece hembras bovinas de raza Holstein de diferentes edades y estadios de su curva de lactación, a las que se tomaron muestras sanguíneas de la vena coccígea, inmediatamente después del primer ordeño del día.

El ensayo tuvo una duración de ochenta días. En los veinticinco primeros los animales ingirieron agua procedente del pozo de sondeo, no tratada, realizándose tres tomas de sangre durante este tiempo con un intervalo de una semana entre toma y toma. Mientras que, en los cincuenta y cinco días siguientes, se suministró a los animales ANK-Agua Electrolizada Neutra diluida (Ácido hipocloroso -HOCl- , Redox: +525 mV, pH=7,00) como agua de bebida, realizándose, trascurrido un período de adaptación de 15 días, cuatro extracciones de sangre con un intervalo de dos semanas.

La extracción de sangre se realizó con tubos de vacío heparinizados de los que inmediatamente después se tomó una gota de sangre que fue depositada en el cartucho desechable EG7+ e introducido en el analizador clínico portátil I-STAT[®] que emplea dos minutos para determinar en sangre el valor de los siguientes parámetros sanguíneos: pH, presión parcial de dióxido de carbono (PCO_2), bicarbonato (HCO_3^-), exceso de bases estándar (BE_{ecf}), presión parcial de oxígeno (PO_2), saturación de oxígeno (sO_2) y dióxido de carbono total (TCO_2).

La ración suministrada a los animales del lote seleccionado fue la misma durante los 3 meses que duró el ensayo. Del mismo modo, tampoco se observaron procesos patológicos en ninguno de los animales objeto de seguimiento.

Se realizó un ANOVA de una vía de todos los recogidos utilizando el programa informático SPSS para Windows versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores sanguíneos medios obtenidos para el pH, PCO₂ (mmHg), PO₂ (mmHg), TCO₂ (mEq/l), HCO₃⁻ (mEq/l), BE_{ecf} (mEq/l) y sO₂ (%) en función del tipo de agua suministrada a los animales se reflejan en la Tabla 1.

Las concentraciones de pH, PCO₂, TCO₂ y HCO₃⁻ obtenidas tanto antes como después de comenzar el suministro de agua electrolizada a las vacas son similares a las consideradas como fisiológicas para la especie bovina (Kaneko et al., 1997; Ohtsuka et al., 1997; Prieto Montaña, 1999; Radostits et al., 2002). Mientras que los valores de sO₂ y PO₂, se encuentran por encima de los publicados por Gokce et al. (2004) y Fisher et al. (1980), respectivamente. Lo mismo sucedió con los obtenidos para BE_{ecf}, resultan muy superiores a los señalados por Braun et al. (1990) y Szenci y Besser (1990) para sangre venosa de bovinos.

No se encontraron diferencias significativas referidas a la edad o la fase de lactación en la que se encontraban las vacas muestreadas para los parámetros analizados. Sí se observó que el equilibrio ácido-base sanguíneo de las vacas muestreadas fue condicionado por la ingestión de agua electrolizada. Así, los parámetros HCO₃⁻, BE_{ecf}, PO₂, sO₂ y TCO₂ incrementaron significativamente su valor medio durante el período en que las vacas bebieron ANK-Agua Electrolizada Neutra diluida. Estos resultados difieren de los obtenidos por Ferguson et al. (2008), que en un ensayo similar obtuvo todo lo contrario para tres parámetros: BE_{ecf}, HCO₃⁻ y TCO₂ que disminuyeron significativamente. Esta diferencia podría ser achacable a que el citado autor utiliza un lote testigo y un lote control de animales diferentes, mientras que en nuestro caso, los mismos animales actuaron como uno u otro en función del período controlado.

Los resultados apuntan hacia la posibilidad de que el agua electrolizada provocaría un aumento de la actividad y eficacia de la microflora ruminal, ya que los resultados obtenidos coinciden en parte con los señalados por Morgante et al. (2009) para vacas frisonas en lactación con un valor de pH ruminal superior a 5,8, considerado como normal y que indicaría el no padecimiento de acidosis ruminal subaguda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun, U., Steiner, A., Kaeig, B. 1990. Clinical, haematological and biochemical finding and the results of treatment in cattle with acute functional pyloric stenosis. *Veterinary Record*. 126: 107-110. • Ferguson, J.D., Remsburg, D., Wu, Z. 2008. Influence of electrolyzed alkaline water on milk production in dairy cows. *J. Anim. Sci.* Vol.86, E-Suppl.2/J. Dairy Sci. Vol.91, E-Suppl.1, pp. 609. • Fisher, E.W., Sibartie, D., Gimshaw, T.R., 1980. Comparison of the pH, pCO₂, pO₂ and total CO₂ content in blood from the brachial and caudal auricular arteries in normal cattle. *Br Vet J.* 136 (5): 496-499. • Gocke, G., Citil, M., Gunes, V., Atalan, G. 2004. Effect of the time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. *Research in veterinary Science.* 76: 121-127. • Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. San Diego: Academic Press. 932 p. • Morgante, M., Gianesella, M., Casella, S., Ravarotto, L., Stelletta, C., Giudice, E. 2009. Blood gas analyses, ruminal and blood pH, urine and faecal pH in dairy cows during subacute ruminal acidosis. *Comp Clin Pathol*, 18:229-232. • Northcutt, J., Smith, D., Ingram, K.D., Hinton, A., Musgrove, M. 2007. Recovery of bacteria from broiler carcasses after spray washing with acidified electrolyzed water or sodium hypochlorite solutions. *Poultry Science*, 86:2239-2244. • Ohtsuka, H., Mori, K., Koiwa, M., Sato, H., Yoshino, T., Takahsi, K. 1997. Metabolic alkalosis in caliform mastitis. *J Med Med Sci.* 59: 471-472. • Prieto Montaña, F. 1999. *Exploración Clínica Veterinaria*. León: Universidad de León. 563 p. • Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W. 2002. *Medicina*

Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 9ª Ed. Vol. II. 2215 p. • Szenci, O., Besser, T. 1990. Changes in blood gas and acid-base values of bovine venous blood during storage. JAVMA, 197: 471-474.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Tecnológico Agrario (código de proyecto: 2010-1284) y fondos FEDER.

Tabla 1. Valor medio de los parámetros sanguíneos analizados junto con el error estándar y significación estadística encontrada en función del tipo de agua suministrada a los animales.

		AGUA DE BEBIDA SUMINISTRADA		Grado de significación
		NORMAL	ELECTROLIZADA	
Parámetros sanguíneos	pH	7,45±0,09	7,46±0,08	NS
	PCO2	41,33±8,39	42,56±8,79	NS
	PO2	76,05±44,04 ^b	107,25±58,73 ^a	P<0,01
	HCO3	28,52±3,77 ^b	30,11±2,54 ^a	P<0,01
	BE	4,57±4,60 ^b	6,39±2,84 ^a	P<0,05
	sO2	85,09±15,23 ^b	92,13±10,45 ^a	P<0,01
	TCO2	29,73±3,85 ^b	31,37±2,66 ^a	P<0,01

INFLUENCE OF ELECTROLYZED WATER INGESTION ON PH AND BLOOD GAS IN DAIRY COWS

ABSTRACT: Electrolyzed water is a type of water produced by the electrolyses of sodium chloride saturated water. Its use in animal production is recent. Yet there is little literature on the subject, although in broilers (Northcutt et al, 2007) supplied as drinking water for 16 hours before slaughter reduced significantly bacterial spread in the inner cavity of the channel. In Arabian horses it has improved their performance during competition, and even in piglets, the results provided by farmers who used it indicate a 80% less medication costs and a 70% reduction in mortality. Moreover, there was an increment of weight of 450 grams during the four weeks.

The aim of this pilot study was to examine the effect of electrolyzed water intake on blood acid-base balance of dairy cows of different ages and times of their lactation curve. In order to do this, it was used the portable clinical analyzer I-STAT® which uses disposable cartridges to determine blood pH and the following blood gases: partial pressure of carbon dioxide, bicarbonate, standard base excess, partial oxygen pressure, oxygen saturation and total carbon dioxide. The results showed that the electrolyzed water ingestion caused a significant increase in all parameters examined except for pH and partial pressure of carbon dioxide in the blood.

Keywords: electrolyzed water, dairy cows, blood ph, blood gas analyses

CONCENTRACIÓN DE LA ENTREGA Y DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CONTEXTO DE UNA CADENA PRODUCTIVA DE LECHE DE BRASIL - UN ESTUDIO PROSPECTIVO

Valandro Soares, J.C.¹; Dias, E.M.; Cunha, J.P.; Silveira, V.C.P.

¹ Docente do Departamento de Engenharia de Produção da UFG/CAC, Universidade Federal de Goiás/Campus Catalão (UFG/CAC) - Departamento de Engenharia de Produção - Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar nº 1120, Setor Universitário - CEP: 75.704-020 – Catalão – Goiás/Brasil. j-cvs@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Es evidente que el sector lácteo de Brasil ha experimentado grandes transformaciones en los años 90, sobre la base de múltiples variables. Rubez (2001) señala que, históricamente, el negocio de lácteos en Brasil ha pasado por transformaciones, pero fue en 1990 cuando empezaron a surgir cambios significativos en este sector, a partir de que la ahora extinta Superintendencia Nacional de Abastecimiento (Sunab) puso fin a la fijación de precios, que había durado casi medio siglo. Posteriormente, la transferencia de la vigilancia de la calidad de leche a los estados y municipios facilitó el control del producto ilegal. En ese momento la inflación era de alrededor de 3% al día. Silva y Appel (2002) corroboran esta afirmación señalando que el sector lácteo ha sufrido una profunda transformación desde los años 90. El impacto inicial fue sentido con la liberación del precio de la leche en 1991 después de 40 años de precios fijos, permitiendo que las fuerzas del mercado determinasen el comportamiento de los precios de los productos lácteos en la cadena. A lo largo de esta década el país ha lanzado su mercado tras el acuerdo comercial entre Argentina, Uruguay y Paraguay, y más recientemente Chile, países que forman el MERCOSUR. A partir de 1994, con el Plan Real, el país comenzó a vivir sin el ciclo inflacionario. Todos estos eventos constituyeron un cambio significativo en la producción de leche del país.

Todavía en los años 90, Vidor (2002) señala que el agro-negocio brasileño experimenta un cambio histórico. La cadena de producción de leche, en particular, sufrió un gran impacto por la desregulación y la integración comercial regional. Estos factores pusieron de manifiesto bajos niveles de eficiencia técnica y de calidad del producto final, lo que demuestra la necesidad de acciones para mejorar esta situación. Al reafirmar los cambios antes mencionados, Valandro Soares (2009) señala que la agroindustria de lácteos en Brasil, y el segmento de leche líquida, pueden y deben aumentar su competitividad frente a la competencia externa y las contingencias ambientales.

Un aspecto defendido en la literatura se refiere a la exclusión de los productores de leche de pequeña escala (pequeños agricultores) en un contexto ambiental nuevo, con la consiguiente ocupación del espacio de comercialización de la producción a mayor escala, lo que da lugar a una concentración de la producción y el suministro por el perfil de los productores de leche a gran escala. Fepagro (1998) indicaba que bajo el escenario de la integración global, y especialmente la integración con el Mercosur, la unidad productiva de Brasil, eminentemente familiar y de subsistencia, fue la más afectada por los cambios mencionados anteriormente, y en consecuencia quedó discapacitada para reaccionar a las demandas del mercado. Campos y Bianchini (2003) afirman que las demandas de los grandes establecimientos, sobre todo en las escalas de producción, implementación de tecnologías modernas, reducción de costos y aumento de la competitividad, tendrán como consecuencia la exclusión de los pequeños agricultores que, descapitalizados y lejos de tener incentivos, acabarán por ceder su espacio para productores de mayor capacidad productiva.

El objetivo de este trabajo es verificar el comportamiento histórico de la concentración de la producción y entrega de leche por los agricultores en el contexto de la cadena de producción de leche en Brasil, teniendo en cuenta el período 1993-2009.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se describen, con carácter exploratorio, las características y peculiaridades de la cadena de producción brasileña de leche a partir de datos bibliográficos secundarios. Se realiza también un análisis cuantitativo mediante el uso de indicadores de tendencia central y dispersión, relacionado con las estadísticas descriptivas de la media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Se utilizaron los datos de las entregas mensuales de leche por los agricultores a una cooperativa agrícola en Goiás Sureste, el Coacal, desde 1993 hasta 2009. Los datos anteriores fueron obtenidos en la propia Coacal y tras un proceso de depuración fueron analizados. En este sentido, en función de los códigos identificativos de los asociados de cada año, del tiempo de permanencia y de la producción anual para cada uno, se calculó la media mensual. A efectos de cálculo, en los casos en que el socio no realizó entregas en al menos el 25% de los meses de un año, la producción de este año fue descartada. Realizada esta corrección, los productores se dividieron para cada año (1993-2009) en 4 cuartiles (q1-q4) según los volúmenes de entrega de leche. En función de estos cuartiles, se calculó su porcentaje sobre la entrega de cada trimestre, para obtener el comportamiento histórico del nivel de concentración de las entregas de leche en la cadena productiva en estudio. En este sentido, se propuso un indicador de la concentración (índice IC) de la producción y entrega de leche definido como la relación entre el porcentaje relativo del 25% de los productores con mayor promedio mensual de entrega y el restante 75%. En otras palabras, la idea es mostrar cuál es el porcentaje relativo que los 25% que más leche entregaron tienen en relación con los demás. Por lo tanto, para cada año se calculó un IC, y se examinó el comportamiento en este indicador durante el período 1993-2009. También se discuten consideraciones sobre el comportamiento del porcentaje relativo de cada cuartil de los productores en términos de producción y entrega de leche a Coacal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje medio de la leche para su distribución por cuartil de productores, teniendo en cuenta el período 1993 a 2009, diecisiete años por lo tanto, y su variabilidad expresada como coeficiente de variación (CV) de los porcentajes anteriores.

Tabla 1 - El porcentaje medio de entrega de leche por cuartil (1993-2009) y el CV

Cuartil	1	2	2	4
Media (%) / coef. de variación (%)	6,94/10	13,77/6	22,65/5	56,47/4

Examinando estos indicadores, en particular los coeficientes de variación, se percibe que las variaciones en cada cuartil no eran muy importantes desde el punto de vista estadístico, ya que la recomendación a efectos de la representatividad de los promedios de las muestras es que los coeficientes de variación se ubiquen por debajo de 30%. En otras palabras, se puede utilizar el porcentaje medio de entrega de la leche para construir deducciones. Estos coeficientes de variación también pueden estar indicando que no hubo cambios significativos en el desplazamiento del porcentaje de las entregas de leche de un cuartil a otro. La literatura es recurrente en señalar que las transformaciones sufridas por la industria láctea de Brasil en los años 90 produjeron la exclusión de los pequeños agricultores, que fueron cediendo su espacio a otros productores de mayor capacidad de producción y la resultante concentración de la producción lechera en Brasil.

En términos del índice de concentración, la Tabla 2 muestra el índice correspondiente a cada año de análisis, con una media de 1,31 y un reducido coeficiente de variación (10%). En este sentido, se puede afirmar que el cuartil 4 ofrece una cantidad de leche 31% mayor de la que entregan el 75% restante de los productores. Los datos de la cooperativa señalan que los 25% mayores productores han sido responsables históricamente de más del 50% del total del producto entregado a Coacal; y los 25% productores que menos entregas realizaron en volumen de leche de poco menos del 7% del total de las entregas.

Tabla 2. Índice de concentración (IC) para el período 1993-2009

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
IC	1,08	1,17	1,22	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,33	1,44	1,33	1,27	1,27	1,27	1,63	1,56	1,33

Los datos de la Tabla 2 se muestran en la Figura 1. En los últimos años del periodo en análisis se percibe una evidente tendencia de crecimiento, es decir, una tendencia de la concentración de las entregas, de acuerdo con lo indicado en la literatura. Un análisis más detenido de los indicadores permite inferir que tal concentración experimentó una intensificación a partir del año 2000, aunque tímida. Sin embargo, a pesar de la tendencia observada, su intensidad merece una evaluación adicional para justificar las hipótesis de la literatura. En este sentido, se sugiere la consideración de más datos de esta cadena, así como realizar este mismo análisis en otras cadenas, incluidas las de otras regiones de Brasil, para enriquecer los estudios de esta naturaleza.

Por último, se sugiere que nuevos estudios deben abordar la evolución del número de productores en el período y su producción de leche, con el fin de verificar si hay una reducción efectiva del número de pequeñas explotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, A. & Bianchini, V. 2003. <http://www.prolides.org.br/Brasil/Textos/mercosul.htm>
- Fepagro 1998. Fepagro N° 3, 94 p
- Rubez, J. 2001. <http://www.leitebrasil.org.br>
- Silva, A. de C. C. da & Appel, G. S. 2002.
- Valandro Soares, J.C. 2009. Enegep 2009
- Vidor, A. C. M. 2002. CEPAN - UFRGS.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás.

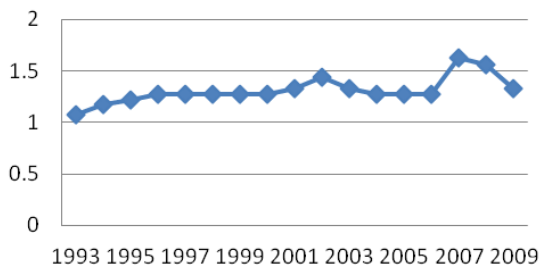


Figura 1 - Índice de concentración (IC) para el período 1993-2009

CONCENTRATION OF DELIVERY AND PRODUCTION OF MILK IN THE CONTEXT OF A BRAZILIAN DAIRY PRODUCTION CHAIN - AN EXPLORATORY STUDY

ABSTRACT: It is known that the Brazilian dairy sector has experienced major transformations in the 90s. As reported in the literature, such changes would have caused the exclusion of small-scale producers with a consequent concentration of milk production to producers of larger size. The objective of this study is to analyze the historical behavior of the concentration of production and delivery of milk in the context of a dairy production chain in Brazil, considering the period 1993/2009. For this purpose, a concentration index for milk deliveries (IC) was calculated. The evolution of the IC in the period under consideration shows a slight upward trend, i.e., towards concentration of deliveries, as the literature indicates.

Keywords: dairy chain, changes, concentration, Brazil.

PROPUESTA, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA IDENTIFICACION DEL ESPÍRITU EMPRENDEDOR EN LOS PRODUCTORES RURALES – UN ESTUDIO METODOLÓGICO

Valandro Soares, J.C.¹; Silva, A.C.de P.; Peixoto Junior, W.A.; Silveira, V.C.P.

¹ Docente do Departamento de Engenharia de Produção da UFG/CAC – j-cvs@hotmail.com

- Universidade Federal de Goiás/Campus Catalão (UFG/CAC) - Departamento de Engenharia de Produção - Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar nº 1120, Setor Universitário - CEP: 75.704-020 – Catalão – Goiás/Brasil

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la iniciativa empresarial, o la figura del emprendedor, ha sido objeto de considerable debate en la literatura, y etiquetado siguiendo numerosos estereotipos, sin llegar al establecimiento real de su concepto y significado. Según Carland et al. (1984), uno de los principales problemas en los estudios de la iniciativa empresarial es la definición y la identificación de lo que es ser "emprendedor", ya que, estos autores sugieren que, entre otras controversias, muchos estudios no distinguen adecuadamente entre los empresarios y los propietarios de pequeñas empresas. Esto puede ocurrir debido a la naturaleza de iniciativa empresarial, ya que los investigadores dicen que el tema no posee una teoría conceptual teórica universal consolidada (Souza, 2001; Fillion, 1999; Carland et al., 1984).

Giménez et al. (2001) consideran la iniciativa empresarial un atributo subjetivo y afirman que es "difícil de cuantificar un atributo subjetivo, no hay prueba o instrumento universal que pueda ser considerado como técnica de campo". En consecuencia, Souza y Lopez Júnior (2005) proclaman que la construcción y validación de instrumentos de investigación, con el objetivo de identificar las características y las capacidades empresariales, así como las lagunas en la formación de los empresarios, comienzan a jugar un papel en esta área de estudio así como para orientar las acciones de estímulo y consolidación de los nuevos desarrollos. Cooper et al. (1997) corroboran estas afirmaciones señalando que, a pesar de muchos intentos de definir y caracterizar el espíritu emprendedor, todavía hay una falta de consenso en la determinación de sus características y métodos de evaluación. Según Santos (2004), hay muchos instrumentos que se han desarrollado y probado en todo el mundo para tratar de evaluar el perfil emprendedor. Sin embargo, estos instrumentos no siempre muestran los mismos resultados en estudios comparativos, y muchas veces fallan los testes que intentan correlacionarlos.

En el caso de las zonas rurales, esta situación se agrava aún más, y la falta de estudios en este sentido es un hecho. Por lo tanto, a fin de contribuir a la discusión de este tema, el objetivo es evaluar una encuesta propuesta, sobre la base de datos, todavía incipientes, obtenidos de la aplicación de la encuesta estructurada para identificar el perfil empresarial de los agricultores de una cadena productiva de lechera de Brasil.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se configura como un primer análisis de los datos obtenidos de la aplicación de una encuesta que fue construida deliberadamente para identificar el perfil empresarial de los productores rurales. En esta perspectiva, se realizó un pre-test el 25/11/2010 en una muestra no probabilística y de conveniencia de 37 agricultores que conforman una cadena productiva de leche del sureste de Goiás. Estos productores lecheros entregan su producción a la cooperativa de esa cadena, Coacal. Inicialmente se propuso una versión inicial del cuestionario basado en la bibliografía sobre la materia en cuestión. Esta primera versión tuvo 26 atributos (preguntas) para ser respondidas en una escala de Likert de 11 puntos. En el cuestionario había también aspectos cualitativos de naturaleza socio-económica. Esta primera versión se presentó a un examen de 48 investigadores de campo, de los que quince respondieron. A partir de estas respuestas, una nueva versión fue concebida. Esta segunda versión tenía diecinueve atributos que debían evaluarse en el

contexto de una escala de Likert de 5 puntos (Tabla 1), más allá de los aspectos cualitativos de naturaleza socio-económica antes mencionados. Esta versión fue sometida al pre-test, antes indicado, con el fin de obtener datos para permitir un refinamiento aún mayor en la escala, y de esta manera resultados más eficaces a la hora de aplicar el cuestionario en un contexto rural, más concretamente en los productores leche del sureste de Goiás.

Una vez recogidos los datos, se intentó verificar la fiabilidad de la escala utilizada por el estadístico de Alfa de Cronbach, con el objeto de evaluar las respuestas de los entrevistados utilizando los parámetros estadísticos de dispersión y tendencia central. Además, se solicitó evaluar las impresiones de los entrevistadores en el proceso de la entrevista (recogida de datos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan principalmente los aspectos descriptivos que mejor caracterizan e identifican los productores encuestados. Respecto a la edad, el 75% de los encuestados tenía más de 50 años y un 33% más de 60 años. La edad media de los encuestados es de 57 años. En lo que respecta a la educación, casi la mitad de los agricultores entrevistados han terminado la escuela secundaria, y el 65% incluso han completado el primer nivel. Sólo el 8% tiene un título universitario. En cuanto al tamaño de la propiedad de los encuestados, se encontró que casi el 40% de los mismos tienen hasta 22 ha, el 61,1% tenía hasta 85 ha, y menos del 10% tienen más de 200 ha. La superficie media de las propiedades objeto de este estudio es de 88 ha, pero con una variabilidad relativamente alta (coeficiente de variación (CV) = 109%).

En cuanto al cuestionario en sí, un primer ensayo se refiere a la fiabilidad y consistencia interna de la escala utilizada para identificar el perfil empresarial de los productores rurales. Con este fin, el parámetro utilizado fue el Alfa de Cronbach. Teniendo en cuenta la muestra de la encuesta, el valor medio para este parámetro fue de 0,79, lo que puede considerarse aceptable. Para Malhotra (2001), el valor umbral para este parámetro es de 0,60, es decir, por debajo de este valor la fiabilidad de la escala se considera insatisfactoria.

En cuanto a los resultados del cuestionario, se encontró una variabilidad importante. Sólo ocho de los diecinueve atributos mostraron coeficientes de variación por debajo del valor máximo recomendado para este criterio, que es de 30%. Esto señala que introducir mejoras en la recopilación de datos puede rendir resultados más homogéneos. En concordancia, los investigadores reconocieron dificultades cuanto a la interpretación de los discursos de los entrevistados, sugiriendo que debe haber mejor alineación entre los propios investigadores.

La elección de otras medidas de tendencia central en detrimento de la media es una alternativa, que debe ser analizada y respaldada por una mayor cantidad de datos. Además, una solución presentada por los investigadores es la incorporación, en cada atributo, de ejemplos prácticos de las zonas rurales, en términos de acciones y situaciones, como una manera de mejorar la comprensión por parte del entrevistado acerca de lo que se busca captar en términos de su perfil empresarial. Por último, debe resaltarse que en la estructuración del cuestionario, se buscó reducir el número de atributos con respecto a los modelos de evaluación del perfil emprendedor validados por la literatura, como una forma de adaptarlo al perfil característico de los agricultores, que permite obtener respuestas con mayor fiabilidad. Guiados por esta lógica, tenemos la intención de hacer uso de la técnica multivariada del análisis factorial, a fin de reducir el conjunto de variables (características empresariales). Esto verificará la adecuación de la muestra a través de las pruebas de la medida de Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación del muestreo (KMO), y también la prueba de esfericidad de Bartlett. Del mismo modo, hemos adoptado un método de componentes principales para la extracción de factores, y el método de rotación ortogonal Varimax, en la creencia de que es conveniente para el caso de esta investigación, basada en la revisión de otros estudios de género.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carland, J.W.; Boulton, F.H.W. R. Carland, J.A. 1984. *Academy of Management Review*, Vol 9, n. 2, p. 354-359.
- Cooper, A.C, Hornaday, J.A.; Vesper, K. H. 1997. *Frontiers of Entrepreneurship Research*, 1997 Edition.
- Filion, L. J. 1999. *RAUSP* v. 34, n. 2, p.05-28, abr/jun.
- Gimenez, F. A. P., Inácio Jr, E.; Sunsini, L. A. de S. B. 2011. *ANPROTEC*, 2001, p. 9-24.
- Malhotra, N. 2001. 3. ed., Bookman.
- Santos, P.C.F. dos. 2004. Departamento de Administração e Contabilidade, UFAL
- Souza, E. C. L. de. 2001. *ANPROTEC*, pág. 28 – 41.
- Souza, E.C.L. de; Lopez Júnior, G.S. 2005. *XXIX ENANPAD*.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás.

Tabla 1. Instrumento para identificación del espíritu emprendedor en los productores rurales

Total Desacuerdo	Neutro			Total Acuerdo
1	2	3	4	5
<hr/>				
Atributo				Puntuación
<hr/>				
1.Creo y pongo en práctica nuevas ideas, para mejorar el rendimiento de mi negocio.				...
2.Me esfuerzo por mejorar lo logrado en el pasado.				...
3.Establezco las metas para el futuro de mi negocio.				...
4.Cambio una estrategia, si es necesario, para alcanzar una meta.				...
5.Mis metas personales giran en torno a este negocio, siendo una de las cosas más importantes en mi vida.				...
6.Prefiero ser propietario/a de mi propio negocio de un empleado/a en una empresa/organización.				...
7.Veo el fracaso como una fuente de aprendizaje, para no repetir el mismo error.				...
8.Soy capaz de identificar oportunidades de negocio y beneficiarme de ellas.				...
9.Me anticipo antes de ser presionado por las nuevas demandas y nuevas situaciones.				...
10.Me mantengo informado acerca de mi línea de negocio para tomar decisiones.				...
11.Adopto procedimientos para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad.				...
12.Me arriesgo a ampliar mi negocio para aumentar la producción.				...
13.Calculo los riesgos antes de acometer nuevas inversiones.				...
14.Uso los contactos personales para lograr mis metas.				...
15.La gente piensa que soy una persona fácil de relacionar.				...
16.Asumo la responsabilidad de finalizar los trabajos a tiempo.				...
17.Confío en mi capacidad como fuente de éxito de mi negocio.				...
18.Me considero el principal responsable de la realización de mi negocio.				...
19.Creo que el compromiso y el trabajo duro por lo general conducen al éxito.				...

PROPOSAL, APPLICATION AND EVALUATION OF AN INSTRUMENT FOR IDENTIFYING ENTREPRENEURSHIP IN RURAL PRODUCERS

ABSTRACT: The phenomenon of entrepreneurship, or the figure of the entrepreneur, has been the subject of considerable debate in the literature, labelling it as a phenomenon marked by numerous stereotypes, with no clear conceptual notion and meaning. The objective of this study is to evaluate the proposed survey instrument, based on data, still inchoate, obtained from the application of such a structured survey instrument to try to identify the entrepreneurial profile of farmers in a Brazilian dairy production chain. Early applications of the instrument indicate the need for adjustments in content, and in the very process of data collection, which could lead to more homogeneous and reliable results considering the peculiarities and idiosyncrasies inherent to the rural areas.

Keywords: entrepreneurship, rural context, farmers.

EFFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN Y DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LOS ÍNDICES DE GESTIÓN TÉCNICA CON bdcuni. RESULTADOS PRELIMINARES

Serrano, P., Pascual, M. y Gómez, E.A.

Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado 187. 12400 Segorbe. Castellón. serrano_pau@gva.es

INTRODUCCIÓN

La base de datos del sector cunícola español, bdcuni, es un sistema de ayuda a la gestión técnica y económica de las explotaciones cunícolas españolas. La gestión con este sistema supone un beneficio para los cunicultores, ya que les permite tener una información real y actualizada de sus explotaciones y al mismo tiempo, pueden compararse con la media del conjunto de explotaciones nacionales o de aquellas asociaciones a las que pertenezcan. Asimismo, el análisis colectivo de los datos aporta información sobre los datos conjuntos del sector.

Existen numerosos factores que contribuyen a los resultados productivos de las explotaciones cunícolas. El tamaño de la explotación, el tipo de manejo, la zona geográfica y la época del año son algunos de los factores que pueden afectar los resultados técnicos y, por tanto, económicos de las explotaciones españolas.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo afectan estas variables a los resultados productivos de las explotaciones cunícolas españolas que participaron en bdcuni durante el año 2009.

MATERIAL Y MÉTODOS

Al sistema bdcuni puede accederse a través de la página web, www.ivia.es/bdcuni, que permite enviar y recibir datos y resultados técnicos y/o económicos. Esta base de datos recoge también los datos que caracterizan cada explotación como son su tamaño (número de jaulas madre), tipo de manejo (banda única o más de una banda), número de días entre parto y inseminación y tipo de reproducción, entre otros. El envío de los datos técnicos de una manera periódica a medida que se van generando en la explotación permite recoger entre otros datos el número de inseminaciones o cubriciones realizadas, las palpaciones positivas (en las explotaciones que palpan), número de partos, total de nacidos vivos, número de gazapos destetados y de camadas destetadas, total de gazapos vendidos al matadero (y los kilogramos vendidos a matadero) junto con los utilizados para autoconsumo y los reservados para reposición propia o para venta como reproductores de otras explotaciones. Asimismo, se registran las entradas y salidas de reproductores, hembras y machos para reposición con 1 día o 2 meses de edad, y las hembras y machos muertos y/o eliminados. Para su análisis, se calcularon los siguientes índices:

- Palpaciones positivas (nº palpaciones positivas/nº hembras*100);
- Fertilidad (nº partos/nº hembras*100);
- Intervalo entre partos ($\alpha + \beta_1 * \gamma + \beta_2 * \gamma^2 + \beta_3 * \gamma^3$), donde α =(días de gestación+días entre parto e inseminación); $\gamma=(100-\text{fertilidad})/100$, ó $\gamma=(100-\% \text{ palpaciones positivas})/100$ para explotaciones de una banda o más, respectivamente; y $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ son parámetros dependientes del número de bandas y del número de días entre parto e inseminación;
- Nº de partos por hembra y año (365/intervalo entre partos);
- Mortalidad en lactación $\{[(\text{nº nacidos vivos}-\text{vendidos con 1 día})-\text{nº destetados}]/(\text{nº nacidos vivos}-\text{vendidos con 1 día}) * 100\}$;
- Mortalidad en engorde $[(\text{nº destetados}-\text{nº producidos})/\text{nº destetados} * 100]$, siendo el nº producidos la suma de vendidos al matadero más los utilizados para autoconsumo más los reservados para reposición propia más los vendidos vivos a otras explotaciones;
- Mortalidad total $\{[(\text{nº nacidos vivos}-\text{vendidos con 1 día})-\text{producidos}]/(\text{nº nacidos vivos}-\text{vendidos con 1 día}) * 100\}$;
- Peso medio de venta (kg vendidos a matadero/nº vendidos a matadero);
- Destetados por hembra y año (nº partos por hembra y año*nº destetados/nº de partos);
- Producidos por hembra y año (nº partos por hembra y año*nº producidos/nº de partos);
- kg producidos por hembra y año (nº producidos por hembra y año*peso medio de venta);
- Nacidos vivos por parto (nº nacidos vivos/nº partos);
- Destetados por parto (nº destetados/nº partos);

- Producidos por parto (nº producidos/nº partos);
- Kg producidos por parto (kg producidos*peso medio de venta/nº partos);
- Destetados por inseminación (nº destetados/nº inseminaciones);
- Producidos por inseminación (nº producidos/nº inseminaciones);
- Kg producidos por inseminación (kg producidos*peso medio de venta/nº inseminaciones).

Se analizaron los datos productivos del año 2009 de un total de 38 explotaciones. Para ello se empleó un procedimiento MIXED del paquete informático SAS, incluyendo la variable explotación como efecto aleatorio y los efectos de año estación, tamaño de la explotación (<400 hembras, 400-800 hembras y >800 hembras), tipo de manejo (banda única o más de una banda) y área geográfica (zona de levante, zona centro y norte de España) como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando la información proporcionada por la base de datos del sector cunícola español, bdcuni (Tabla 1), se observó un efecto de la época del año sobre la fertilidad, con mejores resultados en otoño que en primavera, ya que los meses cálidos afectan a la receptividad y fertilidad de las conejas (Thibault et al., 1966). El peso medio de venta en el 2009 fue mayor en los meses de invierno y otoño con respecto a los meses de primavera y verano, siendo este último el más ligero. El número de nacidos vivos por parto fue mayor en primavera que en verano, observándose igualmente en destetados al no haber diferencias entre las mortalidades en lactación. Para los kg producidos por parto se observó una diferencia, más debida a las diferencias de peso entre estaciones que a la producción por parto.

También se observaron diferencias en el número de partos (mayor en otoño que en primavera) y en el número de gazapos destetados por hembra y año, siendo mayor en primavera que en verano. Igualmente ocurría al referir el número de destetados al número de inseminaciones realizadas.

De acuerdo con el modelo utilizado y los datos empleados, el tipo de manejo no parecía tener efecto sobre ninguno de los índices estudiados, tal y como se puede observar en la tabla 1. Tampoco tuvieron efecto ni el área geográfica ni el tamaño de la explotación (resultados no mostrados).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Thibault, C., Courot, M., Martinet, L., Mauleon, P., Mesnil du Buisson, F., Ortavant, R., Pelletier, J., Signoret, J.P. 1966. *J. Animal Sci.* 25: 119-139.

Agradecimientos: la base de datos bdcuni ha sido cofinanciada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

EFFECTS OF FARM CHARACTERISTICS AND SEASON ON THECNICAL RESULTS WITH bdcuni. PRELIMINARY RESULTS

ABSTRACT: The objective of this work was to study the effect of size (<400 does, 400-800 does and >800 does), geographic area (east, center and north of Spain), management (one group of animals or more than one), and season on technical results of 2009 using data from the Spanish rabbit database bdcuni . Technical data from a total of 38 farms were used. An effect of season in fertility was observed, with better results in autumn than in spring. Averaged slaughter weight was higher in winter and autumn compared with spring and summer. Total born alive and weaned per kindling were higher in spring than in summer. Effect of season was observed in the number of kindlings (higher in autumn than spring) and in rabbits weaned per doe and year (higher in spring than summer).The same occurs when referring weaned rabbits per insemination. No effect of management, size and geographic area were observed.

Keywords: Production, rabbits, technical management.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas (m) y errores estándar (e.e.) de los diferentes índices técnicos por año estación y por tipo de manejo

Índices técnicos	Año estación						Manejo					
	Invierno		Primavera		Verano		Otoño		Banda Única		> 1 Banda	
	m	e.e.	m	e.e.	m	e.e.	m	e.e.	m	e.e.	m	e.e.
Palpaciones positivas (%)	79	1,9	79	1,9	80	1,9	80	1,8	81	1,7	78	2,4
Fertilidad (%)	75 ^{ab}	1,9	74 ^a	1,9	76 ^{ab}	1,9	76 ^b	1,9	77	1,8	74	2,5
Intervalo partos (d)	56	2,5	57	2,5	56	2,5	56	2,5	54	2,4	58	3,3
Mortalidad lactación (%)	14	1,2	13	1,2	14	1,2	14	1,1	13	1,1	14	1,5
Mortalidad engorde (%)	8	2,2	7	2,1	8	2,1	8	2,1	7	2,0	8	2,7
Mortalidad total (%)	21	2,5	20	2,5	20	2,6	21	2,5	19	2,4	22	3,1
Peso medio (g)	2103 ^a	31	2059 ^b	29	2029 ^c	29	2097 ^a	29	2094	27	2050	38
Por hembra y año												
Partos	6,6 ^{ab}	0,23	6,5 ^a	0,22	6,6 ^{ab}	0,22	6,7 ^b	0,22	6,8	0,21	6,5	0,30
Destetados	53 ^a	2,5	54 ^b	2,5	52 ^a	2,5	54 ^{ab}	2,5	55	2,4	52	3,4
Producidos	48	3,4	50	3,3	48	3,3	49	3,3	51	3,2	47	4,2
Kg producidos	102 ^{abc}	6,7	103 ^{ac}	6,6	99 ^b	6,6	103 ^c	6,5	107	6,3	96	8,3
Por parto												
Nacidos vivos	9,3 ^{ab}	0,13	9,4 ^a	0,13	9,2 ^b	0,13	9,3 ^{ab}	0,13	9,3	0,12	9,2	0,17
Destetados	8,0 ^{ab}	0,18	8,2 ^b	0,18	7,9 ^a	0,18	8,0 ^a	0,18	8,1	0,17	7,9	0,24
Producidos	7,3	0,30	7,4	0,29	7,3	0,29	7,3	0,29	7,5	0,28	7,2	0,36
Kg producidos	15,5 ^{ab}	0,66	15,5 ^a	0,63	15,0 ^b	0,64	15,4 ^a	0,63	15,8	0,61	14,9	0,80
Por inseminación												
Nacidos vivos	7,2	0,25	7,2	0,24	7,2	0,25	7,2	0,24	12,3	0,70	11,5	0,92
Destetados	6,2 ^{ab}	0,26	6,4 ^a	0,27	6,1 ^b	0,26	6,2 ^{ab}	0,26	6,4	0,25	6,1	0,35
Producidos	5,7	0,37	5,8	0,36	5,7	0,36	5,7	0,36	5,9	0,35	5,6	0,46
Kg producidos	11,9 ^{ab}	0,75	12,0 ^a	0,72	11,5 ^b	0,73	12,0 ^a	0,72	11,9	0,61	11,1	0,85

Diferentes superíndices en la misma fila y efecto indican diferencias significativas (P<0,05).

PREDICCIÓN DEL PESO VIVO DE CERDAS LANDRACE X LARGE WHITE : EFECTO DEL NÚMERO DE PARTO Y DEL ESTADO FISIOLÓGICO

Agostini, P.S.¹, Sola-Oriol, D., Muns, R., Manzanilla, E.G. y Gasa, J.

¹Grupo de Nutrición, Manejo y Bienestar Animal. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. UAB. Facultat de Veterinària, 08193- Bellaterra (Barcelona). España.

E-mail: piero.dasilva@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El trabajo es una actualización de un estudio publicado por Agostini et al. (2009) donde se intentó predecir, a partir de distintas medidas, el peso vivo de cerdas Danbreed. La justificativa inicial supone que en los sistemas de producción actuales es fundamental controlar la cantidad de alimento ofrecido a las cerdas con objeto de recuperar las reservas y satisfacer en todo momento sus requerimientos. En este sentido, muchas explotaciones utilizan rutinariamente la condición corporal como referencia para ajustar la cantidad de pienso a administrar y en algunos casos incluso el espesor de grasa dorsal. Con genéticas muy magras como las actuales el peso vivo resulta ser un índice cada vez más recomendable (Williams et al., 2005). Sin embargo, a nivel de granja registrar el peso vivo representa una tarea costosa que incluso puede comprometer el bienestar animal. En este sentido, disponer de una herramienta fiable para estimarlo sería de gran utilidad para el ganadero. Las principales novedades de este estudio comparado con el anterior son: a) disponer de un mayor número de cerdas y observaciones (530 vs. 208 respectivamente), b) utilizar cerdas de cruce Landrace x Large White en general y no centrarse únicamente en Danbreed y c) estudiar el posible efecto del "numero de parto de la cerda" y el "momento fisiológico" en que se toman las medidas sobre la bondad de la predicción. El objetivo por tanto es actualizar los resultados de predicción del peso vivo, obtenidos en el estudio anterior, a partir de la puntuación de condición corporal (CC), el espesor de grasa dorsal (BF2) y medidas morfométricas como la circunferencia torácica (HG) y la distancia entre flancos (FF) introduciendo en el ajuste el número de parto y el momento fisiológico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 530 registros a partir de 168 cerdas Landrace x Large White entre 0 y 10 partos. Los animales fueron alojados en jaulas individuales durante toda la gestación y a los 110 días de gestación fueron trasladadas a las jaulas parideras. Se registró el peso vivo individual de todos los animales en tres momentos (de acuerdo al estado fisiológico): 1) al destete y coincidiendo con el periodo anterior a la siguiente cubrición; 2) a los 36 días de gestación (gestación confirmada) y 3) a los 110 días de gestación (entrada a las parideras). Paralelamente al pesaje de los animales, se midió el espesor de grasa dorsal (BF2) en el punto P₂ (65mm abajo de la línea media dorsal de la ultima costilla) en ambos lomos utilizando el ultrasonido Renco Lean Meater[®] (Renco Corporation, North Minneapolis, MN, USA). Además, se realizaron las siguientes medidas morfométricas: a) medida del HG, definida como la circunferencia inmediatamente después de los miembros anteriores y antes del primer par de las glándulas mamarias y b) medida del FF, que fue definida como la medida a partir del fondo del flanco del lado izquierdo hasta el fondo del flanco del lado derecho. Finalmente, también se registró la condición corporal (CC), con escala de puntuación entre 1 y 5 con diferenciación de cuarto de punto, siendo 1 (muy flaca), 3 (intermedio) y 5 (muy engrasada). Para la obtención de las correspondientes ecuaciones de predicción se incluyeron en el modelo las variables peso vivo, medidas (HG y FF), numero del parto (0 a 10) y el momento (1 a 3) y se utilizó la metodología stepwise para la selección de variables utilizando el paquete estadístico SAS[®] versión 9.2 (Statistical Analysis Systems Institute, 2008; SAS Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan las ecuaciones obtenidas mediante regresión lineal múltiple de acuerdo con las entradas de las variables "parto" y "momento" en el modelo. Los resultados en los tres modelos indican una mejor capacidad predictiva del HG y del FF que la CC o el BF2, pues al introducir estas dos últimas variables en el modelo, las mejoras

obtenidas en el coeficiente de determinación (R^2) y el coeficiente de variación no fue significativa. En los tres modelos, ambas medidas morfométricas (HG y FF) tienen buena capacidad predictiva ya que las dos juntas explican el 74% (R^2 ajustada) de la variabilidad del peso vivo, y por sí solas explican el 68% y 59% respectivamente, permitiendo un predicción del peso con coeficientes de variación inferiores al 9%. La introducción secuencial del "número de partos" y del "momento" ayudó a explicar una proporción superior de la variabilidad del peso vivo (R^2 ajustada) en especial para el FF (del 59% al 73%) y en menor medida para el HG (del 68% al 79%) y para ambas (del 74% al 81%) obteniendo también una disminución en los coeficientes de variación. Los resultados mostraron el aumento del valor predictivo de estas dos variables cuando el "número de partos" y principalmente el "momento" fueron añadidos en el modelo. En cuanto al número de partos, se explica porque a medida que la cerda aumenta el número de partos y consecuentemente la edad, aumenta también el peso vivo, principalmente hasta el tercer parto. El peso vivo de la cerda se diferenció también entre los momentos fisiológicos, sin grandes diferencias entre el momento 1 (destete/cubrición) y el momento 2 (36 días de gestación) pero con importantes diferencias entre este último y el momento 3 (entrada a la paridera).

Cuando comparado con las ecuaciones de predicción del primer estudio, las actuales presentaran en el caso del HG y la combinación HG y FF valores iguales o ligeramente superiores en la R^2 , pero con valores más bajos de desviación (RSD) y coeficientes de variación (CV). En relación al FF, hubo una mejora en el coeficiente de determinación (R^2) alrededor del 10% comparado al anterior estudio (0,49 vs 0,59) que permitió la inclusión de dicha variable en el modelo.

De acuerdo con O'Connell et al. (2007), el tamaño y peso de las cerdas aumentan con el número de partos y dentro del ciclo productivo a medida que avanza la gestación; donde la cerda aumenta aproximadamente 45 kg de peso vivo respecto al peso observado en el destete anterior. El mayor aumento de peso desde la cubrición hasta el parto se da principalmente en el tercio final de la gestación (Young et al., 2005). De acuerdo con estos resultados, algunos estudios como los presentados por Machebe y Ezekwe (2010) y O'Connell et al. (2007) afirman que entre las medidas morfométricas comúnmente utilizadas para predecir el peso de cerdas, las mejores son el HG y luego el FF. Sin embargo, a pesar del FF es menos efectiva, hay que tener en cuenta que esta es más fácil de obtener que el HG debido a que acceder a la porción anterior del animal en ocasiones es complicado y podría ser un factor de riesgo de accidentes para el personal de granja (Iwasawa et al., 2004). De esta forma, las ecuaciones de la tabla 1 dan la posibilidad al ganadero de poder elegir la más factible para la estimación del peso vivo y así poder agrupar las cerdas por categorías de pesos, y utilizar estas categorías para ajustar los programas de alimentación durante la gestación y lactación optimizando las reservas corporales y mejorando la eficiencia reproductiva de los animales (Sulabo et al., 2006).

En conclusión, aunque se trata de resultados que se pueden actualizar periódicamente utilizando un mayor número de observaciones, se comprueba, comparado con el primer estudio del 2009, que medidas morfométricas como la circunferencia torácica (HG) y la distancia entre flancos (FF) juntas siguieron presentando alta capacidad predictiva del peso vivo en cerdas Landrace x Large White, en especial cuando se tiene en cuenta además el número de parto y el momento fisiológico de la cerda. Además, cuando evaluado individualmente, el FF mostró mejor capacidad predictiva en el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini, P.S., Sola-Oriol, D., Muns, R., Collell, M., Gasa, J. 2009. AIDA, Anales, XIII Jornadas sobre Producción Animal, 466-468.
- Iwasawa, T., Young, M.G., Keegan, T.P., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., Nelssen, J.L. 2004. Swine Day, Proceedings, Kansas State University, 17-22.
- Machebe, N.S. and Ezekwe, A.G. 2010. Asian J. Exp. Biol. Sci. 1:162-165.
- O'Connell, M.K., Lynch, P.B., Bertholot, S., Verlait, F., Lawlor, P.G. 2007. Animal 1: 1335-1343.
- Statistical Analysis Systems Institute. 2008. User's guide, version 9.2: statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sulabo, R.C., Quackenbush, J., Goodband, R.D., Tokach, M.D., Dritz, S.S., DeRouchey, J.M., Nelssen, J.L. 2006. Swine Day, Proceedings, Kansas State University, 19-23.
- Williams, N.H., Patterson, J., Foxcroft, G.R. 2005. Adv. Pork. Prod. 16: 281-289.
- Young, M.G., Tokach,

M.D., Aherne, F.X., Main, R.G., Dritz, S.S., Goodband, R.D., Nelssen, J.L. 2005. J. Anim. Sci. 83: 255-261.

Tabla 1. Mejores ecuaciones de predicción del peso vivo de cerdas Landrace x Large White a partir del número de partos, momento fisiológico y las medidas morfométricas (n=530).

Ecuaciones de regresión: Peso Vivo =	R ² adj.	(Pr>F)	RSD	CV%
a) Modelos con la variable "medidas"				
- 302,56 + 188,29*FF + 239,25*HG	0,7412	***	17,773	7,152
- 252,16 + 352,76*HG	0,6887	***	19,708	7,918
- 205,90 + 404,69*FF	0,5919	***	22,272	8,961
b) Modelos con las variables "medidas" y "parto"				
- 255,00 - 16,05*P0 - 9,09*P1 + 172,34*FF + 220,04*HG	0,7540	***	17,329	6,973
- 194,85 - 23,61*P0 - 10,44*P1 + 314,54*HG	0,7125	***	18,938	7,609
- 137,25 - 26,69*P0 - 17,06*P1 + 347,32*FF	0,6362	***	21,030	8,461
c) Modelos con las variables "medidas", "parto" y "momento"				
- 144,04 - 28,82*P0 - 18,16*P1 - 6,43*P2 - 6,41*P3 + 20,62* M3 + 116,99*FF + 183,55*HG	0,8155	***	15,007	6,039
- 90,72 - 35,31*P0 - 20,24*P1 - 7,35*P2 - 6,93*P3 + 23,81* M3 + 238,47*HG	0,7991	***	15,830	6,360
- 18,15 - 42,35*P0 - 28,29*P1 - 12,27*P2 - 10,26*P3 + 24,81*M3 + 239,24*FF	0,7375	***	17,863	7,187

P0= cerda en parto 0; P1= cerda en parto 1; P2= cerda en parto 2; P3= cerda en parto 3; M3= cerda a la entrada en parideras; HG= circunferencia torácica; FF= medida entre flancos; *** P < 0,001.

LANDRACE X LARGE WHITE SOWS LIVE WEIGHT PREDICTION: EFFECT OF FARROWING NUMBER AND PHYSIOLOGICAL STATE

ABSTRACT: The objective of the present study was to update a prediction equation for sow's live weight presented to the 2009 ITEA Conference edition, now using body condition score (CC), backfat thickness (BF2) and morphometric measures (HG: heart girth and FF: flank to flank) from Landrace x Large White sows at different farrowing number (0-10) and at three different moments (according to the sow physiological state). A total of 530 measurements were performed on 168 sows on weaning, day 36 and day 110 of gestation (moments 1, 2, and 3, respectively). Sows were individually weighed in each moment and CC, BF2 and morphometric measurements (HG and FF) were measured. In general, measurements HG and FF showed a better correlation with body weight of the sow than BF2 and CC showing the highest values of R² adjusted and lower residual value. Moreover, there was a gradual improvement of prediction value when variables "farrowing number" and "moment" were added to the model. Variables BF2 and CC were finally not included in the model because were not significant to predict body weight. In conclusion, compared with the 2009 equation, sow morphometric measures HG and FF together keep being a good tool to predict body weight also in Landrace x Large White sows, when we take into account the farrowing number and the moment evaluated in this study. Finally, FF measurement in the current experiment showed better prediction capacity than in the 2009 study.

Keywords: morphometric measurements, predict, body weight, sows.

MODELIZACIÓN DE LA PROLIFICIDAD A LO LARGO DE LA VIDA PRODUCTIVA DE LA CERDA EN GRANJAS DE PRODUCCIÓN ESPAÑOLAS Y DANESAS

D. Babot¹; A. Cortés¹, P. Peña y Lillo¹; J. Fernandez², A. Kristensen³, L.M. Plà⁴.

¹Departamento de Producción Animal (Universitat de Lleida, España)

²Universidad de Holguín (Cuba)

³ Department of Large Animal Sciences, University of Copenhagen (Denmark)

⁴Departamento de Matemáticas (Universitat de Lleida, España)

E-mail:dbabot@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

El rendimiento reproductivo de las cerdas se registra a lo largo de los sucesivos partos, en los que generalmente se asume que la curva de tamaño de camada tiene una forma preestablecida. Para analizar la variabilidad de las curvas de ajuste de la prolificidad a lo largo de la vida productiva últimamente se usan modelos de regresión aleatoria, con la ventaja de necesitar un menor número de parámetros. El objetivo de este estudio es la investigación y análisis de las diferencias existentes y posibles atribuciones a razones genéticas o fenotípicas (Fernández et al., 2006), entre la obtención de curvas de tamaño de camada a través de los partos mediante el modelo de regresión aleatorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos analizados han sido obtenidos en explotaciones españolas (P1, n=9, P2, n=8 y P3, n=10) y danesas (P4, n=24). Cada una de estas poblaciones se caracteriza por tener un tipo genético y una prolificidad promedio diferente (Tabla 1).

Se ha analizado el número de nacidos totales por parto desde el primero al onceavo. Los registros se procesaron con el programa "R" (USA, versión 2009) usando paquetes de programación específicos para el modelo de regresión aleatoria (Toft y Jorgensen, 2002). Con las variables fenotípicas obtenidas se obtuvo la curva característica de cada una de las granjas evaluadas utilizando los datos de todas las cerdas de la granja. La simulación del comportamiento de las curvas de cada granja mediante el uso del modelo de regresión aleatorio permite obtener una visión de la variabilidad entre granjas y poblaciones.

Tabla 1. Valores de rendimiento fenotípico en número de nacidos totales (NT) para las cuatro poblaciones analizadas en función del orden de parto

Número de Parto	Nacidos Totales por Población			
	P1	P2	P3	P4
1	10,98	12,29	12,59	14,13
2	11,28	12,67	12,70	15,86
3	11,94	13,27	13,40	16,70
4	12,13	13,42	13,48	16,80
5	11,96	13,38	13,42	16,67
6	11,85	13,19	13,04	16,40
7	11,39	12,89	12,79	16,49
8	11,13	12,57	12,51	15,30
9	10,73	12,43	12,27	15,57
10	10,57	12,50	11,64	14,19
11	10,19	12,46	11,22	14,27
Media	11,29	12,82	12,64	15,67
*D.S.	0,637	0,420	0,724	1,060

*Desviación estándar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los perfiles de prolificidad obtenidos como estimación para la media para cada una de las 4 poblaciones analizadas, según el modelo de regresión aleatoria, se presenta en la Figura 1, puede verse como el comportamiento del número de nacidos totales a lo largo de los partos es distinto en las 4 poblaciones analizadas.

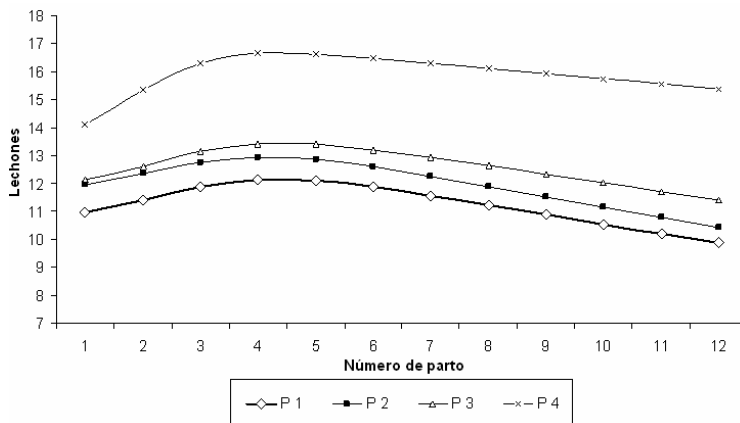


Figura 1. Estimación de la media de cada población

Las diferencias en el comportamiento de la prolificidad a lo largo de los diferentes partos son mucho mayores al comparar los ajustes obtenidos para las granjas situadas en los extremos de cada una de las poblaciones (Figura 2). Teniendo en cuenta que dentro de cada población el tipo genético de los animales es el mismo, puede decirse que la variación en el perfil de prolificidad es mayor entre granjas que entre genéticas.

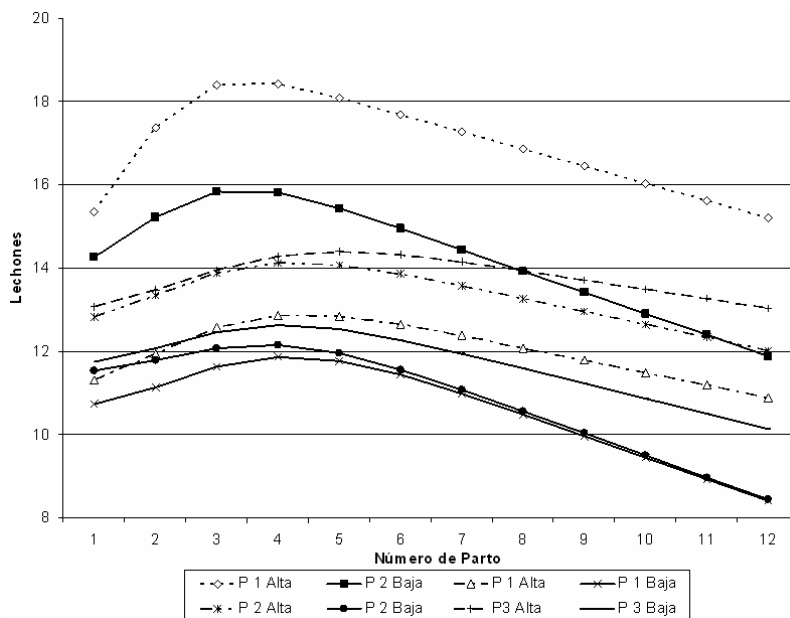


Figura 2. Granjas extremas de cada población

Los resultados obtenidos entre granjas ponen de manifiesto la dificultad de modelizar de forma generalizable el número de nacidos totales a lo largo de la vida de la cerda. Todo parece indicar que en la modelización es necesario tener en cuenta el tipo genético de los animales (alta, media o baja prolificidad) y los factores de manejo vinculados a la granja. Por otro lado, de los resultados obtenidos también se desprende la dificultad de establecer criterios únicos y generalizables en la política de renovación (p.e. fijar un orden de parto máximo con independencia de la genética y de la granja). Por ello, para optimizar la productividad será necesario estudiar y establecer una política de renovación de animales específica para cada situación y granja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Toft N., Jorgensen E., 2002. Estimation of farm specific parameters in a longitudinal model for litter size with variance components and random dropout. *Livest. Prod. Sci.* 77 (2002) 175-185.
- Fernández A., Rodríguez M.C., Silió L., 2006. Evaluación genética del tamaño de camada en sucesivos partos en una línea materna de cerdos Large White. *ITEA* 102 (2) 122-132.

MODELIZATION OF PROLIFICACY THROUGH LIFETIME OF SOWS IN SPANISH AND DANISH COMMERCIAL FARMS

Abstract: In the multifactorial evaluation of litter size in sows, it is estimated that the curve of the prolificacy through the births may have a predefined pattern. The present study by random regression model analyzes the data for litter size of four populations with marked differences in the average of prolificacy, three population come from farms in Spain and one population comes from farms in Denmark.

Key words: Litter size, number of parities, random regression model.

CURVAS DE CRECIMIENTO DE DOS ECOTIPOS (SANTIAGUESA VS. CARBALLINA) DE LA RAZA "CERDO CELTA"

¹Franco, D., ²García, A., ³Vázquez, J.A. ¹Fernández, M., ²Carril, J.A., ¹Lorenzo, J.M.*
¹Centro Tecnológico da Carne. San Cibrao das Viñas, 32900 Ourense. España
²ASOPORCEL, Recinto Ferial El Palomar s/n.27004. Lugo. España
³Grupo de Reciclado y Valorización de Residuos, (IIM-CSIC) Vigo, España
*jmlorenzo@ceteca.net

INTRODUCCIÓN

La raza porcina Celta fue la más importante en Galicia hasta la segunda mitad del siglo XX, sufriendo a partir de este momento un continuo descenso causado por la introducción de razas foráneas. En la actualidad está incluida en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España como raza autóctona española en peligro de extinción (Real Decreto 2128/2008), y el libro genealógico de la raza establecido en el año 2000 viene registrando incrementos sostenidos tanto en el censo de explotaciones como de animales (750 reproductoras en 2010; ASOPORCEL, 2010). Este aumento del número de animales como respuesta a la demanda del mercado hace necesario profundizar en los estudios con esta raza (sistema de manejo, alimentación, calidad de la canal, de la carne, productos elaborados y/o nuevas formas de comercialización, etc.).

El conocimiento detallado de curvas de crecimiento permite conocer información relevante como la velocidad de crecimiento, la tasa de madurez a diferentes edades y la edad al sacrificio, necesaria para desarrollar programas de Mejora genética adecuados y aumentar la productividad. El presente estudio tiene por tanto como objetivo estudiar las curvas de crecimiento de esta raza en función de su ecotipo, sexo y edad de sacrificio como paso previo a estudios de calidad de la canal y la carne, que se están llevando a cabo actualmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se utilizaron un total de 34 animales divididos en función del sexo y ecotipo. 19 animales de variedad Santiaguesa (n=9 machos castrados; n=10 hembras) y 15 animales de la variedad Carballina (n=7 machos; n=8 hembras) fueron sacrificados a una edad de 12 meses. Los cerdos fueron manejados y alimentados en un sistema extensivo y dispusieron de parcelas de gran extensión con una superficie de 1500 m² (75 m² por animal) con arbolado, cabañas tipo camping para el descanso, y charca para baños. La alimentación se complementó con pienso concentrado "ad libitum" con una composición con un 17% de proteína, 2,4% de grasa y 3,25 Kcal de energía digerible.

Para el estudio del crecimiento se han utilizado registros de peso vivo de animales hasta los 12 meses de edad. Los intervalos de pesadas tomados para la elaboración de la curva de crecimiento se realizaron de media cada 20 días para ambas explotaciones. Los primeros pesos para la explotación de animales Santiagueses y Carballina se tomaron a los 36 y 81 días respectivamente. Se utilizó una balanza con precisión de ±1 kg para la pesada de los animales. Las curvas de crecimiento fueron ajustados a una versión modificada de la ecuación de von Bertalanffy (Freitas, 2007).

$$P = P_m \left[1 - b \exp(-kt) \right]^3, \text{ siendo:}$$

P_m el peso máximo alcanzado a tiempos infinitos (kg), b un parámetro de forma adimensional, t la edad de crecimiento (días) y k la velocidad específica de crecimiento (días⁻¹). Los ajustes numéricos y las estimaciones paramétricas fueron realizados por minimización de las diferencias cuadráticas entre datos experimentales y valores generados por el modelo matemático usando el método quasi-Newton (non-linear least squares) que proporcionan los macros Solver y SolverAid de Microsoft XP. La evaluación de la significación de los parámetros y la consistencia de las ecuaciones fue confirmada con el

programa DataFit 9.0.59 (Oakdale Engineering, USA). En todos los casos los coeficientes de correlación entre valores esperados y observados fueron superiores a 0,997 y los modelos fueron consistentes para $\alpha=0,05$ (test de la F de Fisher, Fratio>50).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la actualidad cada vez es de mayor interés la utilización de las curvas de crecimiento que relacionan el peso del animal con su edad. Desde el punto de vista productivo, muchos criadores desarrollan estrategias para maximizar el peso al sacrificio del animal, y minimizar los costes en su crianza, por lo que las curvas de crecimiento son necesarias para calcular estos parámetros productivos de interés al ganadero para aumentar la rentabilidad de su explotación. El peso al sacrificio debe ser escogido con cuidado ya que de no hacerlo el criador perderá dinero alimentando animales que ya no satisfacen una buena relación coste/beneficio (Oliveira et al., 2006).

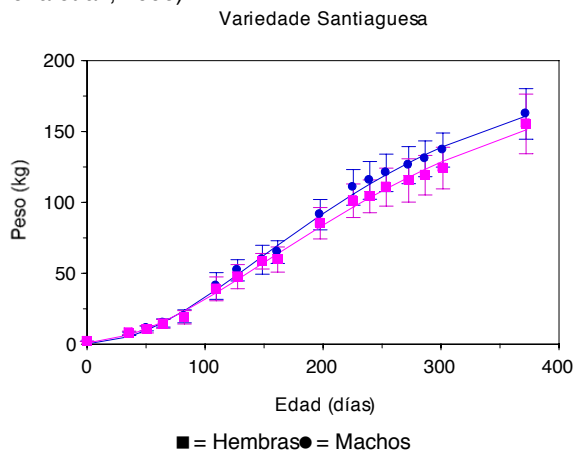


Figura 1 . Curva de crecimiento para los machos y hembras de la variedad Santiaguesa

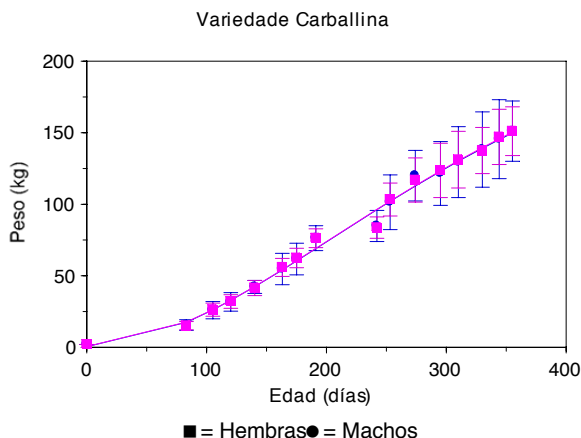


Figura 2 . Curva de crecimiento para los machos y hembras de la variedad Carballina

El peso vivo en función de la edad para los ecotipos Santiaguesa y Carballina se presenta en las figuras 1 y 2. Para la variedad Santiaguesa hasta los 198 días no se encontraron diferencias entre el crecimiento de machos y hembras. En el periodo comprendido entre 198 y 302 días, las tendencias de crecimiento entre machos y hembras fueron paralelas, pero los

hembras crecieron más lentamente, sin embargo a los 372 días los pesos al sacrificio se igualaron entre sexos. Las ganancias medias diarias durante todo el periodo de crecimiento fueron de 420 y 390 g para machos y hembras. Las diferencias en los pesos máximos de crecimiento obtenidos por parte de machos y hembras no fueron significativas ($P_m=200,19\pm 18,41$ kg y $199,19\pm 25,56$ kg, respectivamente). Tampoco las velocidades específicas mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los sexos ($k=0,0068\pm 0,001$ días⁻¹ para los machos y $0,0061\pm 0,001$ días⁻¹ para las hembras).

Para la variedad Carballina no se encontraron diferencias en ningún periodo de crecimiento entre los sexos y para ninguno de los parámetros cinéticos estudiados. Las ganancias medias diarias durante toda la fase de crecimiento fueron superiores a las mostradas por la variedad Santiaguesa con valores de 453 y 518 g para machos y hembras, lo que se traduce en que las hembras del ecotipo Carballina llegan a un peso medio de 152 kg 20 días antes que las hembras de la variedad Santiaguesa.

Pugliese et al. (2003) encontraron valores medios de ganancias de peso de 200 g en cerdo de la raza Nero Siciliano, criados en sistemas extensivos, mientras Mayoral et al. (1999) reportaron valores de 400 g iguales a los mostrados en este trabajo, en cerdos Ibéricos. De todas formas como apuntan Pugliese et al. (2003) las curvas de crecimiento en sistemas extensivos no pueden ser comparados debido a diferencias en la producción de bellota, castaña, y también debido a condiciones edafo-climáticas, que afectan a los requerimientos energéticos necesarios para el ejercicio físico y la termorregulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• ASOPORCEL (2010) (on line). <http://www.asoporcel.com/> (revisado en Diciembre de 2010). • Freitas, A.R. 2007. Estimativas de curvas de crecimiento na produção animal. Monografía EMBRAPA. Brasil • Mayoral, A.I., Dorado, M., Guillén, M.T., Robina, A., Vivo, J.M., Vázquez, C., & Ruiz, J. (1999). Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs reared outdoors. *Meat Science*, 52, 315-324. • Oliveira, V., Tadeu Fialho, E., Freitas Lima, J.A. Fonseca de Freitas, R.T., Bertechini, A.G., Santos Araujo, J. 1996. Características de carcaça e peso de vísceras em suínos alimentados com rações contendo baixos teores de proteína bruta. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.6, p.1890-1895. • Pugliese, C., Madonia, G., Chiofalo, V., Margiotta, S., Acciaioli, A., & Gandini, G. (2003). Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors: 1. Growth and carcass composition. *Meat Science*, 65, 825-831. • R.D. 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas (BOE nº 23 de 27 de enero de 2009).

Agradecimientos

Al proyecto "Efecto del sexo, variedad y edad de sacrificio sobre las características de la canal y carne de cerdo celta, (Xunta de Galicia-09MRU013E)"

GROWTH CURVES IN TWO LINES (SANTIAGUESA VS BARCINA) FROM CELTA PIG BREED

ABSTRACT: The Celta pig breed was the most important in Galicia (northwest of Spain) until beginning of the 20th century, suffering from this moment a continuous decrease caused by the introduction of improved breeds and their crosses. For this study 19 Celta pig breed from Santiaguesa genotype and 15 from Carballina genotype were used. Animals were weighted once at month during 12 months. To Santiaguesa genotype not significant differences ($P>0.05$) were observed until 198 days but it has been detected significant differences ($P<0.05$) from 198 to 302 days. The average daily gain was 420 and 390 g for male and female, respectively. Regarding to Carballina genotype did not find significant differences ($P>0.05$) in any growth curve between gender. The average daily gain was 453 and 518 g for male and female, respectively.

Keywords: Celta pig breed, growth curve, genotype, average daily gain

CARACTERIZACIÓN DE CHUPETES COMERCIALES PARA PORCINO DE ENGORDE EN EL LABORATORIO

Hermida, B.¹, Álvarez-Rodríguez, J.¹, Parera, J.², Borrás, M.¹, Babot, D.¹

¹ Universidad de Lleida. Lleida. España. E-mail: bhermida@prodan.udl.cat

² Consorci de Gestió de la Fertilització Agrària de Catalunya (GESFER). Lleida. España.

INTRODUCCIÓN

Un factor fundamental en la generación de purines es la gestión del agua, ya que las deficiencias en el sistema de regulación de caudal pueden causar un incremento en la producción de purín en la granja. Hay que tener en cuenta que es tan importante la cantidad de agua (caudal, velocidad y presión) que llega al cerdo, como la forma en que llega (tipo de bebedero, número de puntos, ubicación y disposición) (Forcada et al., 2009). En general se debe proporcionar un caudal de agua disponible como mínimo de 0,5-1 l/min destete y crecimiento y de entre 1-2 l/min en reproductoras según ITG (2006).

El objetivo de este trabajo es la caracterización de diferentes tipos de chupetes en función de su sistema de funcionamiento y regulación de presión en la conducción del agua. Para ello se diseñaron 4 ensayos, el objetivo del ensayo 1 fue comprobar el caudal de los diferentes chupetes a presión de 1 bar. El ensayo 2 se llevó a cabo para comprobar si había variación de caudal según la posición de la rosca. El ensayo 3 se realizó con el chupete tipo bola para 2 presiones de agua y la posición de la rosca. El ensayo 4 se midió el caudal de agua para el chupete 11 en función del diámetro de salida del agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

La evaluación de los bebederos así como su caracterización física se llevó a cabo en el Laboratorio de Producción Animal de la Universidad de Lleida. Se estudiaron 11 tipos de chupetes comerciales de distintos fabricantes (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de chupetes.

Tipo	Nombre	Material	Dimensiones
1	Pico-pato con válvula	Acero – inox, regulación rosca	L= 61 mm, Ø= 20 mm, Øpit= 8 mm
2	Multidireccional	Latón, regulación rosca	L= 76 mm, Ø=30 mm, Øpit=11 mm
3	Multidireccional con protección	Latón, regulación rosca	L= 80 mm, Ø=27 mm, Øpit=11 mm
4	Difusor	Latón	L= 38 mm, Ø=20 mm, Øpit=12 mm
5	Pitorro corto con válvula	Inox	L= 61 mm, Ø=22 cm, Øpit=8 mm
6	Pico-pato	Inox	L= 61 cm, Ø=20 mm, Øpit=8 mm
7	Pitorro inox	Inox	L= 71 cm, Ø=18 mm, Øpit=8 mm
8	Tipo bola	Inox	L= 85 mm, Ø=21 mm, Øpit=13 mm
9	Pitorro	Inox	L= 70 mm, Ø=19 mm, Øpit=6 mm
10	Aqua-globe®	Inox	L= 73 mm, Ø=19 mm
11	Pitorro corto ancho	Inox, regulación salida	L= 60 mm, Ø=18 mm, Øpit=12 mm

L= longitud del chupete, Ø= diámetro exterior del chupete, Øpit= diámetro del pitorro del chupete

Para llevar a cabo la caracterización de los chupetes (caudal de agua disponible en función de la presión de funcionamiento) se diseñó a nivel de laboratorio un circuito de agua en el cual se instaló un contador volumétrico de agua, un regulador de presión de precisión, un manómetro de presión así como sus respectivas llaves de paso y la conducción de agua al chupete. El cálculo para conocer el caudal del bebedero se hizo recogiendo el volumen de agua proporcionado por el chupete durante 10 segundos con accionamiento manual y a una presión de la conducción de agua constante de 1 bar y con 20 repeticiones en cada uno de los chupetes. La presión del agua se reguló desde 2 puntos de vista: la presión de agua de conducción (regulada por el regulador de precisión) y la presión sobre la válvula del chupete (posición de rosca). Los chupetes (1, 2, 3, 5, 8) permiten 3 posiciones de rosca (rosca mínima, rosca media, rosca máxima) que ejercerá presión sobre la válvula del chupete de forma que a mayor rosca, mayor presión sobre la válvula y menor caudal. En el caso del chupete 11, nos permite regular la salida del agua según el diámetro interior de la rosca en tres posiciones (Ø = 1 mm, Ø = 2 mm, Ø = 3 mm). En este estudio se realizaron 4 ensayos para la evaluación del caudal (l/min):

- Ensayo 1, se midió el caudal de los diferentes chupetes a presión de 1 bar y en posición de rosca máxima con accionamiento manual y durante un tiempo 10 segundos.
- Ensayo 2, se realizó ajustando las roscas de los chupetes (1, 2, 5, 8) en 3 posiciones diferentes (rosca mínima: Rmin, rosca media: Rmed y rosca máxima: Rmax y a presión de conducción de 1 bar constante.
- Ensayo 3, se hizo sólo con el chupete tipo bola (8) ya que fue el que menor caudal nos proporcionó en el ensayo 1. Se utilizaron 2 presiones de conducción de agua distintas (1bar y 2 bar) y 2 regulaciones de rosca (Rmed, Rmax).
- Ensayo 4, se midió el caudal de agua para el chupete 11 considerando como factor de variación el diámetro interior de regulación de la rosca ($\varnothing = 1 \text{ mm}$, $\varnothing = 2 \text{ mm}$, $\varnothing = 3 \text{ mm}$) y en función de 2 presiones en la conducción de agua (1 bar y 0,5 bar).
Los resultados se analizaron estadísticamente con el paquete SAS® 2006, procedimiento ANOVA. En caso de diferencias significativas ($p < 0,05$) en los factores evaluados (tipo de chupete, posición de rosca, diferencia de presión) se llevó a cabo un test Duncan para la comparación de medias dentro de cada factor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para el caudal de los diferentes tipos de chupetes (Tabla 2) a presión de 1 bar en la conducción de agua (ensayo 1), muestran que todos cumplen el suministro mínimo de agua según la recomendación del ITG (2006) (caudal de agua disponible 1 l/min).

Tabla 2. Caudal medio (l/min) de los chupetes a presión de 1 bar.

Tipo	Nombre	Caudal (l/min) \pm SD	DS
1	Pico-pato con válvula	2,89 \pm 0,14	E
2	Multidireccional	1,25 \pm 0,05	G
3	Multidireccional con protección	1,04 \pm 0,05	H
4	Difusor	5,79 \pm 0,65	B
5	Pitorro corto con válvula	2,42 \pm 0,33	F
6	Pico-pato	5,22 \pm 0,22	C
7	Pitorro inox	6,78 \pm 0,33	A
8	Tipo bola	0,69 \pm 0,03	I
9	Pitorro	6,82 \pm 0,28	A
10	Aqua-globe®	2,45 \pm 0,44	F
11	Pitorro corto ancho	3,31 \pm 0,07	D

SD: desviación estándar; DS: letras distintas significan diferencias significativas

El análisis estadístico realizado pone de manifiesto la existencia de diferencias significativas ($p < 0,001$) en el caudal suministrado por los distintos chupetes, excepto en el caso de los tipos 7 y 9 son iguales y 5 y 10 son iguales entre ellos, no muestran diferencias significativas entre el tipo de chupete para el efecto caudal de agua. Otros estudios (Torrey et al., 2008) en condiciones de granja con diferentes tipos de bebederos y diferentes caudales obtuvieron también diferencias ($p < 0,001$) en el caudal del agua para cada tipo de chupete.

Al analizar el efecto de la regulación de la rosca y la presión que ejerce sobre la válvula del chupete (ensayo 2) (Tabla 3), se observa que el caudal, como era de esperar, varía en función de la posición de la rosca ya que a menor rosca (Rmin) la presión sobre la válvula del chupete es menor y por tanto mayor caudal de agua nos proporciona el chupete.

Tabla 3. Caudal del chupete según la posición de la rosca y presión 1 bar.

Tipo	Caudal medio (l/min) \pm SD		
	Rmin	Rmed	Rmax
1	3,14 \pm 0,10 ^b	-	2,80 \pm 0,11 ^a
2	-	0,65 \pm 0,06 ^b	1,23 \pm 0,03 ^c
5	3,83 \pm 0,11 ^a	2,63 \pm 0,23 ^a	2,37 \pm 0,39 ^b
8	-	0,98 \pm 0,03 ^c	0,67 \pm 0,02 ^d

El chupete no permite esta posición de rosca. Letras distintas significan diferencias significativas

El análisis estadístico para el efecto de la posición de rosca muestra diferencias significativas ($p < 0,001$) para cada tipo de chupete en la misma posición de rosca. Los resultados obtenidos utilizando el chupete tipo bola, al comparar el caudal de agua según la posición de la rosca (media y máxima) y para 2 presiones de agua de la conducción (1 bar y 2 bar) (ensayo 3) (Figura 1).

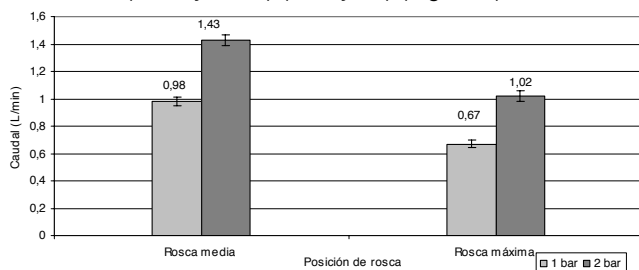


Figura 1. Caudal chupete tipo bola en función del tipo de rosca y presión.

El análisis estadístico pone de manifiesto la existencia de diferencias significativas en el caudal ($p < 0,001$) para las diferentes presiones de agua de la conducción, con independencia de la presión de rosca considerada. Puede observarse en la Figura 1, que al aumentar la presión al doble, el caudal no aumenta en proporción lineal sino que aumenta un 46% y un 52% respectivamente.

Para cada presión y según el diámetro de salida del agua los 3 tipos son diferentes ($p < 0,001$) y así como dentro de cada grupo para la misma presión (Tabla 4) (ensayo 4).

Tabla 4. Caudal del chupete pitorro corto ancho (11) según el diámetro de salida (\varnothing) y la presión de agua (p).

\varnothing mm	Caudal medio (l/min)	
	P=1 bar	P=0,5 bar
$\varnothing = 1$ mm	1,27 \pm 0,05 ^c	0,49 \pm 0,04 ^c
$\varnothing = 2$ mm	2,29 \pm 0,06 ^b	1,41 \pm 0,07 ^b
$\varnothing = 3$ mm	3,31 \pm 0,07 ^a	1,84 \pm 0,13 ^a

Letras distintas significan diferencias significativas

En este estudio hemos podido contrastar la variabilidad que existe entre los diferentes tipos de chupetes comerciales en función de su diseño y sus características de ajuste (roscado), además de la variación de caudal modificada por el diámetro de salida del agua.

La presión de la conducción de agua es un aspecto fundamental para el buen funcionamiento de los chupetes ya que determina el caudal disponible para los animales.

REFERENCIAS

- Babot, D., Andrés, N., De la Peña, L., Chávez, E.R. (2004). Projecte Trama. Fundació Catalana Cooperació.
- Forcada, F., Babot, D., Vidal, A., Buxadé, C. (2009). Diseño de alojamientos e instalaciones. Servet.
- ITG Ganadero (2006). Necesidades de agua y producción de purines en granjas porcinas.
- Torrey, S., Toth Tamminga, E.L.M., Widowski, T.M. (2008). Journal of Animal Science, 86:1439-1445.

CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL DRINKING FOR GROWING PIGS IN THE LABORATORY

Water in pig production is mostly used as drinking water. There are several factors affecting water consumption by the animal, such as environmental comfort, accommodation, food and handling factors. The aim of this study is to characterize different types of pig commercial drinkers in the laboratory. Eleven types of drinkers were evaluated for water flow and pressure of 1 bar as a function of screw type of regulation. We concluded that there is a large variability between drinkers as a function of design, thread and pressure. The type of drinker, together with location, height, pressure and flow are important points to optimize water management on the farm.

Keyword: drinker type, growing pigs, water flow, pressure water.

FACTORES DE EXPLOTACIÓN QUE AFECTAN A LA COMPOSICIÓN DE PURÍN EN CERDOS DE ENGORDE

Álvarez-Rodríguez, J.¹, Hermida, B.¹, Teira, M.R.¹, Boixadera, J.², Virgili, J.M.², Babot, D.¹

¹ Universidad de Lleida. Lleida. España. E-mail: jalvarez@prodan.udl.cat

² Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Lleida. España.

INTRODUCCIÓN

La importancia del ganado porcino en España ha aumentado en las últimas décadas, incrementando su censo un 58,4% entre 1990 y 2009 (MARM, 2010). Este crecimiento ha situado el país en segunda posición a nivel de la UE-27 (16% del censo total), por detrás de Alemania (FAOSTAT, 2010). Esta coyuntura ha conllevado importantes ventajas relativas a la eficiencia en el proceso productivo pero también puede tener inconvenientes, entre los que destacan el posible impacto medioambiental en las zonas con mayor densidad de animales. Las deyecciones de esta especie se almacenan en forma de purín, que es una mezcla líquida de heces y orina sin cama, almacenada temporalmente en fosas situadas bajo los animales. Esta mezcla puede contener además restos de pienso y agua desperdiciada, y agua de limpieza y/o refrigeración. Dicho sistema de explotación genera un elevado volumen de deyecciones líquidas de composición variable (Teira, 2008), haciéndose necesaria su caracterización para minimizar su impacto medioambiental antes de aplicarlas como fertilizante orgánico u otros usos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes factores de explotación, como la época del año, el índice de conversión y la forma de presentación del alimento sobre la composición de purín de cerdos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 23 explotaciones de engorde de Cataluña (tamaño medio 720 plazas, rango 200-1200 plazas) en las que se registraron las entradas y salidas de animales, así como la duración del cebo. El peso vivo medio de entrada de los animales fue de 19 ± 4 kg y el de salida 104 ± 5 kg. Estas explotaciones siguieron un programa de alimentación de 2-3 fases, en las que se registró la concentración de proteína bruta y la cantidad de pienso consumido en cada fase. Las muestras de purín se tomaron con un muestreador que recoge una columna de purín en toda la profundidad de la fosa. Se tomaron sub-muestras de purín de al menos 10 puntos distintos antes del vaciado de la fosa (2 litros). En cada ciclo de engorde se recogieron entre 1-3 muestras. Las muestras se conservaron en refrigeración hasta su análisis químico. Se determinaron los siguientes parámetros: materia seca, cenizas, nitrógeno (N) orgánico, N amoniacal, fósforo (P) y potasio (K). El N orgánico y amoniacal se analizaron por titulación volumétrica, mientras que el P y K se analizaron por espectrofotometría. La materia orgánica se calculó por diferencia a partir del contenido de cenizas.

Las explotaciones estudiadas consideraron distintas épocas de engorde (cálida –abril a octubre-, $n=13$ vs. fría –noviembre a marzo-, $n=10$), resultados productivos (índice de conversión económico $< 2,5$, $n=13$ vs. $\geq 2,5$, $n=10$) y formas de presentación del alimento (húmeda, $n=9$ vs. seca, $n=14$). La forma de presentación húmeda implicaba que el bebedero se encontraba integrado dentro del comedero, mientras que en la seca existía una separación física entre el comedero y el bebedero.

Se estimó la producción de purín por animal y día a partir de la altura del contenido de la fosa en cada muestreo y de su volumen, el número de animales presentes y la duración del ciclo. Así mismo, se estimó la ingestión, excreción y volatilización de nitrógeno (N) por animal y ciclo de engorde a partir de los consumos de pienso y su contenido de proteína bruta, siguiendo las recomendaciones de la normativa autonómica (DOGC, 2010).

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS v9.1. Se realizó un análisis de varianza con un modelo lineal generalizado (procedimiento GLM), incluyendo la época, el índice de conversión y la forma de presentación del alimento como efectos fijos. Se evaluó también la relación entre los distintos parámetros a través del coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración del ciclo de engorde tendió a diferir entre la época cálida y fría ($148,7 \pm 6,0$ vs. $129,0 \pm 8,3$ días; $P=0,10$), pero no se vio afectada por la forma de presentación del alimento ($142,3 \pm 8,7$ vs. $135,4 \pm 5,7$ días, en húmeda vs. seca, respectivamente; $P>0,10$).

Las explotaciones con menor índice de conversión económico presentaron un menor porcentaje de mortalidad de animales ($2,18$ vs. $5,45\%$, en $<2,5$ y $\geq 2,5$, respectivamente; $P<0,01$). Los parámetros evaluados de composición del purín de la fosa no se vieron afectados por el índice de conversión de la explotación ($P>0,10$).

La materia seca del purín no se vio afectada por la época del engorde o la forma de presentación del alimento ($P>0,10$). Sin embargo, este parámetro se correlacionó negativamente con el contenido de nitrógeno amoniacal ($r=-0,65$, $P<0,001$) y potasio ($r=-0,63$, $P<0,001$) del purín. La producción de purín estimada fue de $4,1 \pm 3,0$ litros/animal y día (rango $0,9-13,9$ litros/animal y día) y se correlacionó negativamente con el contenido de materia seca del mismo ($r=-0,48$, $P=0,004$).

La concentración de materia orgánica tendió a verse afectada por la época de engorde ($P<0,10$), con valores más bajos en la época cálida que en la fría (Tabla 1). Este resultado evidenciaría una mayor actividad microbiana durante el almacenamiento del purín en los meses con ambiente más cálido, que consumiría la materia orgánica fácilmente degradable para producir compuestos orgánicos volátiles (especialmente CO_2 y CH_4). En este sentido, Moller et al. (2004) observaron una relación directa entre la emisión de estos gases y la temperatura, especialmente con periodos de almacenamiento >30 días. Así mismo, la concentración de materia orgánica fue ligeramente superior en los purines procedentes de explotaciones con el bebedero integrado en el comedero (presentación húmeda) que en aquellas que suministran el agua y el alimento por separado (presentación seca) ($P<0,10$). La alimentación húmeda se ha mostrado efectiva para reducir el desperdicio de agua y por tanto el volumen de purín (Brumm et al., 2000). Por el contrario, la mayor concentración de materia orgánica del purín podría evidenciar un mayor desperdicio de pienso en dicho sistema, aunque esta hipótesis deberá ser confirmada en un estudio con mayor número de explotaciones y/o medidas.

La concentración de nitrógeno orgánico del purín no se vio afectada por la época del engorde o la forma de presentación del alimento (Tabla 1, $P>0,10$). Se estimó que cada cerdo ingirió $4,78 \pm 0,63$ kg N y excretó $2,65 \pm 0,58$ kg N ($54,1\%$) durante su ciclo de engorde. Del total de N excretado, se estimó una cantidad volatilizada de $0,60 \pm 0,31$ kg N/cerdo ($22,6\%$).

La concentración de nitrógeno amoniacal del purín no difirió entre épocas de engorde ($P>0,10$) pero sí entre formas de presentación del alimento ($P<0,10$), con valores ligeramente superiores cuando el bebedero se encuentra integrado en el comedero (húmeda) que cuando están separados (seca) (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con Irañeta et al. (2002), que observaron que el contenido de nutrientes del purín (N-P-K) era superior cuando el sistema de bebida se localizaba dentro del comedero en comparación con los sistemas con bebedero de chupete y/o cazoleta.

La concentración de fósforo del purín no difirió entre épocas de engorde y formas de presentación del alimento (Tabla 1, $P>0,10$), pero se correlacionó positivamente con el índice de conversión de la explotación ($r=0,58$, $P=0,003$). Esta relación implicaría una mayor excreción de dicho nutriente en los animales con peor eficiencia productiva, dado que la duración del ciclo no fue excesivamente diferente entre explotaciones.

La concentración de potasio del purín fue similar entre épocas de engorde ($P>0,10$), pero se vio afectado por la forma de presentación del alimento (Tabla 1, $P<0,10$), de forma paralela al contenido de nitrógeno amoniacal. De hecho, la concentración de ambos nutrientes se correlacionó positivamente ($r=0,83$, $P<0,001$). Esta relación se explicaría porque tanto el nitrógeno amoniacal como el potasio son elementos solubles en la fracción líquida (Yagüe et al., 2008), y a su vez, existe una relación directa entre contenido de proteína y de potasio en las materias primas de la dieta (Meschy, 1998).

En conclusión, el índice de conversión de la explotación apenas afectó a la composición química del purín, mientras que la época de engorde únicamente influyó sobre la

concentración de materia orgánica, que fue inferior en la época cálida que en la fría. Por su parte, la forma de presentación del alimento ejerció un efecto significativo sobre la concentración de ciertos nutrientes del purín (materia orgánica, nitrógeno amoniacal y potasio), que fueron superiores en el tipo de presentación húmeda en comparación con la seca. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de los equipamientos de suministro de agua y alimento sobre la composición de las deyecciones porcinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brumm, M.C., Dahlquist, J.M., Heemstra, J.M., 2000. J. Swine Health Prod. 8(2):51-57.
- DOGC, 2010. AAR/506/2010, de 2 de noviembre.
- FAOSTAT, 2010. Statistics. En: <http://faostat.fao.org/>
- Irañeta, I., Santos, A., Abaigar, A., 2002. Navarra Agraria 132: 10-24.
- MARM, 2010. Anuario de Estadística 2009.
- Meschy, F., 1998. XIV Curso de Especialización FEDNA, 13 pp.
- Moller H.B., Sommer, S.G., Ahring B.K., 2004. J. Environ. Qual. 33: 27–36.
- Teira, M.R., 2008. Informe para la mejora de la gestión de los purines porcinos en Cataluña. CADS-Gencat, pp. 34-44.
- Yagüe, M.R., Quílez, D., Iguácel, F., Orús, F., 2008. Informaciones Técnicas DGA nº195, 16 pp.

Agradecimientos: Estudio financiado por el DARPAM. Los autores agradecen la colaboración de los ganaderos que participaron en el estudio.

Tabla 1. Efecto de la época del año y de la forma de presentación del alimento sobre la composición química del purín de cerdos de engorde¹

	Época de engorde (EP)		Presentación alimento (PR)		Nivel de significación (P)	
	Cálida	Fría	Húmedo	Seco	EP	PR
Materia seca (MS) (% sobre materia fresca)	7,26±0,87	6,31±1,21	6,14±1,26	7,42±0,82	0,57	0,46
Materia orgánica (% sobre MS)	57,9±4,4 ^a	78,3±7,5 ^b	76,5±6,6 ^b	59,7±4,4 ^a	0,05	0,06
Nitrógeno orgánico (% sobre MS)	2,86±0,20	2,95±0,28	2,91±0,29	2,90±0,19	0,82	0,98
Nitrógeno amoniacal (% sobre MS)	7,12±1,34	8,68±1,87	10,38±1,95 ^b	5,41±1,27 ^a	0,55	0,07
Fósforo (% sobre MS)	1,74±0,15	1,71±0,22	1,73±0,22	1,73±0,15	0,92	0,99
Potasio (% sobre MS)	6,17±1,06	6,90±1,47	8,61±1,54 ^b	4,46±1,00 ^a	0,72	0,06

¹ Distintas letras en un mismo factor indican diferencias significativas (P<0,10).

MANAGEMENT FACTORS AFFECTING THE SLURRY COMPOSITION IN GROWING-FINISHING PIGS

ABSTRACT: This study evaluated the effect of certain farming factors (period of year, feed to gain ratio and feed presentation system) on the slurry composition of growing-finishing pig farms (n=23). Feed to gain ration hardly affected chemical composition of slurry, whereas period of year only affected the organic matter content, which was lower in the hot than in the cold period. Likewise, feed presentation system showed a significant effect on some nutrient contents (organic matter, ammonium nitrogen and potassium), which were greater in wet/dry than in dry feeder type. These results highlight the importance of water and feed equipment on the excreta composition of fattening pigs.

Keywords: swine, excreta, nutrients, nitrogen

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURÍN DE CERDO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS COMO CO-SUSTRATOS Y HECE DE VACUNO COMO CO-INÓCULO

Morazán, H., Seradj, A.R., Hermida, B., Álvarez-Rodríguez, J., Babot, D. y Balcells, J.
Universidad de Lleida. 25198 Lleida. España. E-mail: balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

La digestión anaerobia y controlada de las deyecciones ganaderas es un proceso idóneo para, i) aprovechar energéticamente dicho residuo y ii) reducir la emisión de gases nocivos (NH_3) y con efecto invernadero (GEI; CH_4 y N_2O). Entre las deyecciones destaca, por su importancia, el purín de cerdo en aquellas regiones con una elevada concentración de explotaciones porcinas (por ejemplo, Cataluña y Aragón). El potencial del purín como sustrato para la fermentación anaerobia es bajo, presenta un escaso contenido en sólidos volátiles (2-5%) y un alto contenido en N-amoniaco y agua. Por ello su rendimiento en biogás no excede de los 18 m^3 por Tm (Flotats, 2010). No obstante, dicho rendimiento puede ser mejorado complementando sus características fermentativas con otros residuos/subproductos agroindustriales. La co-digestión permite aprovechar sinérgicamente las características químicas de cada residuo/subproducto y mediante la implantación de sistemas específicos de gestión integral de residuos, ésta permitiría optimizar el aprovechamiento energético de las deyecciones (Flotats et al., 2001). Las zonas agrícolas generan grandes cantidades de residuos orgánicos en sus diferentes ámbitos (cultivo, mercado, transformación) susceptibles de ser utilizados en procesos de mecanización siempre que lo permitan sus características químicas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar "in vitro" el potencial de algunos subproductos agrícolas (paja de cereal, pulpa de remolacha y manzana) como co-sustratos en la fermentación anaerobia del purín cuando dicho sustrato es co-inoculado con heces de vaca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diluyeron muestras de purín (inóculo) (10 % materia seca (MS)), elaborado con muestras de heces y orina, en una solución tampón (Theodorou et al., 1994) (20:80, 40:60 y 60:40, en 60 ml) para obtener tres tipos homogéneos de purín con diferentes concentraciones de MS (2, 4 y 6%, respectivamente). Como co-sustrato se utilizaron 600 mg/botella de tres subproductos: paja de cereales, pulpa de remolacha y de manzana. Finalmente se añadió como co-inóculo heces liofilizadas y molidas de vacuno lechero en cantidad variable (5 y 10 %, respectivamente) en función de la MS del purín. El diseño experimental fue un 3x3x2 (3 niveles de MS en el purín x 3 subproductos x 2 niveles de co-inóculo). Las heces y orina procedían de 4 hembras gestantes y se obtuvieron mediante colección directa del ano y masaje vulvar. Las heces se pesaron y mezclaron de forma proporcional y tras su homogeneización se muestrearon y almacenaron en recipientes sellados durante 24 horas a 4°C. Tanto en el purín artificial, como los co-sustratos e inóculos se analizaron su concentración de materia orgánica (MO) (550°C/ 3 horas).

La incubación se realizó según el proceso descrito por Theodorou et al. (1994). Para ello, en condiciones de anaerobiosis se preparó la solución tampón y se mezcló inicialmente con el purín, manteniendo el medio en agitación constante (flujo burbujeante de CO_2 y un indicador del nivel de reducción) y a una temperatura constante (39 ± 1 °C). Una vez preparado el medio de incubación se trasvasó, manteniendo las condiciones, a las botellas de incubación (60 ml) que habían sido llenadas previamente con las cantidades correspondientes de co-sustrato y co-inóculo. Se procedió también al llenado de los blancos. Se definieron como blancos la botellas que contenían una de las siguientes combinaciones, i) sólo solución tampón, ii) tampón+purín y iii) tampón+purín+co-inóculo. Realizada esta operación, se procedió a sellar las botellas mediante séptum de butilo y cápsulas de aluminio en presencia de flujo de constante de CO_2 , se liberó la presión, y tras su agitado se procedió a iniciar la incubación en estufa a 39 ± 1.0 °C.

Durante la totalidad del ciclo de fermentación (49 días) se determinó la producción de gas a partir de la presión (TP704DELTA OHM, Caselle di Selvazzano, Italia) en el espacio de cabeza, las determinaciones se realizaron diariamente los primeros 7 días, 2 veces por semana los siguientes 21 días, para finalizar con mediciones semanales. En cada muestreo, se determinó la presión, se liberó el gas y una vez restaurada la presión en el espacio de

cabeza se procedió a obtener las muestras de metano (CH₄) (el muestreo se realizó manualmente mediante jeringuillas de 0,5 ml de precisión) y determinar su proporción en el biogás producido. El análisis de CH₄ se realizó semanalmente y su composición se determinó en 0,1 ml de gas inyectado en una columna de conductividad térmica (Agilent Technologies 7890A, Net Work GC System, Perkin Elmer, Boston, EEUU).

Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU), utilizando un modelo mixto de medidas repetidas que consideró el tipo de purín, la dosis de co-inóculo, el tipo de co-sustrato y el día de incubación como efectos fijos, y la botella como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la producción acumulada de CH₄ a lo largo del período de incubación. Dicha producción se vio afectada por la concentración inicial del purín (Figura 1a, P<0,001), siendo superior en purines con concentraciones de MS 4 y 6% que en los purines con un 2% MS (P<0,05). En el caso de la producción de gas, esta diferencia fue significativa a partir del día 14 de incubación, mientras que la diferencia en la producción de metano lo fue a partir del día 21. El aumento en la concentración de sólidos volátiles en la digestión anaerobia mejora la producción de CH₄ (Møller, 2003), siempre que dicho incremento no comprometa la movilidad y actividad de las bacterias metanogénicas (Santianes et al., 2009) y ello podría justificar las escasas diferencias registradas entre los niveles más concentrados (4 y 6 % MS).

La utilización de un co-inóculo (heces de vaca) mejoró proporcionalmente la producción de gas (P<0,001) Así, la producción media acumulada fue de 524,9±24,2, 620,3±10,3 y 699,9±10,3 ml biogás/g MO sustrato, para niveles de inclusión de co-inóculo de 0, 5 y 10 % respectivamente. Por el contrario, la producción acumulada de metano únicamente mejoró cuando el co-inóculo se suplementó con niveles de inclusión del 10% (185,4±9,2 ml CH₄/g MO sustrato, P<0,05), mientras que no se observaron diferencias significativas entre la no inclusión de co-inóculo y la adición de un 5% de co-inóculo (125,6±21,6 vs. 158,9±9,2 ml CH₄/g MO sustrato, P>0,05). En ambos casos, la respuesta fue independiente de la concentración del purín (interacción MS purín x nivel de co-inóculo P>0,05).

La utilización de co-sustratos mejoró la producción acumulada de gas y de metano a lo largo del período de incubación (Figura 1b, P<0,001). A los 7 días de incubación, la producción de biogás fue superior con la pulpa de manzana y remolacha en relación a los valores registrados con la paja y el blanco (purín+co-inóculo) (149,4±30,1 y 231,8±30,1 vs. 75,2±30,1 y 26,2±23,6 ml biogás/g MO sustrato, respectivamente; P<0,05).

A partir del día 14 de incubación la producción de biogás a partir de la paja como co-sustrato igualó la producción de la pulpa de manzana (P>0,05), mientras que los niveles de producción con la pulpa remolacha fueron superiores al resto (P<0,05). El efecto de la utilización de co-sustratos ricos en energía sobre la mejora en la producción de biogás ha sido documentado previamente (Umetsu et al., 2006) y se explicaría por la elevada capacidad tampón y variedad en nutrientes del purín, que favorecería el crecimiento microbiano, compensando las deficiencias en nitrógeno del co-sustrato (Panichnumsin et al., 2010).

La producción de CH₄ mejoró con la adición de los co-sustratos a partir del día 21 de incubación (Figura 1; P<0,05), aunque no se observaron diferencias entre los diferentes tipos de co-sustratos utilizados (P>0,05). Por otra parte, dicha respuesta estuvo condicionada por la concentración de MS del purín (interacción MS purín x tipo de co-sustrato P<0,05). Así, la producción de ambos, biogás y metano, fue superior en los purines con mayores concentraciones de MS (4 y 6% vs 2 % de MS; P<0,05). Sustratos como las pulpas aportarían carbohidratos rápidamente hidrolizables, lo que permitiría una respuesta más rápida en la producción de metano. No obstante, la presencia de elevadas concentraciones de sólidos volátiles por la adición de sustratos altamente fermentables (mandioca o patata) pueden reducir la capacidad tampón del medio y la concentración de N-amoniaco, limitando los procesos de fermentación microbiana (Kaparaju y Rintala, 2005; Panichnumsin et al., 2010)

La adición de los sub-productos objeto del presente estudio mejoró de forma significativa la producción de metano resultante del proceso de co-digestión anaerobia del purín. Esta respuesta mostró una relación negativa con la dilución del purín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Flotats, X., 2010. Suis 72: 22-29 • Flotats, X., Campos, E., Palatsi, J., Bonmatí, X., 2001. Porci 65: 51-65. • Kaparaju, P., Rintala, J., 2005. Resources, Conservation and Recycling 43: 175-188. • Møller, H., 2003. Technical University of Denmark. PhD Thesis, 81 pp. • Panichnumsin, P., Nopharatana, A., Ahring, B., Chaiprasert, P., 2010. Biomass and Bioenergy 34: 1117-1124. • Santianes, J., Sánchez, F., Crespo, G., Fernández, S., 2009. Informe de Vigilancia Tecnológica, Fundación Madri+d para el Conocimiento (Ed.), 111 pp. • Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J., 1994. Animal Feed Science and Technology 48: 185-197. • Umetsu, K., Yamazaki, S., Kishimoto, T., Takahashi, J., Shibata, Y., Zhang, C., Misaki, T., Hamamoto, O., Ihara, I., Komiyama, M., 2006. The 2nd International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture. Zurich, Switzerland, pp. 307-310.

Agradecimientos: Estudio financiado por el MCINN (proyecto AGL2010-20820). H. Morazán y A.R. Seradj disfrutaron de becas MAEC-AECID 2010-2011 y AGAUR FI-DGR 2011, respectivamente.

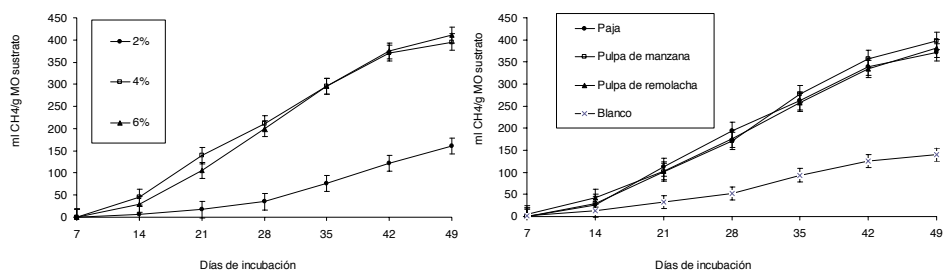


Figura 1. (a) Producción acumulada de CH₄ en purín de cerdo con 2, 4 o 6% de concentración de MS. (b) Producción acumulada de CH₄ a partir de co-digestión de purín de cerdo con paja de cereal, pulpa de manzana o pulpa de remolacha como co-sustratos.

OPTIMIZATION OF ANAEROBIC CO-DIGESTION PROCESS OF PIG SLURRY FROM AGRICULTURAL BY-PRODUCTS AS CO-SUBSTRATES AND COW FAECES AS CO-INOCULUM

ABSTRACT: Anaerobic fermentation of the slurry allows for, i) Taking advantage of waste energy and ii) Reduce the emission of harmful (NH₃) and greenhouse gases (e.g. CH₄ and N₂O). Generation of pig slurry, in those areas with a high concentration of pig farms (e.g. Catalonia and Aragon), became an environmental problem but also constitute abundant resource for energy-recycling. The slurry potential as a substrate for anaerobic fermentation is low, however this performance can be improved by synergic combination with other substrate as agro-industrial by-products. The objective of the present assay was to study the in vitro potential of some local by-products (i.e. wheat straw, apple pulp and sugar beet pulp) as a co-substrate and ruminant faeces as co-inoculum to optimize CH₄ under anaerobic fermentation. The use of referred co-substrates improved significantly biogas and CH₄ production although a negative relationship between methane production and slurry dilution was detected (4 and 6% vs. 2% slurry DM, P < 0.05).

Keywords: swine, anaerobic fermentation, methane production

EFFECTO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO Y DE LA ESTACIÓN DE PARTO SOBRE LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS DE CERDAS PRIMÍPARAS DE RAZA IBÉRICA

Blanco A., Daza A.

Departamento de Producción Animal, ETS de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. España. E-mail: argimiro.daza@upm.es

INTRODUCCIÓN

En la productividad de las cerdas primíparas de la raza Ibérica influye un conjunto muy amplio de factores inherentes al manejo, alimentación, selección, condiciones ambientales y de alojamiento y sanidad. Algunos trabajos previos han estudiado aspectos derivados del manejo sobre los resultados productivos en cerdas pertenecientes a razas blancas mejoradas (Daza et al., 1996). Sin embargo, a nuestro juicio, la influencia de aspectos ligados al manejo ha sido escasamente abordada en el escenario de la investigación del porcino Ibérico, por lo que en el presente experimento se estudia el efecto de la edad al primer parto y de la época de parto sobre los resultados productivos de cerdas primíparas, de la variedad Negra Lampiña de la raza Ibérica, explotadas en régimen intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una explotación porcina situada en Alburquerque (Badajoz), se han controlado 54 partos de 54 cerdas primíparas de la variedad Negra Lampiña de la raza porcina Ibérica. Un grupo de 34 cerdas fueron cubiertas en verano, 17 de ellas con 254,58±2,42 días de edad y otras 17, deliberadamente, con 324,11±28,56 días, de modo que parieron a finales de otoño. Otro grupo de 20 cerdas fueron cubiertas en primavera, 12 de ellas con 252,33±3,96 días y otras 8, deliberadamente, con 335,00±27,71 días, de manera que parieron en verano. Se constituyeron dos grupos de cerdas, según la edad a la primera cubrición fértil: un grupo precoz de 29 animales (cubrición a los 253,65±3,73 días) y otro tardío de 25 (cubrición a los 327,60±27,81 días) y dos estaciones de parto: 34 cerdas parieron en otoño y 20 en verano. Las reproductoras se cubrieron mediante monta natural controlada y dirigida. La gestación tuvo lugar en corrales con acceso al aire libre y una semana antes del parto las cerdas se trasladaron a la sala de maternidad donde fueron alojadas en jaulas convencionales. La edad media al primer parto de los grupos de cerdas de parto precoz y tardío fue de 365,06±2,98 y 440,52±28,38 días respectivamente.

Durante la gestación las cerdas recibieron 2,3 kg/día de un pienso que contenía 2950 kcal de energía metabolizable (EM)/kg, 13% de proteína bruta y 0,53% de lisina. Durante la lactación las cerdas recibieron 3,5 kg/día de otro pienso con 3150 kcal de EM/kg, 16% de proteína bruta y 0,82% de lisina. Las camadas se pesaron al nacimiento y al destete mediante una balanza digital de precisión. A los lechones, con acceso ad libitum a la leche de sus madres, se les suministró pienso a partir de los diez días de edad hasta tres días antes del destete, con el fin de favorecer en los lechones intencionalmente hambreados predestete el consumo de pienso posdestete. La edad media al destete fue de 39,98±6,2 días. Los datos obtenidos han sido estudiados mediante un análisis de covarianza que respondía al modelo: $Y_{ijk} = \mu + (EPP) i + (EP) j + (EPP \times EP) ij + \alpha C + \xi_{ijk}$

En donde:

- Y: variables dependientes;
- μ : media general.
- EPP y EP: efectos fijos: edad al primer parto (precoz vs tardío) y época de parto (otoño vs verano) respectivamente.
- C: covariables lechones nacidos totales (LNT) para lechones nacidos vivos (LNV) lechones nacidos muertos (LNM) y mortalidad al nacimiento (M_n); LNV para lechones muertos durante la lactación (LML), lechones destetados (LD) y mortalidad nacimiento-destete (M_{n-d}); peso medio del lechón al nacimiento (PMLN) para LML y M_{n-d} ; LNV para peso de la camada al nacimiento (PCN) y peso medio del lechón al nacimiento (PMLN); LD para el peso de la camada al destete (PCD), peso medio del lechón al destete

(PMLD) y ganancia media diaria nacimiento-destete (GMD_{n-d}); PMLN para la GMD_{n-d} ; DL (duración de la lactación en días) para PCD y PMLD.

- A: coeficientes de correlación parcial entre C e Y.

Se realizaron, además, análisis de regresión simple y múltiple con el fin de estudiar relaciones entre algunas variables productivas de la primera camada. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico STATGRAPHICS-GCenturión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La EPP y la EP no tuvieron influencia significativa sobre las variables productivas y de mortalidad de lechones, lo que concuerda con los resultados de otros autores (Daza et al., 1996, Hilley et al., 1986) observados en cerdas primíparas de razas mejoradas. Los valores medios obtenidos de LNT, LNV, LNM, LML, LD M_n y M_{n-d} fueron 7,96, 7,26, 0,70, 0,49, 6,77, 8,8% y 6,74% respectivamente, cifras concordantes con las encontradas por Vázquez et al. (1994) en cerdas primíparas de la raza Ibérica. La interacción EPP x EP no fue significativa para las variables reproductivas anteriores. La covariable LNT afectó significativamente a las variables LNV, LNM y M_n y la covariable LNV también influyó en las variables reproductivas LML, LD y M_{n-d} , mientras que el PMLN no tuvo efecto sobre las variables LML y M_{n-d} .

En la Tabla 1 presentamos la influencia de la EPP y de la EP sobre el PCN y PCD. El PCN y el PMLN fueron superiores en las cerdas de parto tardío y en los partos de verano, resultados que podrían explicarse por el probable mayor peso corporal y reservas grasas de las cerdas de parto tardío (Beyga y Rekiel, 2010) y por el posible efecto positivo de la duración del fotoperiodo de los días de primavera sobre el desarrollo fetal, aunque Almond et al. (1986) no detectaron influencia del incremento de la duración del fotoperiodo durante la gestación sobre el peso de la camada al nacimiento. Asimismo, las elevadas temperaturas del verano puede que hayan afectado negativamente al peso al nacimiento de los lechones nacidos en otoño (Enne y Greppi, 1993). Sin embargo, el PCD, el PMLD y la GMD_{n-d} no fueron afectados por la EPP y EP, aunque Dobao et al. (1983) observaron, en cerdas Ibéricas, los mayores pesos al destete en verano. No obstante, la interacción EPP x EP fue significativa ($P < 0,05$) para las variables PCD, PMLD y GMD_{n-d} . En los partos de verano de las cerdas de parto precoz se obtuvieron valores superiores de las precitadas variables que en los partos de otoño, mientras que la EP no afectó a las variables indicadas en las cerdas de parto tardío. Las cerdas de parto precoz, paridas en otoño, que amamantaron a los lechones a finales de otoño y principios de invierno, al destinar una fracción de la energía ingerida en regular su temperatura corporal (las cerdas lactantes estuvieron racionadas) y al disponer, probablemente, de escasas reservas grasas destetaron camadas con menos peso debido a una posible reducción de su producción de leche. La covariable LNV afectó al PCN y PMLN y la covariable LD influyó significativamente en el PCD y PMLD, pero no tuvo efecto sobre la GMD_{n-d} . La covariable PMLN no tuvo influencia significativa sobre la GMD_{n-d} . La duración de la lactación afectó al PMLD ($P < 0,001$), pero no tuvo influencia sobre la GMD_{n-d} . Las relaciones entre LNM y LNT y M_{n-d} y LNV se ajustaron a funciones cuadráticas de estructura:

$$LNM = 3,9 - 1,07 LNT + 0,080 LNT^2 \quad (R^2 = 0,31, RSD = 0,83, P < 0,001).$$

$$M_{n-d} = 0,25 - 0,10 LNV + 0,010 LNV^2 \quad (R^2 = 0,48, RSD = 0,074, P < 0,001).$$

Las variables LD y DL explicaron, conjuntamente, el 60% de la variabilidad del PMLD, habiéndose encontrado la relación: $PMLD \text{ (kg)} = 3,05 - 0,35 LD + 0,21 DL \text{ (días)}$ ($R^2 = 0,60$, $RSD = 1,12$, $P < 0,001$). Se concluye que parece recomendable adelantar la edad a la primera cubrición alrededor de los ocho meses de edad de las cerdas nulíparas Ibéricas, con lo que se ahorraría en costes fijos y de explotación durante la fase de recría. Los partos de verano son más productivos que los de otoño en las cerdas de parto precoz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Almond, G.W., Dial, G.D., Pressing, A.L., Hilley, H.D. 1986. Proceedings 9th Congress IPVS, Barcelona, pp. 49. • Beyga, K., Rekiel, A. 2010. Archiv Tierzucht 53: 50-64. • Daza, A., Buxadé, C., Mercadal, R., Gil, M. 1996. Proceedings of 14th IPVS Congress, Bologna, Italia pp. 580. • Dobao, M.T., Rodríguez, J., Silió, L. 1983. Livestock Production Science 10: 601-

610. • Enne, G y Greppi, G.F. 1993. Effect of temperature on sow performance. Pigs News and Information 14: 105N-112N. • Hilley, H.D., Dial, G.D., Hagan, J., Almond, G.W., Pressing, A.L. 1986. Proceedings of 9th IPVS Congress, Barcelona, pp. 23. • Vázquez, C., Menaya, C., Benito, J., Ferrera, J.L., García-Casco, J.M. 1994. Pigs News and Information 15: 121N-124N.

Tabla 1. Efecto de la edad al primer parto (precoz vs tardío), de la época de parto (otoño vs verano) y su interacción sobre el peso de la camada al nacimiento y al destete (1).

	PCN (kg)	PCD (kg)	PMLN (kg)	PMLD (kg)	GMD _{N-D} (kg)
Edad al primer parto					
Precoz (P)	9,56 ^a	62,06	1,34 ^a	9,14	0,194
Tardío (T)	10,48 ^b	58,86	1,46 ^b	8,76	0,182
eem	0,24	1,59	0,036	0,22	0,0055
Época de parto					
Otoño	9,37 ^a	59,71	1,31 ^a	8,79	0,187
Verano	10,68 ^b	61,21	1,49 ^b	9,12	0,188
eem	0,23	1,47	0,034	0,21	0,0045
Edad al primer parto x Época de parto					
P x otoño	8,96 ^a	57,68 ^{ac}	1,26 ^a	8,43 ^{ac}	0,179 ^a
P x verano	10,16 ^{ab}	66,45 ^b	1,42 ^{ab}	9,86 ^b	0,209 ^b
T x otoño	9,77 ^{ab}	61,75 ^{bc}	1,36 ^{ab}	9,15 ^{bc}	0,195 ^{ab}
T x verano	11,20 ^b	55,97 ^c	1,55 ^b	8,38 ^c	0,168 ^a
esm	0,33	2,08	0,048	0,30	0,0073
Significación de los efectos					
EPP	0,012	0,16	0,029	0,25	0,11
EP	0,0005	0,50	0,0012	0,31	0,88
EPP x EP	0,74	0,002	0,81	0,0012	0,0005

(1) son medias de mínimos cuadrados. eem = error estándar de la media. Para cada variable, medias con distintos superíndices en el mismo efecto difieren $P < 0,05$.

EFFECT OF THE AGE AT FIRST PARTURITION AND PARTURITION SEASON ON IBERIAN PRIMIPAROUS SOWS PERFORMANCE

ABSTRACT: Fifty-four farrowings of primiparous sows of Iberian breed were controlled. The age at first parturition (precocious vs late) and parturition season (autumn vs summer) had not significant influence ($P > 0,05$) on reproductive results and piglets mortality (born piglets, liveborn piglets, stillborn piglets, piglets lost during lactation period, weaned piglets, percentage of stillborn piglets and mortality rate during lactation). However, litter weight at birth and the average piglet weight at birth were significantly ($P < 0,05$) higher in sows that farrowed in summer. The interaction age at first parturition x parturition season was significant ($P < 0,05$) for the variables litter weight at weaning, average piglet weight at weaning and piglets average daily gain during the lactation. The values of these variables were significantly higher in summer than in autumn in precocious sows. The relationships between stillborn piglets and born piglets and between mortality rate of piglets during lactation and live born piglets adjusted to quadratic functions. The variables weaned piglets and lactation duration, jointly, accounted for 60% of the variation in average piglets weight at weaning.

Key words : age at first parturition, parturition season, primiparous sows performance, Iberian breed.

CONTRIBUCIÓN PARA EL ESTUDIO DEL PESO DE LA CANAL DE GANADO DE LA RAZA BARROSÃ

Alves, R.I.M.¹; Cerqueira, J.O.L.¹; Leite, J.V.²; Dantas, R.²; Costa, J.P.³; Araújo, J.P.¹
¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. Email: cerqueira@esa.ipvc.pt
²Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã (AMIBA), Vila Verde, Portugal.
³Cooperativa Agrícola de Boticas (CAPOLIB), Boticas, Portugal.

INTRODUCCIÓN

La Raza Bovina Barrosã es considerada como una de las razas más representativas y conocidas en Portugal por la calidad de su carne como lo demuestra su terneza y sabor, de masa muscular que resulta con un color más claro, menos sangre que las otras razas y una gran cantidad de grasa intersticial (García, 1964, citado por Araújo, 1986). Como garante de la calidad, la certificación de carne Barrosã presenta Denominación de Origen Protegida (DOP), garantizando su autenticidad, tanto en el nivel de producción, como en términos de su procesamiento. El objetivo principal de este trabajo fue estudiar los diversos factores que influyen el peso de las canales de animales de raza Barrosã.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizaron 12570 canales de animales de la raza Barrosã procedentes de varios ayuntamientos cubiertos por la DOP. Se determinaron los efectos de la edad de la madre, sexo de los animales, la estación de sacrificio del animal y el ayuntamiento en el peso de la canal. Se realizó un análisis de varianza simple y pruebas de la diferencia entre los grupos, utilizando el programa "SPSS, versión 19. "

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso medio de la canal fue 102,60±17,86 kg para una edad al sacrificio de 7,79 ± 1,26 meses. Se verificó que la mayoría de los animales son sacrificados con el fin de ser vendidos como carne de ternera, pues cumplen las condicionalidades presentadas por el programa de especificaciones de la DOP (las canales de animales entre el 5 y 9 meses de edad y un peso comprendido entre 70 y 130 kg). En cuanto a la influencia de la edad materna, se observaron diferencias significativas (P<0,001) de los animales de edades comprendidas entre los 2 y 3 años (99,08±15,74 kg) para los animales mas viejos (102,59±17,65 kg y 102,25±18,35 kg) (Tabla 1). Las vacas con edades comprendidas entre 3 y 8 años y con más de 8 años tienen crías con peso de canal muy aproximadas.

Tabla 1. Peso de la canal de ganado de la raza Barrosã por edad de la madre

Edad madre (años)	N	Media ± DT (kg)	Min.	Max.	CV (%)
2-3	1056	99,08±15,74 ^a	55,00	165,04	15,89
3-8	5692	102,59±17,65 ^b	50,00	191,30	17,20
> 8	5822	102,25±18,35 ^b	41,00	211,29	17,95
Sig.		***			
Total	12570	102,60 ± 17,86	41,00	211,29	17,41

Sig.: Nivel de significación *** P< 0,001; a≠b para P< 0,001

Estos resultados contradicen los de Reis et al. (2005), pues se constató que el peso de la canal es mayor para las madres con más de 3 años (± 3 kg), sin embargo, corroboran lo reportado por Robinson et al. (1978), que indican que un peso canal máximo en terneros nacidos de madres de entre 5 y 8 años, Williams et al. (1979) entre 5 y 10 años, Anderson y Willham (1978) entre 6 y 9 años y Cundiff et al. (1966) entre 7 y 11 años.

Para determinar la influencia del sexo del animal se usó una edad corregida de 7,79 meses, resultando el peso de la canal de 98,46 y 105,85 kg para hembras y machos, respectivamente, con una diferencia d entre sexos de 7,39 kg (Tabla 2).

Tabla 2. Peso de la canal de ganado de la raza Barrosã en función del sexo del animal, utilizando la edad como covariable.

Sexo	N	Media (kg)	Covariable Edad (meses)
Hembra	5525	98,46	7,79
Macho	7045	105,85	

Estos resultados son superiores a los observados por Leite (2000) para la raza Barrosã, que ha referido peso canal para los machos y hembras de 94 kg y 85 kg respectivamente. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,001$) entre las cuatro estaciones. Los animales sacrificados en la Primavera ($105,63 \pm 17,18$ kg) e Invierno ($104,38 \pm 18,36$ kg) presentaron canales con mayor peso que los sacrificados en el Verano ($100,39 \pm 18,07$ kg) y Otoño ($99,11 \pm 16,95$ kg) (Figura 1).

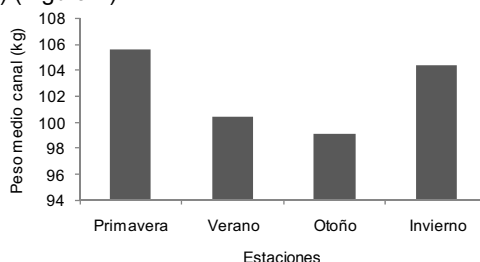


Figura 1. Distribución del peso de la canal de ganado de la raza Barrosã según la estación.

Estas variaciones en los resultados dependiendo de la estación pueden estar relacionadas con la disponibilidad de alimentos tanto para la madre (que influyen en la producción de leche) como para los terneros, que de acuerdo con Brito (2002) tienen una variación estacional.

Para el efecto del ayuntamiento en el peso de la canal, los animales sacrificados en los municipios de Montalegre ($105,20 \pm 19,04$ kg), Boticas ($105,02 \pm 18,58$ kg) y Cabeceiras de Basto ($107,41 \pm 18,67$ kg) mostraron el mayor peso de la canal, mientras que Vila Verde ($95,63 \pm 14,75$ kg) tuvo el menor peso medio de la canal (Tabla 3).

Tabla 3. Peso de la canal de ganado de la raza Barrosã por ayuntamiento

Ayuntamiento	N	Media \pm DT (kg)	Min.	Max.	CV (%)
Arcos de Valdevez	599	98,51 \pm 16,22 ^{bc}	41,00	156,41	16,47
Boticas	1746	105,02 \pm 18,58 ^e	66,00	211,29	17,69
Cabeceiras de	1428	107,41 \pm 18,67 ^e	66,00	179,15	17,38
Monção	1104	97,45 \pm 15,96 ^{ab}	60,00	164,64	16,38
Montalegre	4074	105,20 \pm 19,04 ^e	58,00	188,95	18,10
Ponte da Barca	773	98,11 \pm 15,36 ^{abc}	50,00	172,88	15,66
Terras de Bouro	403	97,77 \pm 16,02 ^{abc}	66,00	160,53	16,39
Vieira do Minho	1130	101,72 \pm 14,79 ^d	66,00	169,15	14,54
Vila Verde	887	95,63 \pm 14,75 ^a	61,00	179,15	15,42
Otros	426	100,34 \pm 14,55 ^{cd}	73,00	155,82	14,50
Sig.		***			
Total	12570	102,6 \pm 17,86	41,00	211,29	17,41

Sig: Nivel de Significación *** $P < 0,001$; $a \neq b \neq c \neq d \neq e$ para $P < 0,001$

El manejo animal y la alimentación (Brito, 2002) pueden estar relacionados con la variabilidad de los valores. La edad al sacrificio también puede influir en el peso medio de la canal en cada ayuntamiento, ya que se constató que los ayuntamientos en los que los animales son sacrificados más jóvenes son aquellos cuyos pesos de la canal son más bajos (Vila Verde, Monção y Terras de Bouro). Para los ayuntamientos con pesos de las canales superiores no se identificó influencia de la edad del sacrificio, en cuyo caso se explica la superioridad de peso por factores dietéticos y manejo general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Anderson, J. H. y Willham, R. L., 1978. Weaning weight correction factors from Angus field data. *Journal of Animal Science*, 47: 124-130. • Araújo, J. P. P., 1986. Contribuição para o estudo dos Bovinos de raça Barrosã. Relatório de estágio da Licenciatura em Engenharia Zootécnica. Universidade dos Açores. • Brito, A. N., 2002. Contribuição para o estudo de algumas raças bovinas autóctones do Nordeste de Portugal: análise do sistema produtivo e caracterização biométrica, produtiva, genética das raças bovinas Arouquesa, Barrosã e Cachena: perspectivas e evolução. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. • Cundiff, L. V.; Willham, R. L. y Pratt, C. A., 1966. Effects of certain factors and their two-way interactions on weaning weight in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 25: 972-982. • Leite, J. V., 2000. Barrosã. In: Catálogo de raças autóctones de Castela e Leão (Espanha) – Região Norte de Portugal. Fundação Rei Afonso Henriques, p. 77-89. • Reis, P. A. A., Borges, H. G. F., Pavão, A. L. M., Faria, M. R. A.M., Silva, M. M. L.S. J.M., Sequeira, J. M. C. y Gama, L. T., 2005. Avaliação de raças bovinas de carne utilizadas em cruzamento terminal nos Açores: factores que afectam os caracteres de crescimento. In: *Pastagens e Forragens*, Vol. 26/27, p. 145-155. • Robison, O. W., Yusuff, M. K. y Dillard, E. U., 1978. Milk production in Hereford cows. I – Means and correlations. *Journal of Animal Science*, 47:131-136. • Williams, J. H., Anderson, D.C. y Kress, D. D., 1979. Milk production in Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 49:1443 - 1448.

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE WEIGHT OF THE CATTLE CARCASS OF BARROSÃ BREED

Abstract: For the purpose of this study, 12.570 carcasses of Barrosã breed from some municipalities encompassed in DOP were used. Effects of dam age, gender, season at the slaughter moment and the municipality from which the animal came were determined in the carcass weight. Variance analysis and differences amongst groups were analyzed using SPSS version 19. Carcass weight was $102,60 \pm 17,86$ kg, for a slaughter age of $7,79 \pm 1,26$ months. Dams between 2- and 3-years-old produced calves with lower carcass weight ($99,08 \pm 14,74$ kg) when compared to older mothers ($102,59 \pm 17,65$ kg). We confirmed the effect of sex, with males ($106,69 \pm 20,21$ kg) being heavier than females ($97,39 \pm 12,52$ kg). Animals slaughtered in Spring ($105,63 \pm 17,18$ kg) and Winter ($104,38 \pm 18,36$ kg) had heavier carcasses compared to those slaughtered in Summer ($100,39 \pm 18,07$ kg) and Autumn ($99,11 \pm 16,95$ kg). The municipality where animals came from influenced the carcass weight: animals slaughtered in Montalegre ($105,20 \pm 19,04$ kg), Boticas ($105,02 \pm 18,58$ kg) and Cabeceiras de Basto ($107,41 \pm 18,67$ kg) are the ones who have higher weight and the animals from Vila Verde ($95,63 \pm 14,75$ kg) have the lower carcass weight.

Keywords: Barrosã breed, carcass, dam age, animal gender.

CARACTERIZACIÓN DE CANALES DE TERNERA Y TERNERA BLANCA DE LA RAZA MINHOTA

Dores, J.L.², Vaz, P.S.², Cerqueira, J.O.L.¹, Cantalapiedra, J.³ y Araújo, J.P.¹

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Mosteiro – Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, e-mail: pedropi@esa.ipv.pt

² APACRA – Associação Portuguesa dos Criadores de Bovinos de Raça Minhota, Urbanização do Sobral, Lote 2- Fracção S R/C – 4990-144, Ponte de Lima.

³ Depart. de Anatomía y Producción Animal. Univ. Santiago de Compostela, Lugo. España.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de bovino en Portugal en el año 2008 ha sido de 108.435 toneladas, correspondientes al sacrificio de 447.621 animales (DGV, 2009), de los cuales 1.226 toneladas y 5.688 animales (1,27%) de la raza Minhota. Esta raza presenta como principal aptitud la producción de carne. Sus efectivos se localizan mayoritariamente en el Noroeste de Portugal. El objetivo de este estudio es conocer el desglose de la producción de carne con la raza Minhota con enfoque en las canales de ternera.

MATERIAL Y METODOS

Se dispuso dentro del censo de sacrificios nacional los datos correspondientes a la raza Minhota (peso de canal, edad de sacrificio, sexo y categoría) entre 1 de Octubre de 2007 y 30 Setiembre de 2010, facilitados por el Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas (IFAP) del Ministerio da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Las canales han sido clasificadas según el Reg CE nº 1183/2006 de clasificación de vacuno pesado y el Reg CE Nº 700/2007, que clasifican los animales con menos 12 meses en dos categorías (V y Z).

A partir de un número inicial de 16679 canales, se ha efectuado una edición de los datos, eliminando animales con clasificación errónea y edades inferiores a 3 meses, siendo la muestra final de 15.469 animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los canales de categoría V (52,2%) constituyen con las D (20,2%) las más abundantes, con alguna representación de la carne de ternera y machos jóvenes sin castrar. Araújo et al. (2008) con sacrificios en 2005 y 2006 han registrado la superioridad de las mismas categorías V (62,6%) y la D (20,2%). Los pesos canal observados en la Minhota han sido superiores en todas las categorías en comparación con la media nacional con excepción de la categoría E (tabla 1). En los animales con edad no superior a 12 meses de edad, se han obtenido pesos canal de $V=149,6 \pm 31,41$ kg y $Z = 185,4 \pm 41,30$ kg.

En la tablas 2 y 3 se indican las distribuciones mensuales de sacrificios, con pesos y edades. En ambas las categorías los sacrificios ocurren de una forma general homogénea. En la categoría V se verifica solamente un ligera reducción en el mes Febrero y un incremento en los meses de julio, agosto septiembre y diciembre. La media de edades al sacrificio es regular a lo largo del año (6,2 meses). En la categoría Z la tendencia es la misma, con una edad de sacrificio de 9,7 meses. Las mayores cifras en agosto se justifican por lo hecho de ser el mes de vacaciones con incremento de compra.

El número de machos sacrificados es superior, en ambas categorías, al de las hembras, con mayor evidencia para la categoría V, siendo parcialmente justificado por la permanencia de estas últimas para posterior cría. Con respecto a los pesos de las canales, los machos presentan valores superiores ($p<0,001$), siendo las edades similares. Las diferencias de pesos son más evidentes en la categoría Z (tabla 4).

CONCLUSIONES

La raza Minhota presenta pesos canales superiores a la media nacional, siendo una raza con buena aptitud para la producción de carne. Las categorías V e D son las más importantes en términos de número de cabezas, representando conjuntamente 72,4% del total de sacrificios. Con respecto a las canales de ternera, los pesos han sido V= 149,6±31,41 kg y Z = 185,4±41,30 kg, con diferencias entre sexos. Las edades de sacrificio han sido de 6,2±1,15 y 9,7±0,83 meses, respectivamente para la V y Z, siendo similares entre sexos en la categoría Z.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Araújo, J.P., Dores, J.L., Vaz, P.S, Cerqueira, J.O., Carrilho, H. e Cantalapiedra, J., 2008. Avaliação de carcaças de bovinos de Raça Minhota. XVII Congresso de Zootecnia: Desenvolvimento Sustentável das regiões, APEZ, S. Miguel, Açores, 91. • CE Reg 1183/2006. Modelo comunitario de clasificación de las canales de vacuno pesado. • CE Reg 700/2007. Comercialización de la carne procedente de bovinos de edad igual o inferior a doce meses. • DGV, 2009. Classificação de carcaças de bovinos: Relatório anual 2008. DGV (Direcção Geral de Veterinária). Site: <http://www2.dgv.min-agricultura.pt/>.

Agradecimientos : Al Eng.º Pedro Vieira del Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas (IFAP) del MADRP por la disponibilización de los datos de sacrificio de la raza Minhota.

Tabla 1 : Peso canal y edad de sacrificio de la raza Minhota por categoría

Categoría ¹	Nº	%	Peso canal (kg)			Media Nacional (kg) (DGV 2008)	Edad sacrificio (meses) Media ± Des. Típ.
			Media ± Des. Típ.	Mín	Max		
V	8.071	52,2	149,6 ± 31,41	65	310	130	6,2 ± 1,15
Z	1.312	8,5	185,4 ± 41,30	70	318	159	9,7 ± 0,83
A	1.531	9,9	317,1 ± 72,52	87	587	310	19,0 ± 3,26
B	464	3,0	397,7 ± 111,24	136	884	346	31,4 ± 10,53
C	472	3,1	393,2 ± 94,83	138	722	331	29,8 ± 8,83
D	3.121	20,2	306,2 ± 59,42	123	551	264	123,3 ± 62,89
E	498	3,2	232,0 ± 51,96	93	415	233	18,4 ± 3,67
Total	15.469	100	218,4 ± 98,03	65	884	-	33,2 ± 53,82

¹Categoría de canales. A: Machos jóvenes sin castrar de menos de dos años; B: Otros machos sin castrar; C: Machos castrados; D: Hembras que hayan parido; E: Otras hembras; V: bovinos con edad igual o inferior a ocho meses; Z: bovinos con edad superior a ocho meses pero igual o inferior a doce meses.

Tabla 2: Desglose mensual de canales de ternera blanca (V) de raza Minhota (Nº, peso y edad)

Meses	Nº	Peso canal (kg)			Edad sacrificio (meses)		
		Media ± Des. Típ.	Min	Max	Media ± Des. Típ.	Min	Max
Ene	576	145,0 ^a ± 29,67	79	240	6,1a ± 1,12	4,0	8,0
Feb	541	146,6 ^{abc} ± 29,71	67	266	6,3ab ± 1,08	4,0	8,0
Mar	717	149,4 ^{abcd} ± 30,89	75	270	6,3ab ± 1,16	4,0	8,0
Abr	606	152,2 ^{cd} ± 30,39	82	286	6,4b ± 1,14	4,0	8,0
May	559	151,9b ^{cd} ± 31,05	78	272	6,2ab ± 1,15	4,0	8,0
Jun	659	153,1 ^d ± 29,63	81	276	6,2ab ± 1,18	4,0	8,0
Jul	767	154,0 ^d ± 32,88	66	285	6,2ab ± 1,11	4,0	8,0
Ago	922	150,1 ^{abcd} ± 32,85	73	273	6,1a ± 1,19	4,0	8,0
Sep	776	149,2 ^{abcd} ± 32,75	65	302	6,2ab ± 1,13	4,0	8,0
Oct	634	148,7 ^{abcd} ± 32,00	65	291	6,2ab ± 1,15	4,0	8,0
Nov	569	147,2 ^{abc} ± 30,36	78	310	6,1a ± 1,09	4,0	8,0
Dic	745	146,4 ± 31,46	67	275	6,1a ± 1,22	4,0	8,0
Sig.		***			NS		
Total	8.071	149,6 ^{ab} ± 31,41	65	310	6,2 ± 1,15	4,0	8,0

Sig: Nivel de significación *** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; NS No significativo

Tabla 3: Desglose mensual de canales de ternera (Z) de raza Minhota (Nº, peso y edad)

Meses	Nº	Peso canal (kg)			Edad sacrificio (meses)		
		Media ± Des. Típ.	Min	Max	Media ± Des. Típ.	Min	Max
Ene	92	179,7 ± 40,34	118	283	9,2 ± 0,85	9,0	12,0
Feb	85	185,4 ± 39,36	102	286	9,7 ± 0,85	9,0	12,0
Mar	110	187,7 ± 44,11	92	315	9,8 ± 0,95	9,0	12,0
Abr	103	179,7 ± 38,90	98	312	9,6 ± 0,84	9,0	12,0
May	106	177,4 ± 40,42	86	306	9,7 ± 0,76	9,0	12,0
Jun	116	190,2 ± 44,32	86	301	9,8 ± 0,84	9,0	12,0
Jul	151	187,9 ± 42,69	97	318	9,7 ± 0,88	9,0	12,0
Ago	158	189,8 ± 42,51	80	314	9,6 ± 0,79	9,0	12,0
Sep	88	192,5 ± 39,47	117	297	9,7 ± 0,84	9,0	12,0
Oct	93	181,5 ± 39,06	85	272	9,5 ± 0,76	9,0	12,0
Nov	85	181,9 ± 38,12	105	285	9,5 ± 0,68	9,0	12,0
Dic	125	186,3 ± 41,28	70	301	9,7 ± 0,82	9,0	12,0
Sig.		NS			NS		
Total	1.312	185,4 ± 41,30	70	318	9,7 ± 0,83	9,0	12,0

Sig: Nivel de significación *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS No significativo

Tabla 4: Peso canal y edad de sacrificio por sexo de las categorías V y Z en la raza Minhota

Categoría	Sexo	N	Peso canal (kg)			Edad sacrificio (meses)		
			Media ± Des. Típ.	Min	Max	Media ± Des. Típ.	Min	Max
V	Machos	4.442	158,3 ± 32,81	65	310	6,2 ± 1,14	4,0	8,0
	Hembras	3.629	139,0 ± 25,93	65	247	6,3 ± 1,15	4,0	8,0
	Sig.		***			**		
	Total	8.071	149,6 ± 31,41	65	310	6,2 ± 1,15	4,0	9,0
Z	Machos	664	202,4 ± 43,78	70	318	9,7 ± 0,81	9,0	12,0
	Hembras	648	168,0 ± 29,86	80	275	9,7 ± 0,85	9,0	12,0
	Sig.		***			NS		
	Total	1.312	185,4 ± 41,30	70	318	9,7 ± 0,83	9,0	12,0

Sig: Nivel de significación *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS No significativo.

ABSTRACT

The Minhota is an autochthonous cattle breed located in the northern region of Portugal, with a herdbook since 1997, whose main aptitude is meat production. Data of 15469 carcasses of Minhota breed animals were used in this study, to describe Minhota's meat production, with more focus on veal (V) and beef (Z) categories. The V (veal) carcasses (52,2%) form with D (female animals that have calved) (20,2%) the most significant categories. The effect of sex in the carcass weight and age of the veal and beef were evaluated with a ANOVA using SPSS version 15. In both categories males have higher weights when compared to females. The average carcass weight by category was V = 149,6 ± 31,41 kg and Z = 185,4 ± 41,30 kg and average slaughter age was V = 6,2 ± 1,15 and Z = 9,7 ± 0,83 months.

Keywords: Minhota breed, carcass weight, sex, slaughter age.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y LAS CANALES CATEGORÍA “TERNERA BLANCA” DE TERNEROS DE RAZA PARDA DE MONTAÑA

Blanco, M.¹, Albertí, P.², Ripoll, G.², Casasús, I.²

¹PCTAD-CITA. ²CITA. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. mblanco@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de productos de calidad diferenciada que puedan tener un nicho de mercado propio es actualmente un objetivo prioritario del sector vacuno aragonés, como lo demuestra la solicitud de declaración de Indicación Geográfica Protegida para la "Carne de Vacuno Montañas de Aragón" (BOE 8/11/2008). En ella se contempla la producción de ternera categoría "ternera blanca", si bien dicha producción no ha sido estudiada en las condiciones que abarca dicha IGP. Ésta exige que los terneros se críen con leche materna durante al menos 3 meses y posteriormente reciban forrajes complementados con piensos de origen vegetal; la edad del animal al sacrificio debe ser inferior o igual a 8 meses, con pesos de canal mínimos de 140 kg, conformación S, E, U o R y nivel de engrasamiento entre 2 y 4. El objetivo de este estudio fue caracterizar los rendimientos productivos y las canales de terneros de raza Parda de Montaña nacidos en primavera y otoño producidos en el Pirineo aragonés en el marco de la citada categoría de la IGP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la caracterización de los rendimientos y canales categoría "ternera blanca" se han utilizado 8 terneros machos de raza Parda de Montaña nacidos en primavera y 14 nacidos en otoño (Tabla 1). Los terneros nacidos en primavera permanecieron estabulados con sus madres hasta mitad de junio, pastaron con ellas en puertos de montaña durante el verano y se sacrificaron en septiembre (lote PRI-LACT-PASTO). Los terneros nacidos en otoño permanecieron estabulados durante toda la experiencia; la mitad de ellos recibió pienso de iniciación (B-10, 11,5 MJ EM/kg MS, 16,3% PB) y crecimiento (B-11, 13,3 MJ EM/kg MS, 15,0% PB) durante la lactación mientras la otra mitad únicamente consumió leche de la madre hasta el destete, en torno a los cinco meses de edad. En este momento, los terneros que recibieron el pienso durante la lactación se sacrificaron (lote OTO-LACT-PIENSO) y los que no habían consumido pienso se destetaron y recibieron pienso de crecimiento y paja a voluntad hasta alcanzar el mismo peso al sacrificio que el lote anterior (lote OTO-ACAB).

Se registró el peso semanal de los terneros durante la estabulación y al inicio y final del pastoreo de verano en los terneros PRI-LACT-PASTO. Se registró diariamente el consumo de pienso de los terneros y la ingestión de leche de los terneros nacidos en otoño a día 45, 90 y 150 de lactación. Los terneros se sacrificaron en el matadero comercial homologado Mercazaragoza, según los procedimientos autorizados. Tras el sacrificio, se obtuvo el peso de las canales, su grado de conformación (escala 1-18) y engrasamiento (escala 1-15) según el sistema SEUROP, y tras 24 horas de oreo se tomaron las medidas de las canales para su caracterización. Se calculó el ingreso obtenido considerando el peso canal y el precio fijado por la lonja de Binéfar en función del peso y conformación al sacrificio. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (v 9.1). Los datos de GMD y características de la canal se analizaron mediante un análisis de varianza (PROC GLM) con el lote como efecto fijo. El peso, ingestión de pienso y leche se analizaron mediante un análisis de varianza de medidas repetidas (PROC MIXED), con el lote, el día y su interacción como factores fijos y el animal como efecto aleatorio. Se presentan las medias mínimo cuadráticas y el error estándar de la media (e.e.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al nacimiento de los tres lotes de terneros fue similar. Sin embargo, la ganancia media diaria (GMD) durante toda la experiencia fue superior para los terneros OTO-LACT-PIENSO mientras que los otros dos lotes presentaron unas ganancias de peso similares (Tabla 1). Las ganancias de peso en los terneros PRI-LACT-PASTO durante la estabulación (0,838 kg/d) y el pastoreo (0,714 kg/d) fueron similares a las encontradas por Blanco y cols.

(2008a) en condiciones análogas. Con respecto a los terneros nacidos en otoño, los terneros OTO-LACT-PIENSO tuvieron mayores GMD en lactación que los OTO-ACAB tanto en los primeros 90 días (0,832 vs. 0,951 kg/d, respectivamente; e.e.= 0,0723, $P<0,05$) como en los últimos 60 días (0,668 vs. 1,340 kg/d, respectivamente; e.e.= 0,0820, $P<0,001$). Dichas diferencias están ligadas a la diferente ingestión de energía por suplementación de pienso durante la lactación, tal y como encontraron Blanco y cols. (2008b). Sin embargo las GMD en este caso fueron inferiores a las encontradas en dicho estudio, lo que podría deberse a una menor ingestión de leche, ya ésta fue inferior a la publicada en dicho trabajo tanto a día 90 de lactación (6,5 y 5,9 kg/d, respectivamente; e.e.=0,37, $P=0,37$) como a día 150 (5,4 y 4,1 kg/d, e.e.=0,29, $P<0,10$). La ingestión de pienso durante la lactación se incrementó desde el tercer mes (0,6 kg MS/d) hasta el destete (2,4 kg/d). Tras el destete, los terneros del lote OTO-ACAB tuvieron una GMD de 1,577 kg/d y una ingestión de pienso de 4,5 kg MS/d. El consumo total de pienso del lote OTO-LACT-PIENSO fue de 93 kg MS B-10 y 82 kg MS de B-11 mientras que el del lote de OTO-ACAB fue de 192 kg MS B-11, lo que supuso un coste de 51 y 46 €/animal, respectivamente.

Los tres lotes tuvieron similar peso al sacrificio, pero los terneros del lote OTO-LACT-PIENSO fueron 62 y 44 días más jóvenes al sacrificio que los PRI-LACT-PASTO y OTO-ACAB respectivamente ($P<0,001$). Las características de los terneros OTO-LACT-PIENSO fueron similares a las de terneros de la misma raza alimentados con leche a voluntad (Vieira y cols., 2005).

Las canales de los terneros OTO-LACT-PIENSO fueron las más pesadas ($P<0,001$), alcanzando el mínimo requerido por la IGP, mientras que los otros dos lotes no llegaron a este mínimo (Tabla 2). Dado que el peso al sacrificio fue similar, el rendimiento canal del lote OTO-LACT-PIENSO fue superior al de los otros dos lotes ($P<0,001$), que no alcanzaron el 55%. En cuanto a la conformación, ambos lotes nacidos en otoño alcanzaron el mínimo requerido por la IGP, siendo superior a la de los terneros PRI-LACT-PASTO ($P<0,001$). El engrasamiento de las canales fue muy escaso, siendo menor en los terneros del lote PRI-LACT-PASTO ($P<0,001$), si bien ninguno de los lotes alcanzó el mínimo requerido por la IGP. El ingreso obtenido por canal fue superior en los dos lotes de otoño al obtenido por las canales del lote PRI-LACT-PASTO (1021, 911 y 722 € respectivamente; e.e.=84,6, $P<0,01$). Los terneros del lote OTO-LACT-PIENSO presentaron mayor longitud de canal ($P<0,001$), anchura ($P<0,05$), profundidad ($P<0,01$) y perímetro de pierna ($P<0,001$), sin aparecer diferencias en la longitud de la pierna, anchura de la canal y la profundidad interna. La compacidad de la canal fue superior en los terneros del lote OTO-LACT-PIENSO, intermedia en el lote OTO-ACAB e inferior en el lote PRI-LACT-PASTO ($P<0,001$). Los terneros de lote OTO-LACT-PIENSO presentaron mayor compacidad de la pierna que los de lote PRI-LACT-PASTO ($P<0,05$). En terneros sacrificados a peso ligero, la anchura, perímetro y profundidad de la pierna, así como el índice de compacidad de la canal, están estrechamente correlacionados con el peso canal, mientras que las correlaciones con el resto de medidas son inferiores (Albertí y cols., 2005), al igual que se observa en este ensayo.

En la práctica, para incrementar el nivel de engrasamiento y el peso canal sería recomendable realizar un acabado en los terneros de otoño que no reciben pienso durante la lactación, y proporcionar piensos con mayor contenido energético a los terneros que sí lo reciben. En el caso de los terneros nacidos en primavera, el sistema tradicional de manejo no permite cumplir con los requerimientos especificados en la IGP para la producción bajo la categoría "Tertera Blanca", por lo que habría que buscar un manejo alternativo para estos animales o redefinir el pliego de condiciones de la marca. En este sentido, otras IGP, como la "Tertera Gallega" o la "carne de Ávila", han fijado la edad al sacrificio máxima en 10 meses, lo que permite obtener canales con mayor peso y engrasamiento que las encontradas en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J.L., Panea, Sañudo, C. 2005. Meat Sci. 71: 514-521
- Blanco, M., Ripoll, G., Albertí, P., Sanz, A., Revilla, R., Villalba, D.,

Casasús, I. 2008a *Livestock Science*, 115-226 • Blanco, M., Villalba, D., Ripoll, G., Sauerwein, H., Casasús, I. 2008 b *Animal*, 5: 779-789 • Vieira, García, Cerdeño, Mantecón, A.R. 2005 *Livestock Production Science*, 93: 263-275

Agradecimientos: al personal de la Finca Experimental La Garcipollera, Mercazaragoza y BIMARCA S.A. por su colaboración técnica. Financiación procedente de INIA (RTA2010-00057, RZP 2009-00005) y FEDER.

Tabla 1. Rendimiento de los terneros

	PRI-LACT-PASTO	OTO-LACT-PIENSO	OTO-ACAB	e.e.	P
Fecha nacimiento	15-feb	10-oct	9-oct	7,0	0,0001
Peso nacimiento	48	43	40	4,8	0,14
Peso sacrificio	227	234	233	15,3	0,81
GMD experiencia	0,789 b	1,184 a	0,836 b	0,0652	0,0001
Edad sacrificio	226 a	164 c	208 b	7,0	0,0001

Tabla 2. Características de la canal

	PRI-LACT-PASTO	OTO-LACT-PIENSO	OTO-ACAB	e.e.	P
Peso canal caliente	125 b	140 a	128 b	3.4	0,001
Rendimiento canal	53,11 b	59,84 a	54,86 b	1.3	0,001
Conformación	O (5,0) b	R+-R (8,5) a	R (7,9) a	0.6	0,001
Engrasamiento	1+ (3,0)	2- (4,0)	2- (4,0)	0.0	0,001
Longitud canal	102 a	100 a	98 b	1.1	0,001
Anchura canal	48	48	48	1.0	0,66
Longitud pierna	67	67	67	1.0	0,72
Anchura pierna	20,9 b	22,4 a	21,1 b	0.7	0,03
Perímetro pierna	91 b	94a	89 b	1.3	0,001
Profundidad pierna	35,3 a	35,6 a	33,9 b	0.5	0,004
Compacidad canal	1,19 c	1,36 a	1,28 b	0.0	0,001
Compacidad pierna	0,31 b	0,34 a	0,32 ab	0.0	0,04
Profundidad interna	29	27	29	0.9	0,09

VEAL PRODUCTION IN DRY MOUNTAIN AREAS: PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS

ABSTRACT: The aim of this trial was to study the production of veal according to the regulations of demanded Protected Geographical Indication (PGI) in the Mountain areas of Aragon. According to these regulations, calves have to be slaughtered before or at 8 months of age and there are minimum carcass weight (140 kg), conformation (R) and fatness (2). A group of spring-born calves were raised with their dams in the stable for 128 days and thereafter in high mountain pastures until weaning (226 d), when they were slaughtered. Two groups of autumn-born calves were raised by their dams in the stable until weaning. During lactation, one group received concentrates on ad libitum basis while the other did not. After weaning, supplemented calves were slaughtered (164 d) while the others were fed concentrates until they reached the same weight as their counterparts (208 d). Supplemented autumn-born calves had greater ADG and were younger at slaughter than their counterparts ($P<0.001$). Slaughter weights were similar among groups. Supplemented autumn-born carcasses reached the compulsory minimum weight and conformation but not fatness, whereas the other groups did not attain the required characteristics. Management has to be slightly modified to improve carcass characteristics.

Keywords: veal, performance, carcass

INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE LOS RENDIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA PARDA DE MONTAÑA CEBADOS EN PASTOREO

Casasús I., Albertí P., Joy M., Ripoll G., Blanco M.
CITA-Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. icasasus@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas convencionales de cebo de ganado vacuno a base de pienso y paja pasan por momentos de incertidumbre económica debido a la volatilidad de los precios de los cereales. En este contexto, son posibles diversas alternativas para reducir los costes de producción incorporando forrajes a las dietas de cebo (Villalba et al., 2010). Entre ellas destaca la posibilidad de realizar el cebo en pastoreo, donde una suplementación con concentrado resulta necesaria para una adecuada finalización de las canales (Keane y Drennan, 2008), en cantidades que deben adaptarse a los animales y recursos forrajeros utilizados. Aunque por cuestiones de mano de obra la provisión de pienso a libertad en el pasto es más sencilla, un aporte limitado podría ser beneficioso en términos económicos o de calidad del producto, o permitir la producción bajo la normativa ecológica (máximo de 40% de concentrado en la dieta diaria). Por ello, el objetivo de este trabajo fue comparar los rendimientos y características de la canal y la carne de terneros de raza Parda de Montaña cebados en pastoreo y suplementados con pienso a voluntad o en cantidad restringida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Finca Experimental "La Garcipollera", en el Pirineo oscense. Se utilizaron 16 terneros machos de raza Parda de Montaña nacidos en otoño (15-oct ± 13 d). Tras el destete (6,5 meses, 237 kg) se distribuyeron en dos lotes homogéneos en edad y peso, en función del nivel de suplementación de pienso de crecimiento (13,7% PB, 18,8% FND) que recibirían durante el cebo en pradera: AD LIB (pienso disponible a voluntad) vs. 3KG (distribución diaria de 3 kg de pienso por cabeza). Durante los seis meses siguientes los terneros permanecieron en una pradera natural de montaña (*Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne*) de 2,4 ha de superficie, en pastoreo rotacional sobre 4 parcelas de 0,6 ha, con acceso a pienso en las condiciones referidas, agua y complemento vitamínico-mineral.

Los animales se pesaron semanalmente, y su ganancia media diaria (GMD) se estimó por regresión del peso sobre la fecha. La oferta y rehusado de pienso se controlaron en grupo, diariamente en el lote 3KG y semanalmente en el lote AD LIB. La disponibilidad de hierba en la pradera se determinó al inicio y final de cada aprovechamiento a partir de la altura del pasto, y su tasa de crecimiento mediante medida en el interior de jaulas de exclusión. Con ello, la ingestión de forraje se calculó por el método de desaparición y crecimiento de la biomasa (Smit et al., 2005).

Los animales se sacrificaron en matadero comercial a fin de verano (1 año de edad). Se determinó el peso, rendimiento, conformación (escala SEUROP transformada a 1-18) y engrasamiento (escala 1-5 transformada a 1-15) de las canales, así como el espesor de grasa subcutánea dorsal (costilla T13, mediante un calibre) y el color de grasa subcutánea (espectrofotómetro CM-2600d (Konica Minolta, Japón), coordenadas CIE L*a*b*).

Se tomaron muestras del músculo *Longissimus thoracis* para evaluar la calidad de la carne. Se evaluó el pH, el color mediante espectrofotometría (evolución en muestras conservadas en film transparente permeable al oxígeno, en oscuridad, al corte y a 1, 2, 8 y 15 días) y la dureza mediante célula Warner-Bratzler (Instron modelo 5543, evolución del esfuerzo máximo a 1, 10 y 20 días de maduración al vacío). Se realizó el análisis químico de la carne, determinando la humedad y el contenido en cenizas, proteína (AOAC) y grasa (método Ankom AOCS Am 5-04), así como el perfil de ácidos grasos mediante extracción en frío, metilación y cromatografía de gases (Agilent Technologies, EE.UU.). La valoración económica se llevó a cabo considerando únicamente los costes que diferían entre tratamientos (el consumo de concentrado) y precio de las canales establecido por la Lonja Agropecuaria Mercolléida para las categorías de peso y conformación correspondientes.

Los datos de peso, GMD, características de la canal y composición química de la carne se analizaron mediante un análisis de varianza (PROC GLM) con el tratamiento como efecto fijo. La evolución del color del músculo y su dureza a lo largo del periodo de

maduración se analizaron mediante un análisis de varianza de medidas repetidas (PROC MIXED), con el tratamiento, el tiempo y su interacción como factores fijos y el animal como aleatorio. Se presentan las medias mínimo cuadráticas y el error estándar de la media (e.e.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad media de pasto fue de 1926 (e.e. 271) kg MS/ha al inicio del aprovechamiento y 1229 (e.e. 165) al final, con máximo en mayo-junio y mínimo en octubre.

Los rendimientos de los animales durante la fase de cebo se muestran en la Tabla 1. Aunque no se observaron diferencias significativas en el peso de los animales de ambos tratamientos al final del cebo, las ganancias fueron significativamente superiores en los animales que tenían el pienso ad libitum. Esta diferencia se asoció a un mayor consumo de concentrado (6,3 vs. 2,7 kg MS/día, respectivamente), alcanzando en el último mes los 7,8 kg MS/d en el lote ADLIB. Los terneros con suplementación restringida compensaron parcialmente esta diferencia con una mayor ingestión de hierba (estimada en 5,9 vs. 7,2 kg MS/d en ADLIB y 3KG, respectivamente). Las ganancias del lote ADLIB fueron similares a las observadas en terneros de esta raza cebados en interior con dietas convencionales a base de pienso y paja (Blanco et al., 2011), mientras que las del lote 3KG fueron algo inferiores a las observadas en terneros cebados en praderas de alfalfa con suplementación de 1,8 kg MS/d de cebada (1,36 kg/d; Blanco et al., 2011), debido a un menor crecimiento en la fase final del pastoreo, por una menor oferta de forraje de calidad.

Tabla 1. Rendimientos de los animales durante el cebo en pastoreo en función del nivel de suplementación

	3KG	ADLIB	e.e.	Sign.
Peso inicial, kg	236	238	13,4	NS
Peso final, kg	448	480	19,9	NS
Edad inicial, d	195	201	6,7	NS
Edad al sacrificio, d	369	375	6,7	NS
GMD global, kg/d	1,269	1,495	0,089	*

Las características de las canales se muestran en la Tabla 1. A pesar de la ausencia de diferencias en el peso vivo al sacrificio, un mayor rendimiento canal en el lote ADLIB ($p<0,001$) condujo a unas canales más pesadas que en el grupo 3KG ($p<0,01$), que además estuvieron ligeramente mejor conformadas ($p=0,06$) y presentaron mayor espesor de grasa dorsal ($p=0,07$), aunque el engrasamiento fue bajo en ambos casos (2). No hubo diferencias en el color de la grasa subcutánea entre ambos lotes.

Tabla 2. Características de la canal en función del nivel de suplementación

	3KG	ADLIB	e.e.	Sign.
Peso canal fría, kg	253	292	12,7	**
Conformación (1-18)	10,0	11,0	0,50	0,06
Engrasamiento (1-15)	5,0	5,0	0,00	NS
Rendimiento canal, %	56,6%	60,8%	0,90	***
Espesor de grasa dorsal, mm	0,76	1,31	0,284	0,07
Color grasa subcutánea				
L*	72,49	71,74	1,793	NS
a*	2,65	4,08	1,545	NS
b*	14,33	12,98	1,690	NS

En cuanto a la calidad instrumental de la carne, no hubo diferencias entre lotes en la textura ni el color de la misma, con valores que sólo se vieron afectados por el tiempo de maduración o de exposición al aire, respectivamente, al igual que observaron French et al. (2001) en animales cebados en pasto suplementados con distinta cantidad de concentrado. La ausencia de diferencias en el color de la carne y de la grasa de la canal contrasta con otros estudios en los que un mayor consumo de pasto implicaba mayor acúmulo de pigmentos carotenoides en ambos depósitos (Blanco et al., 2011 y 2010, respectivamente).

Esto indicaría un consumo de pasto relativamente similar en los dos lotes, al menos en la fase final del pastoreo (con mayor influencia en estos parámetros), lo que podría deberse a una oferta limitante de pasto a final de verano.

No hubo diferencias entre tratamientos en el pH (5,8, e.e. 0,02) o la composición química de la carne (24,4% MS (e.e. 0,10), 22,7% proteína (e.e. 0,10), 0,6% grasa (e.e. 0,06), 1,1% cenizas (e.e. 0,01)). El contenido en grasa intramuscular fue bajo en ambos lotes, y algo inferior al registrado en terneros cebados en alfalfa con 1,8 kg MS/d de cebada (Blanco et al., 2011). El perfil de ácidos grasos fue similar en ambos grupos, salvo en algunos casos puntuales, como el ácido linoléico (C18:2, 12,9% vs. 17,5% en ADLIB y 3KG respectivamente, e.e. 2,13, $p < 0,05$). No hubo diferencias significativas en el resto de ácidos grasos mayoritarios (palmítico, oléico, esteárico), ni en otros de interés como el vaccénico o el CLA, ni en la proporción total de saturados, mono- y poli-insaturados, o de ω -6 y ω -3.

Con respecto a los resultados económicos, el consumo de pienso en ambos grupos (1230 y 519 kg en ADLIB y 3KG, respectivamente) generó un mayor coste de alimentación del lote ADLIB (302,60 y 127,70 €, respectivamente). Las diferencias en el peso canal se tradujeron en un mayor ingreso en este lote (1108,79 y 936,46 €, respectivamente). Por tanto, el mayor coste de alimentación del lote ADLIB (174,90 €) se recuperó en un mayor precio de venta de las canales (172,33€), con lo que no hubo diferencias en el beneficio obtenido.

En conclusión, el nivel de suplementación en pastoreo influyó en los crecimientos de los terneros pero no afectó (o lo hizo en muy escasa magnitud) a la calidad de la canal y de la carne producida. Independientemente del nivel de suplementación, el bajo engrasamiento de las canales y de la carne indicaría la necesidad de utilizar dietas de mayor concentración energética o plantear un acabado fuera del pasto, como sugieren Keane y Drennan (2008), ya que sobre todo al final del verano los rendimientos técnicos están limitados por la disponibilidad de forraje. Por otro lado, la provisión de concentrado a voluntad en pastoreo no sería una técnica adecuada en condiciones de producción ecológica, ya que su consumo voluntario supera el máximo diario establecido por la normativa.

Agradecimientos: Financiación procedente de INIA (RTA2010-57, RZP 2009-05), Gobierno de Aragón-La Caixa (GA-LC-001/2009) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco M., Casasús I., Ripoll G., Panea B., Albertí P., Joy M. (2010). *Meat Science* 84: 545-552.
- Blanco M., Joy M., Ripoll G., Sauerwein H., Casasús I. (2011). *Animal* 5: 113-122.
- French P., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Caffrey P. J., Mooney M. T., Troy D. J., Moloney A. P. (2001). *Meat Science* 57: 379-386.
- Keane M. G., Drennan M. J. (2008). *Livestock Science* 115: 268-278.
- Smit H. J., Taweel H. Z., Tas B. M., Tamminga S., Elgersma A. (2005). *Journal of Dairy Science* 88: 1827-1836.
- Villalba D., Molina, E., Cubiló, D., Blanco, M., Albertí, P., Joy, M., Casasús, I. (2010). *Agroecología*: 24-27.

INFLUENCE OF CONCENTRATE SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT QUALITY OF BULLS FATTENED ON PASTURE

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the performance of grazing Parda de Montaña young bulls with ad libitum (ADLIB) vs. restricted (3KG) concentrates during finishing on pasture (from 6.5 to 12 months). Growth rate was higher in ADLIB than in 3KG bulls (1.50 vs. 1.27 kg/d, respectively, $P < 0.05$), due to a greater concentrate intake (6.3 vs. 2.7 kg DM/d, respectively), although grass intake was slightly lower than that of the 3KG group (5.9 vs. 7.2 kg DM/d, respectively). Slaughter weight was not different but ADLIB bulls had heavier carcasses (292 vs. 253 kg, $P < 0.01$), with slightly better conformation score (11 vs. 10 in a 18-point scale, $P = 0.06$) and backfat thickness (1.31 vs. 0.76 mm, $P = 0.07$), but similar subcutaneous fat colour. Meat shear force and colour were similar for both groups and evolved similarly through the ageing period. Meat chemical composition was similar in both treatments, with only slight differences in individual fatty acid contents. The different feeding management resulted in different gains and carcass weights but did not influence meat quality.

Keywords: pasture finishing, concentrate supplementation, performance, quality.

LA RASTREABILIDAD BOVINA BRASILEÑA Y EXPORTACIONES DE CARNE A LA UNIÓN EUROPEA

Silveira-Nicoloso C., Silveira V.C.P.
Universidad Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS – Brasil.
E-mail: carolinanicoloso@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La expansión del comercio mundial de alimentos, los cambios en los hábitos alimenticios y la contaminación por los residuos de alimentos o micropatógenos han dado lugar a cambios en el sector de la producción de alimentos, con la creación de un nuevo panorama de la nutrición mundial. La producción y comercialización de carne de vacuno, después de episodios como la aparición de la Encefalopatía Espongiforme Bovina en Inglaterra, la contaminación de hamburguesas por *Escherichia coli* 0157H en Estados Unidos, y los brotes de fiebre aftosa en Argentina y Rio Grande do Sul generó una preocupación por la seguridad alimentaria tanto por parte del gobierno como de los consumidores.

Después de estos episodios, la Unión Europea (UE) comenzó a exigir todos los países exportadores que adoptaran sistemas de control y gestión de riesgos similar a los desarrollados y utilizados en ella en cuanto a la identificación y registro de los animales. En consecuencia, Brasil, para no perder uno de sus principales mercados y posibilitar la prospección de otros nuevos, tuvo que adaptarse a esta tendencia y crear su propio sistema de trazabilidad para satisfacer las demandas de sus clientes internos y externos.

En enero de 2002, por la Instrucción N ° 01, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), emitió el Sistema Brasileño de Identificación y Certificación de Origen Bovino y Búfalo - SISBOV. En 2006, después de la publicación de varias instrucciones normativas y órdenes, el gobierno brasileño anunció una nueva legislación que abolió el pasado y la creación de un "nuevo" sistema, conocido como el Servicio de la Cadena de Suministro Rastreabilidad del ganado bovino y búfalos.

Hubo varios cambios en el sistema de rastreabilidad de Brasil para satisfacer las diferentes exigencias de los mercados de consumo, dictadas por la UE. Estos cambios siempre generan inestabilidad en los niveles de producción, que deben adaptar sus normas a las condiciones necesarias para negociar sus productos en el mercado de ultramar. Durante el proceso de desarrollo del servicio de la rastreabilidad de Brasil, muchos productores quedaron fuera del sistema debido a la gran cantidad de requisitos de idoneidad, así como el costo de implementación, lo que resulta en un desequilibrio entre la oferta y la demanda de carne de vacuno listos para exportar en Brasil.

LAS EXPORTACIONES DE CARNE BRASILEÑA

En el año 2009, Brasil tenía 205 millones de animales y el segundo mayor rebaño comercial de bovinos del mundo (IBGE, 2010), sólo por detrás de la India, con el rango de líder mundial en exportaciones de carne. Aunque Brasil fue capaz de llegar a esta posición, la comercialización en el extranjero depende principalmente del comportamiento de los competidores más importantes y los resultados de las negociaciones con la Unión Europea con respecto a las cuotas, aranceles y requisitos para la certificación y la rastreabilidad, ya que los países de este bloque, en conjunto, son los principales compradores de carne de vacuno brasileña (Buainain y Batalha, 2007).

El sistema de rastreabilidad bovina utilizado en Brasil sigue reglas estrictas dictadas por los importadores, con las directrices de los requisitos de la UE. Una vez establecido en la rastreabilidad de carne de los países, la adhesión al sistema por los productores mostró un crecimiento gradual. A finales de 2006, ante la necesidad de nuevos ajustes a las exigencias de la UE, el sistema de rastreabilidad brasileña se reformuló y las normativas e instrucciones anteriores fueron derogadas, aumentando los requisitos de control de información, haciendo la

certificación de la granja y el animal, con aumento de los costos y la disminución de la adhesión al sistema. Se estipuló el plazo del 31 de diciembre de 2007 para la adaptación total a la nueva normativa que afecta a las exportaciones de carne brasileña a la UE, como puede verse en la Tabla 1.

Podemos observar una reducción en las exportaciones a la UE entre los años 2006 y 2007, coincidiendo con la reformulación del sistema rastreabilidad. En 2008, la UE restringió las importaciones de carne brasileña al identificar fallos en la identificación de los animales, el manejo de información y registro de explotaciones. Este fue otro momento crítico para las exportaciones brasileñas, ya que cayó a menos de la mitad de la cantidad exportada en 2006 y 2007, según la Tabla 1. A partir de entonces, se compiló una lista de explotaciones autorizadas a exportar a la UE. Minas Gerais fue el primer estado en la lista debido al seguimiento de control de la gestión pública (Cavalcanti, 2008).

Los constantes cambios en el sistema de rastreabilidad bovina junto con el embargo de carne brasileña por la UE en 2008 crearon aún mayor incertidumbre en los productores de cara a certificar a sus animales y sus explotaciones, lo que llevó a una lenta adopción del sistema. La Tabla 2 muestra el número de explotaciones en condiciones de exportar carne de vacuno a la UE entre el período 2007 a 2010.

De acuerdo con la Tabla 2, entre los años 2007 y 2008 hubo una disminución en el número de establecimientos rurales autorizados para exportar carne de vacuno a la UE, coincidiendo con la introducción de nuevas normas para la rastreabilidad y el embargo sobre la carne brasileña. Ya dos años más tarde, en 2009 y 2010, el número de establecimientos autorizados dio un gran salto, pero si analizamos los datos en la Tabla 2, junto con los de la Tabla 1 se puede observar que este aumento en el número de explotaciones agrícolas que exportan no pueden garantizar la recuperación de las exportaciones brasileñas a la UE, lejos los valores y las cantidades de los años 2006 y 2007. Estos datos indican que el Brasil está aún lejos de alcanzar su potencial para las exportaciones de carne de vacuno para la UE en lo que respecta al resto de los países importadores, ya que la UE representa aproximadamente el 50% de las exportaciones de carne de vacuno de Brasil.

CONCLUSIONES

El sistema de rastreabilidad bovina juega un papel fundamental en las exportaciones de carne brasileña a la UE y de otros importadores debido a que las exigencias del mercado para la certificación son dictadas por dicho bloque de países.

Los constantes cambios en el sistema de rastreabilidad para satisfacer las demandas de los países importadores generan inestabilidad e incertidumbre en el nivel de producción, para su aprobación, lo cual puede afectar el número de animales en condiciones de exportar y, por tanto, la cantidad de carne exportada, así como los ingresos del sector. Por lo tanto, Brasil todavía está lejos de alcanzar su potencial para las exportaciones de carne de vacuno a la UE y de los otros países importadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 1, de 9 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 10 jan. 2002.
- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Org.). Cadeia produtiva da carne bovina. Brasília: MAPA/SPA/IICA, 2007 (Série Agronegócios, v.8).
- CAVALCANTI, M. R. O boi, o brinco e a União Européia. 2008. <http://www.beefpoint.com.br/?noticiaID=42322&actA=7&areaID=15&secaoID=123>, acceso 10/1/2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa da pecuária municipal. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>, acceso 15/1/2011.

Tabla 1. Valor y cantidad de carne exportada a la UE en los años 2006 a 2010.

Año	2006	2007	2008	2009	2010
Valor (US\$)	1.449.066.940	1.400.228.467	720.884.361	609.951.578	663.449.185
Toneladas	415 mil	301 mil	141 mil	126 mil	120 mil

Fuente: Mapa – Estadística de comercio exterior de la agroindustria brasileña

Tabla 2. Número de establecimientos autorizados para exportar carne de vacuno a la UE en los años 2007 a 2010.

Año	2007	2008	2009	2010
Nº de establecimientos	563	300	1897	2210

Fuente: Mapa – Estadística de comercio exterior de la agroindustria brasileña

THE BRAZILIAN BOVINE TRACEABILITY AND BEEF EXPORTS TO EUROPEAN UNION

Abstract: The expansion of world trade in food, changes in eating habits and contamination of food have also led to changes in the productive sector of food, creating new landscape of world nutrition. The European Union (UE) began requiring all exporting countries to develop their markets and adopt systems of control and risk management similar to that used by them as to the identification and registration of animals. Brazil, not to lose one of its major markets had to adapt to this trend and create your own tracking system. The many changes took place in the Brazilian traceability system to meet the various requirements of consumer markets, dictated by the UE. These changes always generate instability in production levels, which must adapt their system standards required for them to negotiate their product to overseas market. During the process of deploying the service traceability Brazil, many farmers eventually exempt from the system. In late 2006, faced with the need for further adjustments to UE requirements, the traceability system was reformulated to Brazilian revoked regulations and instructions. As new traceability rules have affected the Brazilian beef exports to UE. There was a decrease in the number of rural establishments authorized to export, coinciding with the introduction of new standards per ban Brazilian beef. You can see that this increase in the number of farms exporting not guarantee the recovery of Brazilian exports to the UE. Brazil still is far from reaching its potential for beef exports to both UE and for the other importing countries.

keywords: traceability, exports, beef

CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DE CARNE EN EL VALLE DEL NANSA (CANTABRIA)

Lavín, P¹., Jaroso, R¹., Palencia, P²., Mantecón, A.R¹

¹IGM (CSIC). Finca Marzanas 24346 Grulleros (León). paz.lavin@eae.csic.es.

²Fundación Marcelino Botín, C/ Pedrueca 1, Santander.

INTRODUCCIÓN

El Valle del Nansa en Cantabria es una zona tradicionalmente dedicada a la producción de ganado vacuno de carne. El conocimiento de las características de las explotaciones es un paso previo necesario para el desarrollo de alternativas de mejora en producción-comercialización; por otra parte, el tamaño de las explotaciones es un factor determinante de sus características estructurales y de manejo de los animales (Serrano et al., 2004). El objetivo de este trabajo es conocer la situación actual de las explotaciones en cuanto al tamaño, las características y manejo de los animales, territorio e infraestructuras disponibles así como la estructura social que permitan la identificación de los condicionantes productivos y económicos de mayor importancia y sirvan de ayuda en la puesta en marcha de alternativas a los actuales sistemas de producción y de comercialización.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información se obtuvo de una encuesta realizada durante el verano-otoño de 2010, mediante entrevista directa a 42 ganaderos del Valle de Nansa y Peñarrubia (16,3% de las explotaciones de vacuno existentes en la zona). Los Municipios en los que se realizaron las encuestas fueron: Herrerías, Lamasón, Peñarrubia, Rionansa, Tudanca y Polaciones con una altitud que oscila desde 93 m a los 2175 m según datos de ICANE (2010) y una superficie total de 428,7 km² (7,9% de la superficie de Cantabria). Se recogió información relativa a la estructura social de las explotaciones, al censo de animales, a las características del territorio e instalaciones y al manejo de la alimentación, la sanidad y la reproducción. Para el análisis de los datos, las explotaciones se clasificaron en 3 grupos en función del número de nodrizas presentes: grupo 1, menor o igual a 30 nodrizas (n=14), grupo 2, de 31 a 69 nodrizas (n=13) y grupo 3, mayor o igual a 70 nodrizas (n=15). Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El censo vacuno total existente en las explotaciones encuestadas fue de 3415 animales, de ellos el 70,0% son adultos mayores de 24 meses (2308 vacas nodrizas y 84 sementales), el 15,7% son animales de reposición (509 hembras y 26 machos) y el 14,3% corresponden a animales existentes en las explotaciones en el momento de la entrevista cuyo destino es la venta para el cebo fuera de la explotación (246 machos y 242 hembras). En la tabla 1 se presentan las características del censo, estructura social, instalaciones y uso del territorio de las explotaciones para los tres grupos de tamaño considerados. El tamaño medio de los rebaños (55,0 nodrizas/explotación), supera ampliamente (MARM, 2010) la media nacional (23 nodrizas/explotación), aunque con un amplio rango entre explotaciones desde un mínimo de 12 hasta un máximo de 250 nodrizas/explotación. El 92,9% de los rebaños disponen de sementales propios, con diferencias entre el grupo 3 y los grupos 1 y 2 en el número medio de sementales presentes en las explotaciones, al igual que en el número medio de hembras de reposición/explotación. El número de nodrizas por semental aumentó de forma estadísticamente significativa al hacerlo el tamaño del rebaño, al igual que lo hizo el número de derechos de vacas nodrizas, con valores superiores a la media nacional (29,7 derechos/explotación) y de la comunidad de Cantabria (26,6 derechos/explotación) según datos del MARM (2010), sin embargo no se encontraron diferencias entre tamaños en el número de derechos en términos relativos al número de nodrizas existentes, con un valor medio de 62,4±5,26% en las explotaciones encuestadas, valor ligeramente inferior a la media nacional (68,2%) y superior a la media de la comunidad autónoma (54,5%).

El inicio de la actividad con el ganado vacuno la comenzó el ganadero en el 2,4% de las explotaciones, el padre y otros antepasados la iniciaron en el 35,7% y 61,9% respectivamente. Las explotaciones que provienen del abandono de la producción de leche (raza Frisona) encuentran mayor representación en el grupo 1. La edad media de los ganaderos es de 44 años, con un mínimo de 23 y un máximo de 64 años, en el grupo 3 el 40% de los ganaderos tienen menos de 35 años. Del conjunto de explotaciones, solo el 6,7% de las explotaciones del grupo 3 tienen una sucesión clara. El porcentaje de explotaciones que piensan aumentar el cebo de terneros es el 21,4%, 38,5% y 46,7% para los grupos de tamaño 1, 2 y 3 respectivamente.

En producción de ganado vacuno de carne uno de los elementos fundamentales es la raza/genotipo de los animales. En el conjunto de las explotaciones los animales procedentes de cruzamientos son el 66,2% de las nodrizas y el 17,9% de los sementales, las razas puras con mayor presencia son la Tudanca (16,1% de las nodrizas) y la Limusín (44,0% de los sementales). El ganado equino con una media de 32,8 cabezas/explotación, está más presente en las explotaciones del grupo 3, mientras que tanto el caprino (35 cabras/explotación) como el ovino (39,8 ovejas/explotación) tienen mayor representación en las explotaciones del grupo 1. Los animales permanecen estabulados una media de $5,2 \pm 0,18$ meses/año, con los animales trabados en el 97,6% de las explotaciones, las cuadras tradicionales predominan en las explotaciones del grupo 1 mientras que las instalaciones más modernas son frecuentes en el grupo 3. El periodo de estancia de los animales en el puerto aumenta de manera estadísticamente significativa en los rebaños de mayor tamaño en relación a los otros grupos donde no se encontraron diferencias, mientras que el periodo de permanencia en prados fue significativamente mayor en el grupo de menor tamaño en relación con el de mayor tamaño. Los animales permanecen de media $7,6 \pm 0,30$ meses al año en pastoreo. La superficie destinada a la siega en las explotaciones presenta diferencias estadísticamente significativas entre tamaños con mayores valores en las explotaciones del grupo 3 con relación al grupo 1. La estacionalidad en la distribución de los nacimientos es frecuente en la mayoría de las explotaciones con una media de $6,2 \pm 0,53$ meses de paridera al año. El pico con mayor porcentaje de explotaciones con partos (95,2%) se alcanza en marzo, febrero (83,3%) y abril (76,2%) y el menor en agosto (28,6%), septiembre (33,3%) y noviembre (30,9%). El destete de los terneros se realiza a una edad media de $4,3 \pm 0,25$ meses y la edad de venta de los terneros se realiza en el 45,2% de las explotaciones entre los 5 y 6 meses, el 35,7% vende los terneros con menos de 3 meses y el 19,1% combinan diversas edades de venta. El 45,2% de los ganaderos declara que son las instalaciones el mayor problema de su explotación, en este sentido el 35,7% manifiesta que le gustaría hacer una nave nueva, el 9,5% una nave para cebar los terneros y el 23,8% mejorar las instalaciones.

Los sistemas de explotación estudiados presentan la característica común de un manejo tradicional tanto del territorio como de los animales, con una incipiente evolución hacia mayor extensificación en los rebaños de mayor tamaño y un limitante en la estacionalidad de la producción especialmente importante si evolucionan de la producción de terneros a la producción de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICANE (2010). Fichas municipales 2009. Instituto Cántabro de Estadística. Santander.
- MARM (2010). Estudio del sector Español de vacas nodrizas. Datos: SITRAN. Madrid.
- Serrano, E., Lavín, P., Giráldez, F.J., Bernués, A., Mantecón, A. R. (2004). Spanish Journal of Agricultural Research, 2 (4). 512-523.

Agradecimientos: Trabajo realizado en el desarrollo del Convenio entre la Fundación Marcelino Botín y el CSIC (2010) para el estudio y desarrollo de un sistema de producción y comercialización de carne de vacuno en el valle del Nansa y Peñarrubia.

CHARACTERISATION OF BEEF CATTLE FARMS IN VALLE DEL NANSA (CANTABRIA)
ABSTRACT: In order to characterize beef cattle farms of a mountain area at North of Spain (Nansa Valley - Cantabria) a survey at 42 farms was carried out. The farms are family inherited a traditional activity. With an average size of 55.0 adult cows/farm, in herds with a high diversity of genotypes, with a higher value of the crossed cows (66.2%), and in pure breeds the Tudanca (16.1% of adult cows) and Limousin (44.0% of bulls) are the most important ones. Animals use highland grazing areas during the summer (4.1 months/year) and are indoors for an average period of 5.2 months/year. Beef cattle production has a high seasonal monthly variation with a short lambing period in winter and spring, principally.
Keywords: beef cattle, farming systems, characterisation.

Tabla 1. Características del censo, estructura social, instalaciones y uso del territorio de las explotaciones para los tres grupos de tamaño considerados.

	Total	Grupo 1	Grupo2	Grupo 3	p
Censo (número animales)					
Nodrizas	55,0±6,31	23,1±1,37 ^a	45,2±2,69 ^b	93,1±11,92 ^c	***
Sementales	2,0±0,29	1,2±0,16 ^a	1,5±0,27 ^a	3,2±0,66 ^b	**
Hembras reposición	12,1±1,72	7,6±1,61 ^a	8,2±1,23 ^a	19,7±3,81 ^b	**
Nodrizas/semental	29,7±2,62	18,7±1,46 ^a	30,5±3,28 ^b	38,5±5,31 ^b	**
Derechos nodrizas	38,9±6,05	15,8±2,69 ^a	28,4±3,94 ^a	68,5±13,00 ^b	***
Inicio actividad (% explotaciones)					
Propio ganadero	2,4	0,0	7,7	0,0	
Padre	35,7	35,7	30,8	40,0	
Otros antepasados	61,9	64,3	61,5	60,0	
Reconvertidas producción leche	19,0	28,6	23,1	6,7	
Estructura social (% explotaciones)					
Solteros	42,9	50,0	30,8	46,7	
Si tiene sucesión clara	2,4	0,0	0,0	6,7	
Distribución por razas (% nodrizas)					
Tudanca	16,1	13,9	11,4	18,6	
Limusín	9,6	25,9	0,3	9,7	
Charoles	4,5	0,0	11,1	2,7	
Asturiana de los Valles	2,8	20,1	0,0	0,0	
Animales Cruzados	66,7	40,1	76,0	68,9	
Distribución por razas (% sementales)					
Tudanca	14,3	11,8	10,5	16,7	
Limusín	44,0	41,2	31,6	50,0	
Charoles	16,7	0,0	26,3	18,8	
Asturiana de los Valles	7,1	29,4	5,3	0,0	
Animales cruzados	17,9	17,6	26,3	14,6	
Otra actividad ganadera (% explotaciones)					
Ovejas	14,3	21,4	15,4	6,7	
Cabras	16,7	21,4	15,4	13,3	
Caballos	52,4	42,9	53,8	60,0	
Características de las instalaciones (% explotaciones)					
Cuadra tradicional	76,2	92,9	76,9	60,0	
Nave cerrada	33,3	21,4	15,4	60,0	
Nave abierta	4,8	0,0	15,4	0,0	
Corral al aire libre	16,7	21,4	23,1	6,7	
Uso del territorio					
Estancia en puerto (meses)	4,1±0,41	2,7±0,69 ^a	3,6±0,75 ^a	5,9±0,37 ^b	**
Estancia en prados (meses)	4,1±0,47	5,5±0,94 ^b	4,4±0,80 ^{ab}	2,6±0,54 ^a	*
Superficie siega (ha)	27,4±5,10	11,8±1,71 ^a	25,0±5,46 ^{ab}	44,9±11,94 ^b	*

^{a, b, c} Valores en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes. *(p<0,05), ** (p<0,01), *** (p<0,001).

PUESTA A PUNTO DE LA TÉCNICA FOTOGRAMÉTRICA PARA LA VALORACIÓN MORFOLÓGICA EN ANIMALES DOMÉSTICOS

Lomillos, J. M.¹, Sanz E.², Alonso, M. E.¹, Bartolomé, D.J.³, Posado, R.³, García, J.J.³, Gaudioso, V.¹

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria de León, Universidad de León. Campus de Vegazana s/n 24071 León. E-mail: jmlomp@unileon.es

²Departamento de Cartografía, Geodesia y Fotogrametría, Universidad de León, Campus de Ponferrada, Avda. de Astorga s/n, 24400 Ponferrada, León

³Unidad de Investigaciones Ganaderas, Instituto Tecnológico Agrario, Junta de Castilla y León. Paseo de Canalejas, 77, 2ºA. 37001 Salamanca

INTRODUCCIÓN

El Bastón de Aparicio, la cinta métrica, el compás de brocas, los goniómetros y calibres siguen siendo los instrumentos utilizados desde hace 200 años para la realización de medidas zoométricas en todo tipo de animales domésticos (Sañudo, 2009). El manejo necesario para llevarlas a cabo puede ocasionar estrés en el animal y peligro para el operario que las realiza.

Por otro lado, existe una novedosa técnica conocida como fotogrametría de objeto cercano que es usada para la obtención de las coordenadas 3D de cualquier objeto a partir de dos o más fotografías del mismo.

En la literatura científica existen algunas referencias del uso de fotogrametría para la realización de medidas zoométricas. Por ejemplo Wu et al. (2004), realiza medidas a cerdos, De la Peña et al. (2006), efectúan diferentes mediciones morfológicas en un caballo, Tasdemir et al. (2008), lo hacen en vacas, mientras que Schrader et al. (2007) y Bruyn et al. (2009) miden la grasa corporal de leones marinos anestesiándolos.

En todos los documentos citados, se coincide en reseñar las ventajas de realización de las medidas zoométricas mediante fotogrametría, ya que representa un gran ahorro de tiempo y de trabajo, al tiempo que salvaguarda, y produce la reducción o eliminación de estrés sobre los animales. Sin embargo, todas las propuestas quedan marginadas al ámbito científico debido a la alta inversión necesaria, el alto coste operativo o la falta de eficiencia o precisión.

En el presente trabajo nuestro objetivo es desarrollar un equipamiento que permita realizar medidas zoométricas en especies domésticas mediante la aplicación de la técnica fotogramétrica de modo asequible y sencillo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron medidas morfológicas manualmente usando el bastón de Aparicio, el compás de brocas y la cinta métrica de 5 vacas de la raza Parda Alpina y 5 caballos de silla.

Realizamos las siguientes medidas: longitud de la cabeza (M1), anchura de la cabeza (M2), longitud de la oreja (M3), alzada a la cruz (M4), hueco subesternal (M5), alzada a la grupa (M6), longitud de la grupa (M7), anchura de la grupa (M8), anchura del pecho (M9), longitud de la espalda (M10) y diámetro longitudinal (M11).

Para la toma de fotos usamos un dispositivo fotogramétrico diseñado en colaboración con el Departamento de Cartografía, Geodesia y Fotogrametría de Universidad de León.

El aparato se caracteriza por una estructura rígida que se fija a la cintura de un usuario (figura 1). El dispositivo está dotado de dos cámaras digitales con medios de fijación regulable. Una tercera cámara nos ayuda con el encuadre de la foto.

El procedimiento de medida requiere realizar la modelización geométrica de las cámaras y a continuación se realiza una fotografía con cada cámara simultáneamente de un campo de calibración de tamaño similar al del objeto a medir, de forma que se calcula la posición y orientación relativa de cada cámara respecto de la otra.

Mediante el programa informático Photomodeler Scanner 2010 se procesaron las imágenes de las fotografías captadas para obtener las diferentes medidas del animal correspondientes a las medidas manuales (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 Y F11).

En cuanto al estudio estadístico se realizó un análisis de varianza de las medidas efectuadas con cada una de los métodos utilizando el programa STATISTICA 200X para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico observamos correlaciones muy altas para la mayoría de los parámetros (Tabla 1), siendo el valor más bajo el de la medida M3 (0.73), que corresponde a longitud oreja, lo cual podría deberse a las mayores dificultades que plantea tomar un punto de referencia para esta medida tanto de modo manual como fotográfico.

Observamos, a su vez, una notable reducción del tiempo empleado en la toma y procesado de las fotografías en comparación con el tiempo utilizado para la obtención de las medidas morfológicas manuales.

CONCLUSIONES

Podemos concluir en primer lugar que la presente técnica es eficiente y rápida, reduciendo significativamente el tiempo necesario para recopilar datos en el campo.

En segundo lugar, este método es considerablemente más seguro. Tanto para el animal, que no debe ser manipulado ni anestesiado, como para el personal que realiza las medidas, que queda fuera del alcance de algún golpe producido por el animal.

En tercer lugar, el método es no invasivo, creando un impacto mínimo en el bienestar animal, pues la mayor parte del estrés de los animales es debido a la manipulación humana y a los métodos de contención utilizados.

Además el mismo proceso se puede utilizar para obtener mediciones dimensionales de manera eficiente en animales esquivos, peligrosos o inaccesibles, como razas domésticas rústicas, animales silvestres o animales peligrosos como toros de lidia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruyn, P.J.N., Bester, M.N., Carlini, A.R., Oosthuizen, W.C. 2009. How to weigh an elephant seal with one finger a simple three-dimensional photogrammetric application. *Aquat. Biol.* 5, (1), 31-39.
- De la Peña, A.; Pérez, L. M.; González-Alique, F.; Arana, P.; (2006). Utilización de técnicas fotogramétricas para el estudio de la morfología del caballo. *Archivos de zootecnia*, 55, (211), 309-312.
- Sañudo, C. 2009. Valoración morfológica de los animales domésticos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Tasdemir, S., Yakar, M., Ürkmez, A., Inal, S. 2008. En: Determination of Body Measurements of a cow by Image Analysis, International Conference on Computers Systems and Technologies - CompSysTech'08, Gabrovo, Bulgaria. Informatics, U.O.A. a.; Ed. Technical University; Gabrovo, Bulgaria, 2008; pp 8.1-8.6.
- Waite, J.N., Schrader, W.J., Mellish, J.A.E., Horning, M. 2007. Three-dimensional photogrammetry as a tool for estimating morphometrics and body mass of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64, (2), 296-303.
- Wu, J.; Tillett, R., McFarlane, N., Ju, X.; Siebert, J.P., Schofield, P. 2004. Extracting the three-dimensional shape of live pigs using stereo photogrammetry. *Computers and Electronics in Agriculture* 44, (3), 203-222.

Agradecimientos: Los trabajos que han permitido la realización de esta comunicación han sido financiados por fondos FEDER-INIA a través del proyecto RZ2008-00005-C02-01 titulado: "Caracterización genética y morfológica de encastes de la raza de lidia en situación de riesgo en Castilla y León".

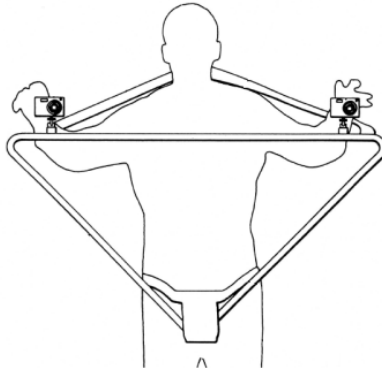


Figura 1: imagen del dispositivo fotogramétrico

Tabla 1: Análisis de correlación entre las dos metodologías ($p < 0.05$). M= manual F= fotogrametría.

MEDIDAS	r de Pearson
M1 y F1	0.84
M2 y F2	0.84
M3 y F3	0.73
M4 y F4	0.8
M5 y F5	0.99
M6 y F6	0.84
M7 y F7	0.89
M8 y F8	0.88
M9 y F9	0.8
M10 y F10	0.96
M11 y F11	0.87

TUNING PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUE FOR MORPHOLOGICAL ASSESMENT IN DOMESTIC ANIMALS

ABSTRACT: So far the morphological measurements of the animals have been performed manually using instruments such as Aparicio stick or tape causing stress to the animal and danger to the operator who performs. Moreover, the technique known as Photogrammetry is used to obtain the 3D coordinates of any object from two or more pictures of it. Our work aims to bring this new technique for morphometric study of domestic breeds. We use 5 dairy cows and 5 saddle horses. The animals were measured manually using the traditional method and then using photogrammetric techniques. We selected 11 morphological measures standardized and compared the results with statistical analysis that shows a high correlation between the results obtained using both methods, which prove the reliability of the photogrammetric technique.

Keywords: Photogrametry, zoometry, morphology.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VACUNO DE CARNE LIGADOS AL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PASTABLES EN EL PARQUE NATURAL DE GORBEIA

Mandaluniz, N*, Amenabar M.E. y Ruiz, R
NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz.

* E-mail: nmandaluniz@neiker.net

INTRODUCCIÓN

El sector de vacuno de carne de la Comunidad Autónoma del País Vasco ha experimentado una importante evolución desde la incorporación de España en la Unión Europea: organización, programas de control de rendimientos, calidad de productos, etc. (Ruiz et al. 2008). A pesar de ello, sigue tratándose de una actividad que se caracteriza por una dedicación parcial a la ganadería, con explotaciones de pequeña dimensión tanto en lo que se refiere al número de animales como a la superficie agraria útil (Mandaluniz, 2003; Mandaluniz et al., 2005). Por ello, se han desarrollado sistemas de producción relacionados con el uso de los pastos comunales durante gran parte del año (Casasús et al., 2005). La caracterización del manejo nutricional y reproductivo de estos sistemas permitirá determinar la importancia del pastoreo información imprescindible para compatibilizar la producción ganadera con la conservación de los recursos naturales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El objetivo del presente trabajo es identificar y caracterizar los principales sistemas de producción de vacuno de carne existentes en el entorno del Parque Natural de Gorbeia (Alava y Bizkaia). La información se recogió mediante una encuesta realizada a los titulares de 30 explotaciones, en la que se preguntaba sobre el manejo de la alimentación (duración de los periodos de suplementación, pastoreo en zonas de valle, pastoreo en terrenos comunales, etc.), el calendario reproductivo (retirada de machos, paridera, etc.), las instalaciones disponibles (superficie de establos, henil, etc.) y la mano de obra disponible.

La caracterización de las explotaciones se realizó mediante técnicas de análisis multivariante, como el Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Cluster (AC) (Carrasco y Hernán, 1993; Hair et al., 1999) combinadas con métodos convencionales de estadística descriptiva (análisis de varianza y Chi cuadrado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al igual que ocurre en las explotaciones de otras zonas de montaña del norte de España (Serrano et al., 2002; Casasús et al., 2005) todas ellas eran explotaciones de carácter familiar y el 60% de las explotaciones encuestadas combinan el vacuno de carne (principalmente de raza Pirenaica y/o cruces de la misma) con un pequeño rebaño de ovejas de leche de raza Latxa. En general, las explotaciones de vacuno que utilizan los pastos del Parque Natural de Gorbeia son de dedicación parcial y ganadería mixta; en lo que se refiere al calendario de pastoreo son explotaciones bastante extensivas y los partos se concentran durante los meses invernales, en los que los animales son suplementados en el establo.

A partir de la matriz de correlaciones se realizó un ACP con 10 variables (tanto cuantitativas como cualitativas), del que se obtuvieron 4 ejes que explicaban el 84% de la varianza de la muestra. Los 4 ejes están relacionados con la dimensión de las explotaciones (Eje 1), la mano de obra (Eje 2), el calendario reproductivo o paridera (Eje 3) y el calendario de pastoreo (Eje 4). Con esta información se realizó un AC mediante el método del centroide se identificaron 4 tipologías o sistemas de explotaciones y se calcularon los valores medios de las distintas variables consideradas para cada uno de los sistemas identificados (Tabla 1). Según el análisis de varianza, de todas las variables consideradas en la tipificación de las explotaciones, el calendario de partos es el parámetro que marca las mayores diferencias entre grupos, seguidas a su vez, de la edad al primer parto y la dimensión del establo.

-Sistema 1. Está constituido por explotaciones de tamaño pequeño tanto en número de animales como superficies de pastos e infraestructuras. Estas explotaciones son las que

presentan un periodo de estabulación más breve y una mayor dependencia de los recursos pastables. La paridera se concentra en poco más de un mes, entre diciembre y febrero. El aparente sobredimensionamiento de la mano de obra podría estar relacionado con una actividad a tiempo parcial, es decir, con la compatibilización con trabajos fuera de la explotación y la ganadería sería un complemento a la renta familiar.

-Sistema 2. Está constituido por explotaciones de gran tamaño, tanto en número de animales como en superficie. El periodo de estabulación permanente tiene una duración intermedia, y hacen un uso bastante equilibrado de los recursos pastables en el sentido de que los tiempos de permanencia en cada uno de los recursos son los más parecidos. La duración de la paridera se prolonga durante casi 2 meses (invierno). Son las explotaciones más eficientes en el uso de la mano de obra familiar, por lo que se podría interpretar que se trata del grupo "más profesional" respecto a la ganadería, aunque en la encuesta no se diferenció la dedicación al vacuno y/o ovino.

-Sistema 3. Está constituido por explotaciones con un tamaño de rebaño medio, pero con menor disponibilidad de recursos de valle, lo que hace que tengan una carga ganadera mayor. Por ello, el periodo de pastoreo en monte es muy superior al resto de sistemas. Respecto al manejo reproductivo la paridera es más dispersa que en los otros sistemas (3 meses) y se concentra en los meses invernales. Tanto por el tamaño de explotación como por el tiempo que permanecen en los pastos de montaña desempeñan un papel ambiental muy importante, por lo que podrían estar representando a las "explotaciones agroambientales".

-Sistema 4. Se caracteriza por explotaciones de tamaño medio-alto. El manejo de alimentación está muy ligado a la estabulación (prácticamente durante 6 meses), por lo que aparentemente representan el tipo de explotaciones más exigente en mano de obra e instalaciones para acopio de forrajes. Se podrían denominar como el sistema más intensivo ya que es el que menor tiempo permanecen los animales en el monte.

Como resumen, se observa una gran variabilidad en los parámetros que caracterizan los distintos sistemas. Esto puede ser debido a que la actividad de vacuno de carne y ovino de leche de las explotaciones comparten los distintos recursos de la explotación (SAU, instalaciones, UTA, objetivo productivo, etc.), así como al hecho de que la ganadería es una actividad de dedicación parcial. Centrándonos en el aprovechamiento de los recursos naturales se observa que el sistema 3 realiza el mayor uso de los pastos de valle (Tabla 1). Finalmente, el sistema 2 sería el que mayor porcentaje de alimentación obtiene de los recursos del monte (Tabla 1), aunque el calendario de pastoreo sea inferior al sistema 1 y 3. Esto indicaría que el sistema 2 es el que realiza una mayor "labor medioambiental" respecto a los pastos comunales de montaña, mientras que las otras explotaciones presentan periodos más amplios de pastoreo en valle o estabulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carrasco, J.L., Hernán, M.A. 1993. Ed. Ciencia 3, Madrid, 363 pp.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C. 1999. Ed.: McGrawHill, Madrid, 358 pp.
- Casasús, I., Mandaluniz, N., Bernués, A., Igarzabal, A., Riedel, J.L., Ruiz, R.; Sanz, A., Oregui, L.M. 2005. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM mountain pastures subnetwork (Udine, Italy).
- Mandaluniz, N. 2003. Tesis Doctoral, 239 pp.
- Mandaluniz, N., Bernués, A., Igarzabal, A., Riedel, J.L., Ruiz, R., Sanz, A., Casasús, I., Oregui, L.M. 2005. XX International Grassland Congress, 896 p.
- Ruiz R., Mandaluniz N., Amenazar M.E., Beltrán de Heredia I., Oregui L.M. 2008. Options méditerranéennes, nº78, 383-388.
- Serrano, E., Lavín, M.P. y Ruiz, A. 2002. Ed.: Valle de Esla, SA (León), 231 pp.

Agradecimientos: la presente comunicación se ha realizado en el marco del proyecto "RTA-2002-086-C2" financiado por el INIA.

Tabla 1. Características de los 4 sistemas de producción del vacuno de carne que utiliza los pastos del Parque Natural de Gorbeia.

Sistema	Nº animales (UGM)		Manejo de la alimentación (días/año)		Manejo Reproductivo (días/año)		Sup. (ha)	Mano obra familiar (UTH)	Importancia de los recursos naturales en la alimentación anual				
	N Vacas	Ovejas	Est.	P+sup.	P valle	P monte			Partos	P valle	Nº colaboración	Valle (*)	Monte (**)
1	4	19±15	4±5	82±57	30±60	54±72	199	36±15	11±7	3,5±1	0,3±0,5	0,024	4577
2	3	75±41	12±16	90±79	75±84	82±115	118	58±2	25±35	2,3±0,6	0,3±0,6	0,022	10266
3	6	32±25	3±6	99±82	38±78	9±22	219	99±24	13±3	2,2±1	0,7±0,8	0,059	7665
4	6	41±30	4±5	173±138	15±37	76±107	101	69±16	22±16	3,5±1	1,3±0,5	0,023	4545

Est.: estabulación; P+sup.: pastoreo + suplementación en establo, P valle: pastoreo en valle; P monte: pastoreo en monte

* Importancia de los recursos de valle/alimentación anual: calculado como UGM / ha pasto valle / días pastoreo en valle

** Importancia de los recursos de monte/alimentación anual: calculado como UGM x días de pastoreo en monte

CHARACTERIZATION OF BEEF-CATTLE FARMS THAT RANGE AT GORBEIA NATURAL PARK MOUNTAIN PASTURES.

ABSTRACT: the analysis of the farm typologies that range mountain pastures can constitute a real approach to study these systems, making compatible livestock production and conservation of natural resources. The study was carried out in beef-cattle farms grazing in Gorbeia Natural Park. Data about breeding and grazing calendars were collected to determine the different production systems. According to the results there are four beef-cattle farm Typologies: (T1) small farms characterized by an extensive period on mountain pastures utilization and concentrate parturitions during winter; (T2) big farms characterized by similar indoor period as T1, longer valley grazing period and wider breeding calendar; (T3) medium size farms characterized by a similar grazing calendar to T1, similar indoor period to T2 and wider breeding calendar (3 months); and (T4) medium size farm, with sorter mountain pasture utilization, longer indoor period and similar breeding calendar to T2.

Keywords : beef-cattle, farm typologies, grazing and breeding calendars, mountain pastures.

PERSPECTIVAS DE LA CARNE DE CALIDAD DIFERENCIADA DE VACUNO “SERRANA DE TERUEL”: 1. ESTRATEGIAS Y CONDICIONANTES

Olaizola¹, A., Bernués, A²., Blasco, I². y Sanz², A.

¹ Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza. olaizola@unizar.es.

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059. Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Las producciones ganaderas en general, y la producción de vacuno de carne en particular, se encuentran sometidas en la actualidad a una compleja situación debido entre otras razones al incremento de los precios de las materias primas y de la energía (Langreo y Benito, 2008). Así mismo, otros factores como la saturación de los mercados, la concentración de la distribución, el estancamiento del consumo, la demanda cada vez más fragmentada y menos consistente, entre otros, generan un entorno crecientemente competitivo para la producción de vacuno de carne. Desde una perspectiva empresarial, la diferenciación del producto mediante una marca de calidad constituye una de las estrategias básicas de marketing. Desde la perspectiva del consumidor, la presencia de una marca de calidad es una de las señales de calidad más importantes para evaluar la calidad de la carne en el momento de la compra (Olaizola et al., 2005).

En el marco de un proyecto de investigación sobre el establecimiento de un programa de caracterización y preservación de una población bovina en peligro de extinción, se ha realizado un análisis prospectivo, según la opinión de expertos (Bernués et al., 2011), de una nueva carne de vacuno con denominación de calidad, llamada “Serrana de Teruel”.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información utilizada se ha recogido mediante el método Delphi, un proceso sistemático e iterativo encaminado hacia la obtención de opiniones de un grupo de expertos (Landeta, 2002) y que ha sido ampliamente utilizado (Rowe y Wright, 1999). Los expertos seleccionados deben emitir su opinión, en más de una ocasión, utilizándose habitualmente dos o tres rondas, garantizándose su anonimato y facilitando la interacción o feedback entre ellos. Se seleccionó un panel de 47 expertos del área geográfica de influencia de la raza que incluía representantes de los diferentes eslabones de la cadena desde el productor hasta el consumidor, así como representantes de la administración.

El cuestionario utilizado recogía información sobre la problemática del sector productivo de carne de vacuno, los canales de comercialización, la producción de carne Serrana de Teruel, la calidad de la carne de vacuno, aspectos de la calidad de la carne valorados por el consumidor y estrategias de marketing para el lanzamiento de la carne Serrana de Teruel. Para medir las opiniones se utilizó una escala de Likert (de 1 totalmente en desacuerdo a 5 totalmente de acuerdo) y se realizaron dos rondas de cuestionarios, siendo 38 finalmente los expertos que respondieron en las dos rondas. Para el análisis de la información obtenida se han calculado indicadores estadísticos descriptivos como la mediana, la media ponderada según el grado de conocimiento manifestado por cada experto y la desviación típica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados pone de manifiesto que algunos de los problemas más importantes a los que se enfrenta el sector de vacuno de carne son la escasa rentabilidad de las explotaciones, la presencia de carne de otros países en los mercados, el poco desarrollo de los canales de comercialización, la falta de continuidad de las explotaciones y el incremento del coste de materias primas. Respecto a las estrategias que puede llevar a cabo el sector para hacer frente a los problemas señalados, la más importante y que mayor grado de consenso se observa entre los distintos eslabones de la cadena es la diferenciación del producto mediante una denominación de calidad (Tabla 1). Así mismo, realizar campañas de información al consumidor, asegurar un producto de calidad más homogénea y realizar un mayor esfuerzo en la promoción del consumo eran de las estrategias más importantes, frente a otras menos importantes como la reducción de costes en las explotaciones o aumentar el nivel productivo en las mismas.

Con relación a los aspectos más importantes de la producción de carne con denominación de calidad “Serrana de Teruel” serían la conservación de los pastos y mantenimiento del

paisaje, los elevados costes de producción, así como su estacionalidad, la escasez de mano de obra y la baja productividad de los rebaños. Mientras que la escasez de recursos pastorales, falta de tradición en el cebo de vacuno y la presencia de otras actividades que puedan desplazar la producción de vacuno de carne, no son consideradas tan importantes.

Respecto a los factores que influyen en la calidad de la carne (Tabla 2), existe un alto grado de consenso entre todos los expertos consultados, siendo la maduración de la carne y la alimentación que recibe el animal los más importantes. Otros aspectos como la duración del periodo de cebo, el manejo en el transporte y en el matadero, la edad del animal, la raza, la castración, la conformación y el grado de engrasamiento de la canal también son considerados como importantes.

Según los expertos, la confianza en el carnicero, la presencia de una marca de calidad, el aspecto del establecimiento y la presencia de una certificación del control de calidad son señales y atributos de la calidad de la carne muy valorados por los consumidores. Además, la ausencia de residuos en la carne, la alimentación que recibe el animal, la no presencia de organismos modificados genéticamente y que la carne no esté envasada serían atributos de calidad más importantes para los consumidores que el bienestar animal, el color claro de la carne y la procedencia o el origen de la carne.

De las opiniones del grupo de expertos se extraen como factores más importantes a tener en cuenta en la creación de un producto cárnico nuevo el establecimiento de una denominación de calidad (estrategia), el uso de pastos (factor de producción), la maduración de la carne (calidad de carne) y la confianza en el carnicero (atributo valorado por consumidor).

Tabla 1. Estrategias para hacer frente a los problemas del sector de vacuno de carne y condicionantes de la producción de carne de Serrana de Teruel*.

	Mediana	Media Ponderada	Mínimo	Máximo	Desv. típica
Estrategias para hacer frente a los problemas					
Diferenciar producto con marca de calidad	5,0	2,69	0,6	5,0	1,17
Realizar campañas información consumidor	4,5	2,64	0,6	5,0	1,08
Asegurar producto calidad más homogénea	4,0	2,63	0,4	5,0	1,16
Mayor esfuerzo promoción del consumo	4,0	2,55	0,6	5,0	1,07
Mejoras técnicas y de manejo en explotaciones	3,5	2,25	0,6	5,0	1,01
Reducir costes mediante sistemas extensivos	3,0	2,14	0,6	5,0	1,11
Aumentar nivel producción explotación	3,0	1,88	0,6	4,0	0,88
Condicionantes de producción					
Conservación de pastos y paisaje	4,0	2,19	0,6	5,0	1,30
Elevados costes de producción	4,0	2,11	0,6	5,0	1,11
Escasez de mano de obra	4,0	1,95	0,4	4,0	1,10
Estacionalidad de la producción	4,0	1,92	0,4	5,0	0,98
Escasa productividad (fertilidad) rebaño	4,0	1,90	0,6	5,0	0,99
Manejo sanitario	3,0	1,95	0,4	5,0	1,16
Manejo de la alimentación	3,0	1,91	0,6	5,0	1,18
Sustitución por otras actividades	3,0	1,79	0,6	5,0	1,11
Falta tradición de cebo en vacuno	3,0	1,71	0,4	4,0	1,03
Escasez de recursos pastorales	3,0	1,70	0,4	5,0	1,06
Dificultad acceso infraestructuras	3,0	1,68	0,4	4,0	0,93
Dificultad acceso pastos comunales	3,0	1,63	0,4	4,0	0,90

* Escala de Likert: 1. Muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo.

Tabla 2. Factores que influyen en la calidad de la carne de vacuno y atributos valorados por los consumidores (Escala de Likert).

	Mediana	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típica
Atributos de calidad de carne de vacuno					
Maduración de la carne	5,0	3,75	1,8	5,0	0,92
Alimentación que recibe el ternero	5,0	3,08	0,8	5,0	1,03
Duración del periodo de cebo	4,0	4,02	1,2	5,0	0,67
Manejo de los animales en el matadero	4,0	3,49	1,2	5,0	1,22
Manejo durante el transporte al matadero	4,0	3,41	1,6	5,0	0,95
Raza del animal	4,0	3,37	1,8	5,0	0,95
Edad del animal	4,0	3,32	1,8	5,0	0,81
Grado de engrasamiento de la canal	4,0	3,30	1,0	5,0	1,21
Castración del animal	4,0	3,13	0,6	5,0	1,01
Conformación de la canal	4,0	3,00	0,6	5,0	1,27
Atributos de calidad percibidos por consumidores					
Carnicero da seguridad en calidad de carne	4,0	2,71	0,8	5,0	0,78
Marca de calidad	4,0	2,66	0,8	5,0	0,82
Establecimiento influye percepción calidad carne	4,0	2,65	0,8	5,0	0,76
Carne de "pasto"	4,0	2,63	0,8	5,0	0,88
Importante la certificación control calidad	4,0	2,55	0,6	5,0	0,87
Ausencia de residuos	4,0	2,47	0,4	5,0	0,91
Alimentación del animal	4,0	2,46	0,6	5,0	1,01
Alimentación sin OMG	4,0	2,45	0,4	5,0	0,97
Carne no envasada	4,0	2,36	0,6	4,0	0,78
Carne procedente animales jóvenes	4,0	2,31	0,6	4,0	0,84
Un mayor precio	4,0	2,30	0,6	4,0	0,68
Bienestar animal	3,0	2,20	0,4	5,0	0,96
Color claro de la carne de vacuno	3,0	2,18	0,6	4,0	0,87
El origen de la carne	3,0	2,17	0,4	5,0	1,04

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernués A., Olaizola A., Blasco I., Sanz A. 2011. XIV Jornadas sobre Producción Animal. • Landeta J. 2002. El método Delphi. Una técnica de previsión del futuro. Ariel, España, 223pp. • Langreo, A., Benito, I. 2008. Estudio de la cadena de valor de las producciones cárnicas y lácteas de ovino, caprino y bovino de Andalucía. Acción conjunta Innogan, Cádiz, España, 200pp. • Olaizola A. Wehbi, Z., Manrique E. 2005. Quality perception and consumer attitudes to specific quality beef in Aragón, Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 3(4), 418-428. • Rowe G., Wright G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. International Journal of Forecasting and Social Change 15(2), 235-51.

Agradecimientos: El trabajo se enmarca en el Proyecto: INIA PET2007-05-C03-01.

PROSPECTS OF THE BEEF QUALITY DENOMINATION "SERRANA DE TERUEL": 1. STRATEGIES AND LIMITATIONS

ABSTRACT: Beef production is undergoing a difficult situation in Spain due to the rising prices of feeds and energy, among other factors. One of the strategies to face this situation is the differentiation of quality products. In this study we perform a prospective analysis of a novel beef quality product produced by the endangered breed "Serrana de Teruel". A Delphi method was used to identify the main opinions of different stakeholders in terms of i) best strategies of marking, ii) important production factors, iii) quality attributes of a new meat and iv) perception of quality by consumers. The most important factors for each of these areas were: the establishment of a commercial brand, the utilization of pastures and conservation of landscape, the maturation of meat and the figure of the butcher, respectively.

Keywords : beef quality, production, quality attributes, Delphi method

PERSPECTIVAS DE LA CARNE DE CALIDAD DIFERENCIADA DE VACUNO "SERRANA DE TERUEL": 2. DIVERGENCIAS ENTRE OPERADORES

Bernués, A.¹, Olaizola, A.², Blasco, I.¹ y Sanz, A.¹

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. abernues@aragon.es

² Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas frecuentemente mencionados para explicar la falta de confianza de los consumidores en los productos cárnicos es la divergencia entre diversas formas de entender la calidad entre los diferentes actores u operadores de la cadena (Wandel y Bugge, 1997), lo que conduce a fallos en la transmisión de información entre éstos y los consumidores (Corcoran et al., 2001). Parece pues necesaria una mayor coordinación en las estrategias de toda la cadena que asegure una mayor orientación al mercado.

Este trabajo, continuación de otro que establece un ranking de importancia de diversos aspectos de la producción de carne de vacuno y su calidad (Olaizola et al., 2011), se centra en describir las diferencias significativas entre las opiniones de diversos operadores o eslabones de la cadena de carne de vacuno, es decir, de la producción, la transformación y la distribución, el consumo y la administración.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información utilizada se ha recogido mediante el método Delphi, un proceso sistemático e iterativo encaminado hacia la obtención de opiniones de un grupo de expertos. El proceso está descrito en Olaizola et al. (2011). Los expertos se agruparon en 4 tipos de operadores: 1. producción (ganaderos), 2. industria (mataderos, mayoristas y minoristas), 3. consumo (restaurantes, críticos gastronómicos y asociaciones de consumidores) y 4. administración. Las diferencias entre operadores se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, en cada una de las dos rondas del cuestionario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias significativas entre operadores fueron prácticamente las mismas en las dos rondas, por lo que no se consideró necesario realizar rondas adicionales. En las Figuras 1 y 2 se representa la mediana, rango de valores comprendido entre los cuartiles del 25 y el 75% y los valores mínimo y máximo, de las diferencias significativas entre operadores en la segunda ronda del cuestionario.

En cuanto a las estrategias para hacer frente a los problemas del sector, la diferenciación mediante una marca de calidad es globalmente el factor más importante, sin embargo no es así percibido por los operadores intermediarios de la cadena (mataderos, mayoristas y minoristas). Algo similar ocurre con la conveniencia de reducir costes mediante una mayor extensificación, considerado importante por productores y administración, pero menos por la restauración y el consumo particular, y, sobre todo, por los operadores de la industria.

Respecto a los condicionantes específicos de la carne "Serrana de Teruel", su vinculación con los pastos y el paisaje es más importante para consumidores y productores que para la industria o la administración. La dificultad de acceso a infraestructuras solo es percibida como importante por los productores.

Como factores que influyen en la calidad de la carne, existen diferencias para el periodo de cebo y la conformación de la canal, siendo valorados como muy importantes por los productores, con mayor grado de consenso el primero. La castración de los animales está valorada por la administración, producción y consumo, pero es poco importante para la industria. Al contrario ocurre con el manejo de los animales en el matadero, sobre el que la industria muestra mayor preocupación (si bien es solo una tendencia $P=0.15$).

Finalmente, las opiniones de los atributos más valorados por los consumidores difieren en el tema de la certificación de calidad, menos importante para la industria y la administración, y en la existencia de una alimentación animal sin transgénicos, más valorado por productores y sobre todo restauradores y consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corcoran, K., Bernués, A., Manrique, E., Pacchioli, M. T., Baines, R., Boutonnet, J. P., 2001. *Opt. Méd.*, A46, 75–79.
- Olaizola, A., Sanz, A., Blasco, I., Bernués A., 2011. (en este volumen).
- Wandel, M., Bugge, A., 1997. *Food Qual. & Pref.* 8, 19-26.

Agradecimientos: El trabajo se enmarca en el Proyecto: INIA PET2007-05-C03-01.

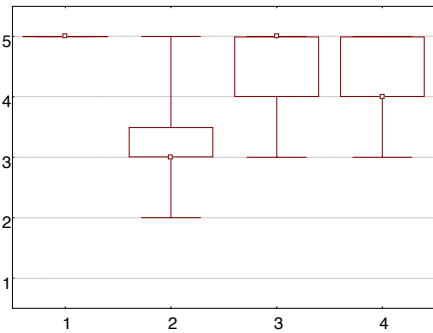
PROSPECTS OF THE BEEF QUALITY DENOMINATION “SERRANA DE TERUEL”: 2. DIFFERENCES AMONG STAKEHOLDERS

ABSTRACT: The concept of quality is often understood differently by the different actors along the meat chain and by the consumers, leading to failure to transfer information effectively between them. In this paper we pay attention to significant differences between different stakeholders' (producers, processors and distributors, consumers and government) opinions on i) best strategies of marketing, ii) important production factors, iii) quality attributes of a new meat and iv) perception of quality by consumers.

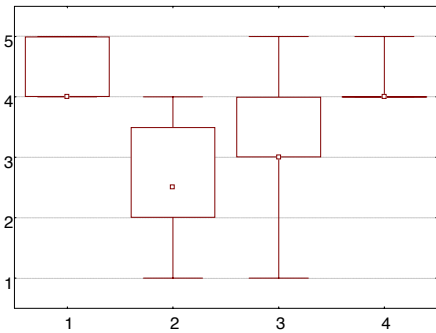
Keywords : beef quality, production, quality attributes, stakeholder's opinions

Estrategias para hacer frente a los problemas del sector de vacuno de carne

Diferenciación con marca de calidad (P=0.0024)

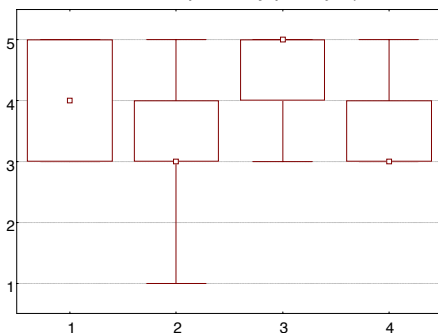


Reducción costes sistemas extensivos (P=0.0114)



Condicionantes de la producción de carne de Serrana de Teruel

La conservación de pastos y paisaje (P=0.0452)



Dificultad acceso infraestructuras (P=0.0144)

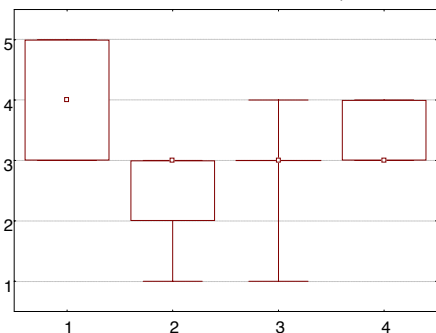
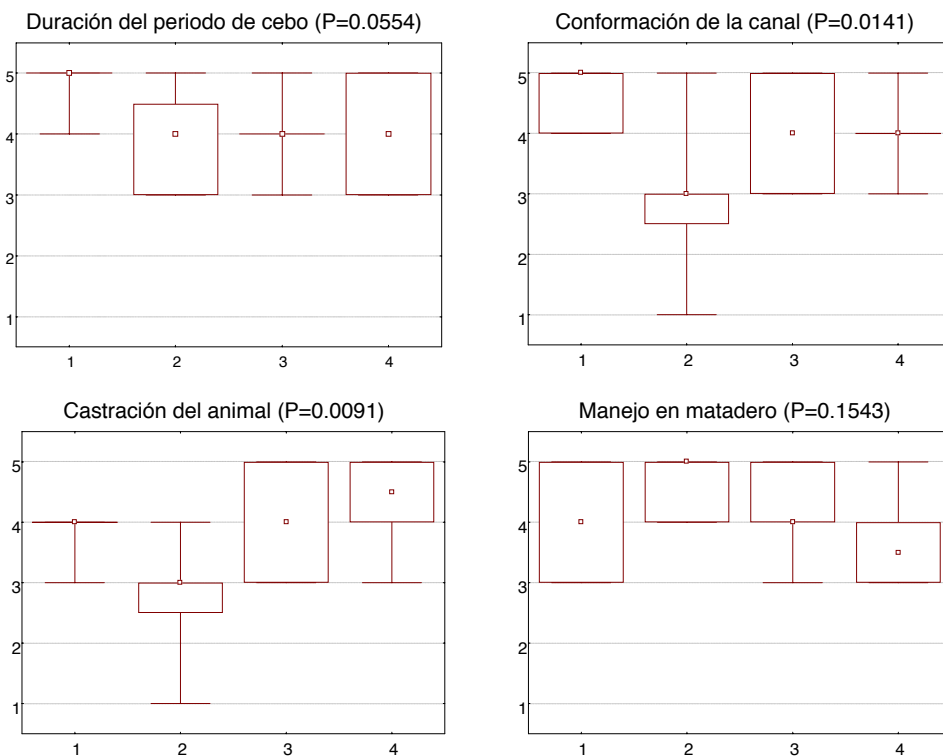


Figura 1 : Diferencias de opinión entre operadores sobre las estrategias para hacer frente a los problemas del sector de vacuno de carne y los condicionantes de la producción de carne de Serrana de Teruel (Mediana, 25%-75%, Min-Max).

- Eje X: 1. producción (ganaderos), 2. industria (mataderos, mayoristas y minoristas), 3. consumo (restaurantes, críticos gastronómicos y asoc. de consumidores), 4. administración.
- Eje Y: 1. Muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Neutral, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo.

Factores que influyen en la calidad de la carne de vacuno



Atributos valorados por los consumidores

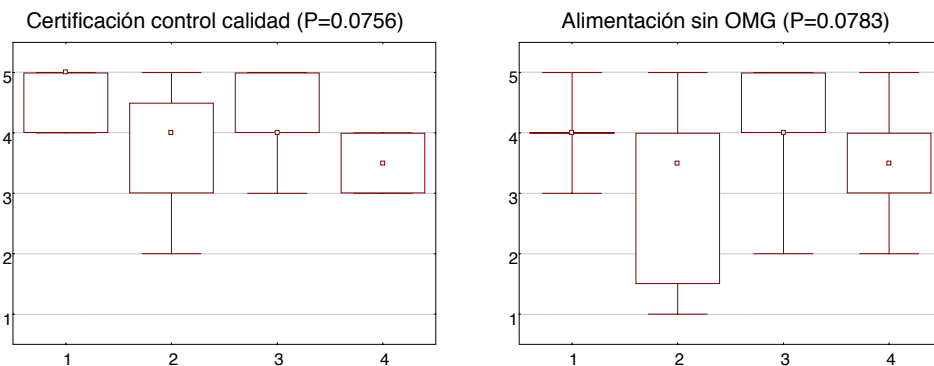


Figura 2: Diferencias de opinión entre operadores sobre los factores que influyen en la calidad de la carne de vacuno y atributos valorados por los consumidores (Mediana, 25%-75%, Min-Max).

- Eje X: 1. producción (ganaderos), 2. industria (mataderos, mayoristas y minoristas), 3. consumo (restaurantes, críticos gastronómicos y asoc. de consumidores), 4. administración.
- Eje Y: 1. Muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Neutral, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo.

CONCENTRACIÓN DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS Y MATERIAL PARTICULADO EN EL AIRE DE GRANJAS DE BROILERS

Adell, E.¹, Moset, V.², Zhao, Y.³, Cerisuelo, A.², Cambra-López, M¹

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España.

²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Pol. Esperanza 100, 12400. Segorbe, Castellón, España.

³Wageningen UR Livestock Research, P.O. Box 65, 8200 AB Lelystad, Países Bajos.

INTRODUCCIÓN

El material particulado (PM) suspendido en el aire en alojamientos ganaderos se compone principalmente de partículas fecales, pienso, partículas de piel, pelo, plumas y polvo mineral en diferentes proporciones (Cambra-López et al., 2010). Estas partículas pueden ir solas o asociadas a microorganismos (bacterias, hongos y virus), en ocasiones patógenos, pudiendo facilitar su transmisión entre animales y humanos dentro de las explotaciones y ocasionando problemas sanitarios (Chinivasagam et al., 2009). Los alojamientos de broilers son de los que albergan mayores concentraciones de PM y microorganismos aerotransportados (Seedorf et al., 1998; Takai et al., 1998). Sin embargo, se desconoce cuál es el comportamiento de éstos en el aire de granjas, su distribución y cómo se relacionan con el PM. Esta información podría ser útil para predecir sus niveles, evaluar los posibles riesgos para la salud y así contribuir a desarrollar medidas para reducir sus efectos perjudiciales en alojamientos de broilers. Así, los objetivos de este trabajo son: i) cuantificar la concentración de bacterias aerobias mesófilas en el aire durante un ciclo de producción de broilers, ii) estudiar su distribución espacial y iii) evaluar la relación entre el tamaño de partícula y las bacterias aerobias mesófilas en el aire.

MATERIAL Y MÉTODOS

Instalaciones y animales

La experiencia se llevó a cabo en dos salas piloto (dimensiones 13 m x 6 m) de la nave experimental de cebo aviar del Centro de Investigación y Tecnología Animal, situado en Segorbe (Castellón). Se utilizaron un total de 576 pollos macho (línea Hubbard) de un día (ca. 40 g). El ciclo de crecimiento se desarrolló en verano y duró 42 días.

Registros y muestreo de bacterias aerobias mesófilas en el aire

El aire de cada sala se muestreó semanalmente los días 3, 17, 24, 31 y 38 del ciclo de producción de broilers. Se registró también el flujo de ventilación en cada sala durante todo el ciclo.

Para medir la concentración de bacterias aerobias mesófilas en el aire, se utilizaron frascos borboteadores "impingers" (AGI-30, Ace Glass, Inc., Vineland, NJ, EEUU) que hacen pasar un volumen de 12,5 L/min de aire, por un medio líquido compuesto por agua de peptona tamponada estéril, 0,01% Tween y 0,005% de antiespumante. El muestreo semanal, se realizó por triplicado en cada sala durante 15 min, a 1,5 m de altura. La muestra líquida se procesó en el laboratorio y tras realizar diluciones seriadas, se sembró en medio de cultivo para bacterias aerobias mesófilas PCA (Liofolchem, TE, Italia). Además, durante las primeras tres semanas del ciclo, se expusieron 36 placas petri con medio de cultivo PCA en tres alturas en cada sala (12 placas/altura): de 10 a 30 cm del suelo (altura de respiración de los animales), a 150 cm del suelo (altura de respiración de personas) y a 200 cm del suelo (altura de la salida de la ventilación). Para muestrear bacterias en el aire en función del tamaño de partícula, se utilizó un impactador en cascada (Six Stage Viable, Andersen Cascade Impactor, Thermo Scientific, EEUU). Este impactador separaba las partículas desde un diámetro mínimo de 0,65 μm hasta un máximo de 7 μm , muestreando 28 L/min de aire, haciéndolo pasar por placas petri estériles con PCA. Todas las placas petri con medio de cultivo PCA se incubaron en estufa a 30°C durante 48 horas.

La concentración de PM se registró semanalmente en cada sala, con el sistema "Tapered element oscillating microbalance" (TEOM®, modelo 1405-D Thermo Fisher Scientific, EEUU) que medía en continuo dos fracciones de partículas: PM10 (material particulado de 10 μm de diámetro ó inferior) y PM2,5 (material particulado de 2,5 μm de diámetro ó inferior)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de unidades formadoras de colonia (UFC) de bacterias aerobias mesófilas en el aire fue $5,33 \pm 1,14 \log \text{UFC}/\text{m}^3$, muy similar al recuento obtenido en otros estudios en broilers (Seedorf et al. 1998; Bakutis et al. 2004). La concentración de bacterias aumentó semanalmente en cada sala, hasta alcanzar el máximo el día 24 del ciclo. Este incremento semanal se debe a la edad y crecimiento de los pollos (Saleh et al., 2005; Oppliger, 2008) y puede descender ligeramente a partir de la cuarta semana del ciclo, debido al aumento en la tasa de ventilación. La concentración media de $\text{PM}_{2,5}$ fue de $0,019 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue inferior a la de PM_{10} (Figura 1), indicando una mayor concentración de partículas gruesas que finas. La evolución de la concentración de PM_{10} (Figura 1) fue muy parecida a la de bacterias en el aire, mostrando un máximo el día 24 del ciclo. La Tabla 1 presenta la distribución espacial de bacterias en las tres alturas. El día 3 del ciclo se observó un gradiente significativo de bacterias entre las tres alturas ($p < 0,001$), encontrándose un mayor número de bacterias a la altura de los animales, tal y como describieron Saleh et al. (2005). Este gradiente desapareció a partir del día 17 del ciclo, indicando una distribución más homogénea de las bacterias en el aire a partir de este momento. La Tabla 2 muestra mayores recuentos de bacterias aerobias en los tamaños de partícula entre $4,7$ y $7 \mu\text{m}$ en la sala 1 y entre $3,3$ y $4,7 \mu\text{m}$ en la sala 2, indicando una mayor asociación de las bacterias a las partículas gruesas, comparado con las más pequeñas. Lee et al. (2006) también obtuvieron resultados similares.

En conclusión, la concentración de bacterias aerobias mesófilas en el aire varió entre 3 y 6,5 $\log \text{UFC}/\text{m}^3$, y evolucionó de forma similar a lo largo del ciclo de producción que las concentraciones de PM_{10} , alcanzando el máximo en el día 24 del ciclo. En general se observó una distribución homogénea de las bacterias en el aire a partir del día 17 del ciclo y una tendencia de asociación de las bacterias al PM entre $3,3$ y $7 \mu\text{m}$ de diámetro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Bakutis, B., E. Monstviene and G. Januskeviciene 2004. *Acta Vet. Brno* 73(2): 283-289.
•Cabra-López, M., A. G. Torres, A. J. A. Aarnink and N. W. M. Oginck 2010. *Atmos. Environ.* 45: 694-707.
•Chinivasagam, H. N., L. Tran, L. Maddock, A. Gale and P. J. Blackall 2009. *Appl. Environ. Microb.* Dic. 2009: 7417-7425.
•Oppliger, A. 2008. *Ann. Occup. Hyg.* 52(5): 405-412.
•Saleh, M., J. Seedorf and J. Hartung 2005. *Animals and environment*, Volume 2: Proceedings of the XIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw, Poland, 4-8 september 2005.
•Seedorf, J., J. Hartung, M. Schroder, K. H. Linkert, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, S. Pedersen, H. Takai, J. O. Johnsen, J. H. M. Metz, P. W. G. G. Koerkamp, G. H. Uenk and C. M. Wathes 1998. *J. Agr. Eng. Res.* 70(1): 97-109.
•Takai, H., S. Pedersen, J. O. Johnsen, J. H. M. Metz, P. W. G. G. Koerkamp, G. H. Uenk, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schroder, K. H. Linkert and C. M. Wathes 1998. *J. Agr. Eng. Res.* 70(1): 59-77.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida a través del Proyecto GASFARM-2 (AGL2008-04125) del Ministerio de Ciencia e Innovación. Agradecen a Wageningen UR Livestock Research (Países Bajos) por la cesión del impactador en cascada.

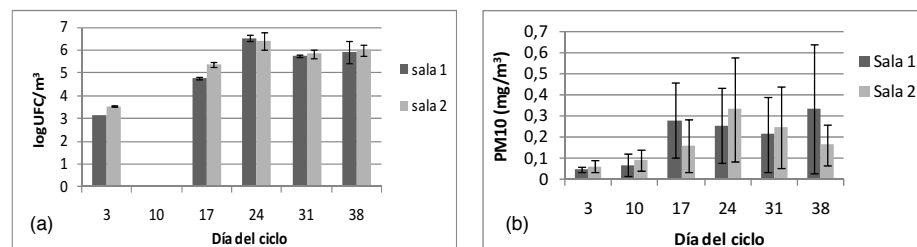


Figura 1. Concentración de bacterias aerobias mesófilas (a) y PM_{10} (b) a lo largo del ciclo de producción de broilers en cada sala. Barras de error indican desviación estándar.

Tabla 1. Media del logaritmo de unidades formadoras de colonia (log UFC), error estándar de la media (EEM) y p-valor de bacterias aerobias mesófilas.

Día del ciclo	Altura (cm)	N muestras	LogUFC/placa	EEM	P-VALOR
Sala 1	3	30	3,02a	0,038	<0,001
		150	2,56b		
		200	2,17c		
	17	30	3,18	0,040	0,179
		150	3,28		
		200	3,24		
Sala 2	3	30	2,54a	0,029	<0,001
		150	2,21b		
		200	2,29b		
	17	30	3,33	0,037	0,252
		150	3,27		
		200	3,25		

Tabla 2. Recuento de bacterias aerobias mesófilas (log UFC/m³) según rango de tamaño de partículas a lo largo del ciclo.

Día del ciclo	Rango de tamaño de partículas (μm)						
	0,65–1,1	1,1–2,1	2,1–3,3	3,3–4,7	4,7–7	>7	
Sala 1	3	1,67	2,37	3,11	3,27	3,11	3,07
	10	–	–	–	–	–	–
	17	3,39	3,97	4,40	4,50	4,66	4,44
	24	4,79	4,95	5,07	5,15	5,37	5,33
	31	6,88	6,88	6,92	5,80	6,71	8,76
	38	6,60	6,89	7,22	6,71	6,41	7,41
Sala 2	3	1,37	2,58	3,18	3,37	3,40	3,41
	10	–	–	–	–	–	–
	17	4,47	4,30	4,40	4,54	4,52	4,50
	24	5,10	5,45	5,45	5,71	5,34	5,46
	31	5,80	5,80	6,28	7,03	6,10	6,58
	38	7,74	6,27	6,53	6,62	6,64	7,22

Concentration of airborne aerobic mesophilic bacteria and particulate matter in broiler farms

ABSTRACT: In livestock houses, particulate matter (PM) and airborne microorganism are two of the most relevant pollutants. Particulate matter may carry microorganisms, the inhalation of which can cause detrimental health effects. The aim of this study was to quantify the concentration of airborne aerobic mesophilic bacteria and PM in the air of a broiler farm, and to study their spatial and size distribution and evolution in time, as well as the relationship between bacteria and PM. For this purpose, the air of two broiler rooms in an experimental broiler farm was sampled weekly using different methods. The concentration of aerobic mesophilic bacteria in the air ranged from 3 to 6,5 log CFU/m³. The PM and bacteria concentrations followed a similar evolution during the production cycle, showing a maximum concentration on day 24. In general, more bacterial colonies were found associated to the 3,3 to 7 μm particles, compared with smaller size ranges of particles.

Key words: Bioaerosols; particulate matter; air quality; poultry

BIENESTAR EN PATOS COMERCIALES: LA PROVISION DE AGUA DE BAÑO

Liste¹, G., Kirkden¹, R. D. y Broom¹, D. M.

¹Dpt. of Veterinary Medicine, Cambridge University. Madingley Road, Cambridge. CB3 0ES, UK. gl318@cam.ac.uk

INTRODUCCION

Los patos son animales predominantemente acuáticos que, en circunstancias comerciales son criados sin otra fuente de agua que bebederos. El Consejo de Europa recomienda que los patos comerciales "sean capaces de sumergir la cabeza en agua para poder esparcirla sobre las plumas" (Council of Europe, 1999). Algunos países europeos han publicado recomendaciones al respecto (por ejemplo Reino Unido: DEFRA, 1987) pero actualmente no existe ninguna ley que considere esta necesidad esencial del pato doméstico.

Son varios los trabajos científicos que consideran el acceso al agua de baño positivo para el bienestar de los patos (Knierim et al., 2004; Jones et al., 2009), en especial para la salud de ojos y pico y para mantener la higiene del plumaje. Pero la provisión de agua de baño en condiciones comerciales también puede tener consecuencias negativas, por el riesgo de contaminación del agua en casos de alta densidad animal; y además existe un coste económico asociado pues estos sistemas necesitan manutención, consumen más agua y crean más efluentes.

El proyecto en que se enmarca este trabajo se planteó con el objetivo último de desarrollar un método viable a nivel comercial (desde el punto de vista económico, ecológico y del bienestar animal) que proporcione agua de baño para patos comerciales. Para ello se trabajó en 3 fases. 1º fase: efecto de diferentes tipos de bebedero (tetina, campana pequeña, campana grande, abrevadero y piscina) sobre salud y comportamiento. 2º fase: test de preferencia entre diferentes tipos de piscinas para evaluar la predilección de los animales. 3º fase: las opciones mejor valoradas anteriormente (abrevadero y piscina) están siendo testadas en la actualidad a nivel comercial. En este artículo se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la fase 1º y los resultados preliminares de la fase 2º.

MATERIAL Y METODOS

La primera fase del proyecto estudió el efecto de diferentes tipos de bebederos sobre la salud y el comportamiento de 2600 patos comerciales tipo Pekin (parte de los resultados se han publicado en O'Driscoll, K. y Broom D. M., 2011). La segunda fase trató de averiguar la preferencia o necesidad de los patos por un determinado tipo de piscina. Se estudiaron 16 grupos de patos (Cherry Valley, Pekin) cada uno con 4 animales que tuvieron acceso a 2 piscinas distintas. Se analizaron 3 piscinas de iguales dimensiones (100x110cm) pero diferente profundidad: 10cm, 20cm y 30cm. Se compararon 2 tratamientos: elección entre 10cm o 20cm, y elección entre 10cm o 30cm. Los animales fueron criados en condiciones comerciales (con acceso a bebederos tipo abrevadero) hasta los 21 días de edad, en que fueron introducidos a los corrales experimentales. Cada corral tenía suelo de hormigón cubierto con cama de paja, y una zona elevada en un lateral (accesible mediante rampa continua) con suelo de rejilla. Esta zona elevada se dividió por la mitad en 2 secciones cada una conteniendo: 1 piscina, zona de plataforma junto a la piscina (110x60cm) y zona de bebedero con 1 bebedero tipo campana. Los animales se identificaron individualmente con spray, las piscinas se limpiaron una vez a la semana y se usó un sistema CCTV para grabar videos de 24h los días 29, 34, 36, 41, 43 y 48; de este modo se grabaron 2 días por semana: uno limpio (tras la limpieza) y otro sucio (antes de la limpieza). Los videos fueron analizados con Observer XT9. Para el análisis estadístico se usó PASWStatistics18

considerando el efecto del tipo de piscina (10, 20 o 30cm), la edad (29, 34, 36, 41, 43 o 48 días) y la calidad del agua (sucia o limpia).

RESULTADOS Y DISCUSION

Fase 1^o: En cuanto a las medidas de salud, se encontraron significativamente más picos sucios y coanas bloqueadas en los patos criados con bebedero de tetina ($p \leq 0,001$) que en los criados con abrevadero o piscina, mejor higiene del plumaje en piscinas y abrevaderos respecto al resto ($p \leq 0,01$) y un ligero aumento del peso vivo en los patos criados con abrevadero ($p \leq 0,05$) respecto a los demás. No se encontró ningún efecto significativo sobre la salud de los ojos o las patas. Respecto al comportamiento expresado en los diferentes tipos de bebedero, se encontraron menos patos inactivos en las piscinas y los abrevaderos ($p \leq 0,001$) que en el resto, y el porcentaje de patos realizando comportamiento de baño (acicalado e inmersión de cabeza/cuerpo) fue mayor en las piscinas ($p \leq 0,001$) que en los demás tratamientos. En general, la mayor facilidad de acceso al agua de baño (en forma de abrevaderos o piscinas) parece mejorar algunos indicadores de salud y comportamiento en los patos comerciales.

Fase 2^o: Se calculó el % de tiempo que los animales pasaban en cada una de las 7 posibles zonas del corral: piscina 1 (10cm), plataforma 1, bebedero 1, piscina 2 (20 o 30cm), plataforma 2, bebedero 2 y zona de cama. El % de tiempo pasado dentro de cada piscina se calculó como proporción del tiempo total dentro del agua, y por diferencia se obtuvo la preferencia. Ninguno de los efectos analizados (tipo de piscina, edad y calidad del agua) afectó significativamente la preferencia de los animales, pero se observaron algunas tendencias: los patos pasaron más tiempo en la zona de cama cuando el agua estaba sucia y se observó una ligera preferencia por las piscinas poco profundas (10cm) respecto a las más profundas (30cm). En suma, los patos pasaron un 9,1% del tiempo dentro de las piscinas y un 11,4% más en las plataformas, lo que debería ser considerado a la hora de decidir la densidad de piscinas en condiciones comerciales. Los patos se bañaron todos juntos en el 42,6% de los casos, y solo en un 6,9% de los casos el baño fue individual, lo que sugiere que el comportamiento de baño tiene un fuerte componente social. Los patos tendieron a pasar más tiempo en las piscinas menos profundas (44,8% del tiempo en las de 10cm, 32,8% en las de 20cm y 22,4% en las de 30cm) pero el tiempo empleado en cada visita fue mayor en las piscinas más profundas (34 min de media en las de 30cm, 24 min en las de 20cm y 13 min en las de 10cm). En general, los patos no mostraron preferencia por ninguna piscina en concreto aunque existió una gran variabilidad entre grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Council of Europe. 1999. Recommendation concerning domestic ducks (*Ana platyrhynchos*). Standing committee of the European convention for the protection of animals kept for farming purposes (T-AP), 22nd June 199, Council of Europe.
- DEFRA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. 1987. Codes of recommendations for the welfare of livestock – ducks. <http://www.defra.gov.uk/foodfarm/farmanimal/welfare/onfarm/othersps/duckcode.htm>
- Jones, T.A., C.D. Waitt y M.S. Dawkins. 2009. Water off a ducks back: Showers and troughs match ponds for improving duck welfare. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 116:52-57.
- Knierim, U., M.A. Bulheller, K. Kuhnt, A. Briesse y J. Hartung. 2004. Water provision for ducks kept indoors: a review on the basis of the literature and our own experience. *Deut. Tier. Wochen.* 111:115-118.

• O'Driscoll, K. y Broom, D. M. 2011. Does Access to Open Water Affect the Health of Pekin Ducks (*Anas platyrhynchos*)? Poultry Science, in press.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer la financiación de “Tubney Trust” a través de la RSPCA, y la desinteresada colaboración de “Cherry Valley” que ha aportado animales, instalaciones, asistencia técnica y asesoría a lo largo de todo el proyecto.

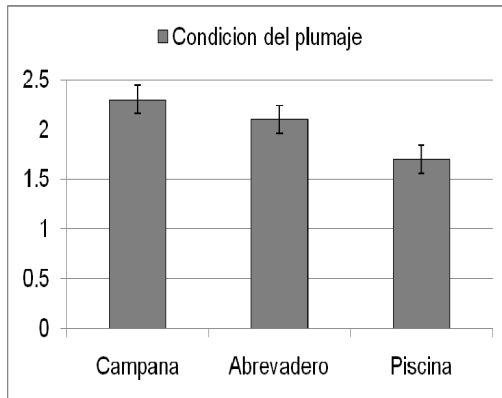


Figura 1. Efecto del tipo de bebedero sobre el score condición del plumaje (valores: 1-5).

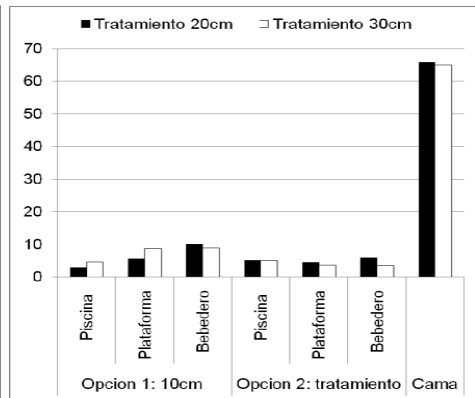


Figura 2. Porcentaje de tiempo pasado en cada una de las 7 posibles zonas del corral de preferencia.

THE WELFARE OF FARMED DUCKS: PROVISION OF BATHING WATER

ABSTRACT: Access to open water is considered good for the health and welfare of Pekin ducks. These studies investigated: 1.- the effect of water resource type (nipple drinker, narrow bell drinker, wide bell drinker, trough or pool) on duck health and behavior; 2.- the preference shown by ducks between pools of different depths (10cm, 20cm or 30cm) and whether the behaviours performed differed between these depths. Stage 1.- There was a significant effect of treatment on hygiene scores and nostril condition, with baths and troughs being better than the other resources. Overall, there was no effect of treatment on eye health score, gait or foot pad dermatitis. Significantly fewer ducks were resting inactive by the baths and troughs, and the % of ducks performing bathing behaviours was higher in those resources. Stage 2.- None of the factors analyzed had a significant effect on pool preference. Provision of open water seems to improve some aspects of duck health and welfare, and ducks were neither more attracted to, nor more averse to, deeper water. However, further work is needed to investigate open water resources such as pools or troughs at a commercial scale.

Keywords: duck, health, welfare, water.

COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS EN LA SALA DE ORDEÑO DE EXPLOTACIONES EN EL NORTE DE PORTUGAL

Cerqueira, J.O.L.^{1,2}; Araújo, J.P.¹; Cunha, J.P.S.¹; Vaz, P.S.¹; Cantalapiedra J.³; Sorensen, J.T.⁴; Niza Ribeiro, J.^{2,5}

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. Email: cerqueira@esa.ipvc.pt

²Centro de Ciência Animal e Veterinária – UTAD, Portugal

³Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, Espanha

⁴Faculty of Agricultural Sciences - University of Aarhus, Denmark

⁵Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Portugal

INTRODUCCIÓN

Durante el ordeño, la incomodidad provocada por la ordeñadora y el miedo a los operarios que la utilizan, constituye un problema de bienestar en los animales, que se manifiesta con un aumento de susceptibilidad al movimiento y al comportamiento eliminatorio (defecaciones y micciones). Las cojeras, las perturbaciones que causan miedo y molestias pueden ser exacerbadas durante este proceso y desencadenar en las vacas una mayor frecuencia de pasos y patadas, que dificultan su manejo (Rousing et al., 2004). El objetivo de este estudio ha sido evaluar el efecto del tipo de ordeño, tipo de suelo, número de lactación y grado de cojera en la frecuencia de pasos y sobre el comportamiento eliminatorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sobre un total de 1799 vacas en 32 granjas lecheras del Norte de Portugal, se valoró el comportamiento individual durante el ordeño contando los pasos, las patadas y los episodios de micción e defecación, evaluando al menos el 50% de los animales de cada explotación. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS para Windows versión 15 (SPSS.Inc.). Para evaluar el efecto del tipo de ordeño, del tipo de suelo, del número de lactaciones y las cojeras sobre la frecuencia de pasos, se ha utilizado un modelo de ANOVA y el test de comparación de medias Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo medio de ordeño de los animales estudiados ha sido de 13,0±3,1 minutos, con 7 pasos vaca/ordeño y donde únicamente el 2,8% de los animales permanecieron inmóviles. La frecuencia de zancadas fluctuó entre el 80% y el 100%, mientras que la de patadas se mantuvo entre el 2% y el 38% en todas las explotaciones. El 12,1%, 2,1% y 1,8% de los animales cocearon, orinaron y defecaron respectivamente. Rousing et al. (2004) en diez explotaciones en Dinamarca, valorando 1.196 animales hallaron valores del orden del 14% de patadas y 27% de pasos, sin encontrar asociación entre estos dos comportamientos. El temperamento de los animales fue evaluado mediante la metodología de Dickson et al. (1970), reportando el 57% de las vacas menos de seis pasos por ordeño, aunque aproximadamente el 30% de la población presentó una mayor frecuencia de zancadas (Figura 1).

El tipo de ordeño influyó en el número de pasos ($P<0,001$), con frecuencias menores para el sistema tándem y rotativa respecto a los de espina y paralelo. Estos resultados pueden estar relacionados con el hecho de que el ordeño en tándem permite más espacio y comodidad individual al animal, que se refleja en un mayor confort y por lo tanto una postura más estática para el ordeño (Tabla 1).

El tipo de suelo de la sala ha influenciado la frecuencia de zancadas ($P<0,01$), siendo inferior para las de cemento frisado (4,04±3,25 pasos), con respecto a las demás (Tabla 2).

En la Tabla 3 se observa que los animales con cuatro o más lactaciones presentan un mayor número de pasos en relación a un menor número de lactaciones, contrariamente a los resultados obtenidos por Rousing et al. (2004).

De otra parte las vacas muy cojas utilizan de media el triple de zancadas en comparación con los animales sin cojera o con niveles reducidos en esta patología (Figura 2), mientras que Rousing et al. (2004), no considera el efecto de este problema en el comportamiento normal en el ordeño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dickson, D.P., Barr, G.R., Johnson, L.P. y Wieckert, D.A., 1970. Social dominance and temperament of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 53, 904-907.

Rousing, T., Bonde, M., Badsberg, J.H. y Sorensen, J.T., 2004. Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows. *Livestock Production Science*, 88: 1-8.

Tabla 1: Efecto del tipo de ordeño en la frecuencia de pasos

Tipo de ordeño	N	Media±DT	Mínimo	Máximo	CV (%)
Espina	1172	7,43 ^a ±6,75	0,00	78,00	90,85
Paralelo	286	7,92 ^a ±6,46	0,00	46,00	81,57
Tándem	290	4,53 ^b ±4,07	0,00	27,00	89,85
Rotación	51	5,29 ^b ±5,35	0,00	32,00	101,13
Sig.		***			
Total	1799	6,98±6,41	0,00	78,00	91,83
Sig.: Nivel de significación: *** P<0,001; a≠b para P<0,001					

Tabla 2: Efecto del tipo de tipo de suelo en la frecuencia de pasos en el ordeño

Tipo de suelo	N	Media±DT	Mínimo	Máximo	CV (%)
Cemento	948	7,11 ^a ±6,68	0,00	54,00	93,95
Cemento frisado	56	4,04 ^b ±3,25	1,00	17,00	80,45
Baldosa	538	6,69 ^a ±5,39	0,00	37,00	80,57
Goma	257	7,74 ^a ±7,58	0,00	78,00	97,93
Sig.		**			
Total	1799	6,98±6,41	1,00	78,00	91,83
Sig.: Nivel de significación: ** P<0,01; a≠b para P<0,01					

Tabla 3: Efecto del número de lactación en la frecuencia de pasos en el ordeño

Lactación	N	Media±DT	Mínimo	Máximo	CV (%)
1 ^a	637	6,43 ^a ±5,99	0,00	54,00	93,16
2 ^a y 3 ^a	782	6,93 ^a ±5,99	0,00	51,00	86,44
≥4 ^a	380	8,02 ^b ±7,69	0,00	78,00	95,89
Sig.		**			
Total	1799	6,98±6,41	0,00	78,00	91,83
Sig.: Nivel de significación: ** P<0,01; a≠b para P<0,01					

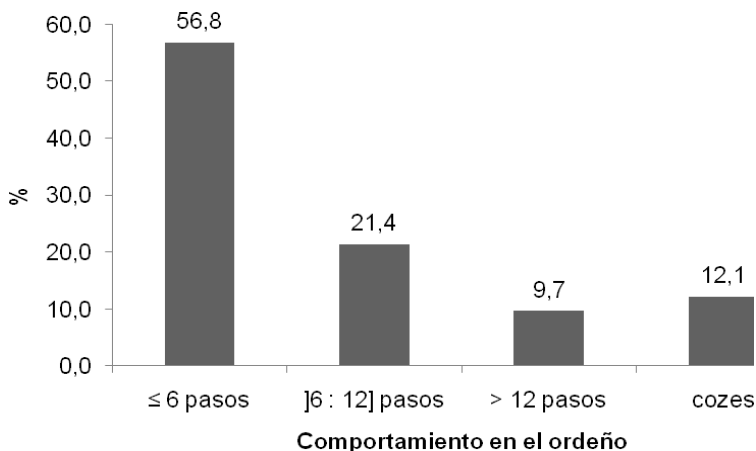


Figura 1: Temperamento de los animales durante el ordeño

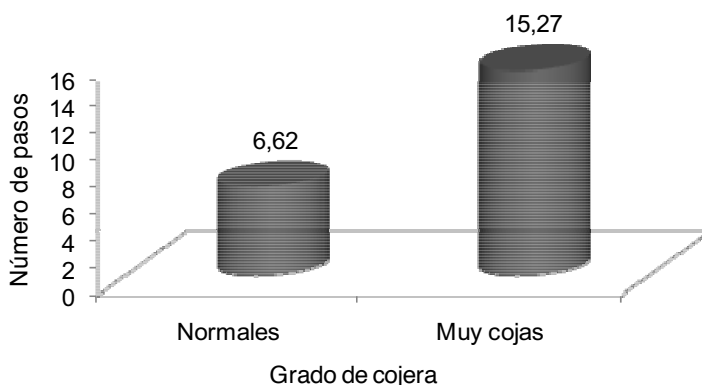


Figura 2: Número de pasos en función del nivel de cojera

DAIRY COWS BEHAVIOR IN THE MILKING PARLOR ON FARMS IN NORTHERN PORTUGAL

ABSTRACT: We studied the behavior of 1799 cows from 32 farms in Northern Portugal, during the milking, focusing our attention on the frequency of steps and associated effects. Each cow showed an average of 7 steps per milking, where only about 3% of the animals showed no steps. And about 57% of cows had a milking frequency of less than six steps. The type of milking ($P < 0,001$), floor of the milking parlor ($P < 0,01$), number of lactation ($P < 0,01$) and lameness ($P < 0,001$) revealed significant effects on the frequency of steps in milking. Tandem milking ($4,53 \pm 4,07$) and frizz concrete ($4,04 \pm 3,25$) accounted for fewer steps, while cows with four or more lactations ($8,02 \pm 7,69$) and lameness ($15,27 \pm 13,21$) were associated with a greater number of steps.

Keywords: welfare, Dairy cows, milking parlor, steps.

EFFECTO DEL USO DE PAJA SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL, LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE LA CARNE EN CORDEROS TIPO TERNASCO

Teixeira, D.L.; Miranda-de la Lama, G.C.; Escós J., García, S.; Olleta J.L., Villarroel M.² y María, G.A.¹

¹Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177 (50013) Zaragoza.

²Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción tradicional de corderos de tipo ternasco están evolucionando hacia esquemas más intensivos. Algunas de las razones son el incremento de la demanda de un producto altamente apreciado por los consumidores y la escasez de mano de obra. El nuevo esquema estratifica el sistema en dos etapas: la cría a cargo de los ganaderos y el cebo de finalización a cargo de centros cooperativos de clasificación (CC). Ello simplifica y reduce la mano de obra a los ganaderos y permite ofrecer un producto más homogéneo a los consumidores con una marca de calidad. Sin embargo, en los CC los animales se hallan expuestos a nuevos estresores tales como la mezcla social, el ambiente novedoso, un manejo masificado o los dobles transportes. Una premisa básica de estos centros es la reducción de costes de producción. En este sentido, debido al elevado coste de la paja, algunos centros de clasificación se plantean prescindir de este sustrato para completar el cebo de los corderos cuya duración más frecuente es de unas cuatro semanas (Miranda de la Lama et al., 2010). La paja, además de proveer confort a los corderos, es un sustrato estimulante y puede ser considerada como una vía práctica de enriquecimiento ambiental orientado a mejorar el bienestar (Fraser et al., 1991). Es razonable plantearse como hipótesis que la ausencia de paja pueda dificultar la adaptación de los corderos al nuevo ambiente, afectando su bienestar y probablemente la calidad del producto. El objetivo del estudio es analizar el efecto de la presencia y/o ausencia de paja de cereal durante el cebo de finalización sobre los indicadores de bienestar, producción y calidad de la carne en corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 48 corderos machos de raza Rasa Aragonesa distribuidos en dos estudios consecutivos. El objetivo principal del 1^{er} estudio fue analizar el efecto de la paja sobre el bienestar animal y el comportamiento. Se utilizaron 24 corderos provenientes de un CC con un peso vivo de 17,20(±0,2) kg, de 60 días de edad. Se formaron 4 grupos con seis corderos cada uno de manera aleatoria. Dos grupos dispusieron de paja de cereal a modo de cama y alimento, mientras que los otros dos grupos no dispusieron de este sustrato. Los animales fueron identificados con números con pintura ganadera. Los cuatro grupos fueron alimentados con un pienso comercial (Ovirum®) y agua ad libitum. Los corderos se alojaron en corrales de 6 m². Cada grupo fue filmado de 8 a 20 horas los días 1^o, 7^o, 14^o, 21^o y 28^o del cebo. Al día siguiente de la filmación se pesaron los corderos y se obtuvieron muestras de sangre. Se registro el consumo de pienso e índices de conversión de cada grupo. Se evaluaron las variables cortisol, glucosa, lactato, CK, NEFA y perfil hematológico y de comportamiento (estereotipias, agresiones y afiliaciones). Los animales se sacrificaron el día 32^o después de 12 horas de espera pre-sacrificio en Mercazaragoza. A las 24 horas postmortem se tomo el pH en L. dorsi, el peso de la canal fría, conformación, engrasamiento e índice de hematomas en la canal. El 2^o estudio se centró en el análisis en profundidad del efecto del uso de paja sobre la calidad de la carne. Se utilizaron 24 corderos provenientes de un CC con un peso de 17,75(±0,7) kg Se formaron dos grupos de 12 corderos cada uno de forma aleatoria en dos tratamientos con paja o sin paja disponible. Siguiendo el protocolo comercial de un cebo de finalización de 4 semanas, se sacrificaron los animales en condiciones similares a las del 1^{er} estudio. Se evaluaron las variables de calidad de la carne relacionadas con la textura, el color y las pérdidas por cocinado, además del pH último. Las variables de comportamiento y fisiológicas fueron analizadas por el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS, 1998) de medidas repetidas (día) con el tratamiento como efecto fijo y el cordero como aleatorio. Los datos del comportamiento fueron transformados mediante la función raíz cuadrada. Las variables de calidad de la carne y producción se analizaron mediante análisis convencional GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para los indicadores de producción. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para estas variables. Los datos de composición tisular de la espalda, textura, color y pérdidas por cocinado tampoco fueron afectados por la presencia o no de paja de cereal. Los corderos tuvieron en ambos tratamientos una productividad que se halla dentro de los rangos esperados para un cebo comercial. La carne tuvo una calidad comercial aceptable si nos atenemos a los valores de pH, que siempre se hallaron dentro de los límites para carnes de calidad (≤ 6). En todos los días de observaciones de comportamiento (Figura 1), los corderos sin paja presentaron mayor frecuencia de estereotipias que los corderos que disponían de paja ($p \leq 0,05$). Las interacciones afiliativas, aumentaron a lo largo del cebo, indicando una mayor cohesión de todos los grupos. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos en los días 14^o y 28^o en afiliaciones a favor del grupo sin paja. Es posible que los corderos sin paja se concentren con mayor intensidad en las relaciones sociales como consecuencia de la pobreza del ambiente físico. El uso de paja afectó ($p \leq 0,05$) los niveles de cortisol al final del cebo, mostrando valores más bajos los corderos que dispusieron de paja. En general, la ausencia de paja de cereal durante el cebo afecta la conducta y la respuesta adaptativa de los corderos. La calidad del producto y la producción no se ven afectadas. Es posible que los indicadores de producción y de calidad requieran unos niveles de estrés más elevados para verse afectados que las variables de comportamiento o fisiológicas. Los resultados confirman la hipótesis de que el enriquecimiento ambiental puede mejorar el bienestar animal favoreciendo la ontogenia de comportamientos naturales de la especie y en consecuencia su bienestar (Newberry, 1995). La adición de paja de cereal es una vía práctica de enriquecimiento ambiental orientada a mejorar el bienestar (Fraser et al., 1991).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

■ Miranda-de la Lama, G.C., Liste, G., Villarroel, M., Escós, J., María, G.A. 2010. Small Rumin Res. 90: 174–178. ■ Fraser, D., Phillips, P.A., Thompson, B. K., Tennessen, T., 1991. Appl Anim Behav Sci. 30: 307-318. ■ Newberry, R. C. 1995. Appl Anim Behav Sci. 44: 229-243.

Agradecimientos: Estudio financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos CICYT). Agradecemos la colaboración de Mercazaragoza y Oviaragón y a los miembros del SAEA grupo de investigación de calidad de productos de la Universidad de Zaragoza por su ayuda en la colección de muestras y análisis, en especial a Erica Muela.

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del uso de paja de cereal durante el cebo sobre los indicadores productivos.

Variable	CON PAJA	SIN PAJA	p
Peso inicial (kg)	17,28 \pm 0,25	16,88 \pm 0,25	NS
Peso sacrificio (kg)	27,62 \pm 0,61	26,39 \pm 0,61	NS
CMD (g)	323 \pm 16	297 \pm 16	NS
IC (kg)	3,2 \pm 0,192	3,39 \pm 0,192	NS
PCF (kg)	12,96 \pm 0,41	13,01 \pm 0,41	NS
Bruising (nota 1-3)	0,83 \pm 0,27	0,50 \pm 0,27	NS
pH24	5,60 \pm 0,03	5,54 \pm 0,03	NS
Conformación	6,44 \pm 0,13	6,10 \pm 0,13	NS
Engrasamiento	6,41 \pm 0,25	6,50 \pm 0,25	NS

NS: no significativo; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. CMD: crecimiento medio diario; IC: índice de conversión (kg pienso \times kg peso vivo); PCF: peso canal fría; Bruising: índice de hematomas en la canal; pH24: pH L. dorsi 24 h post mortem.

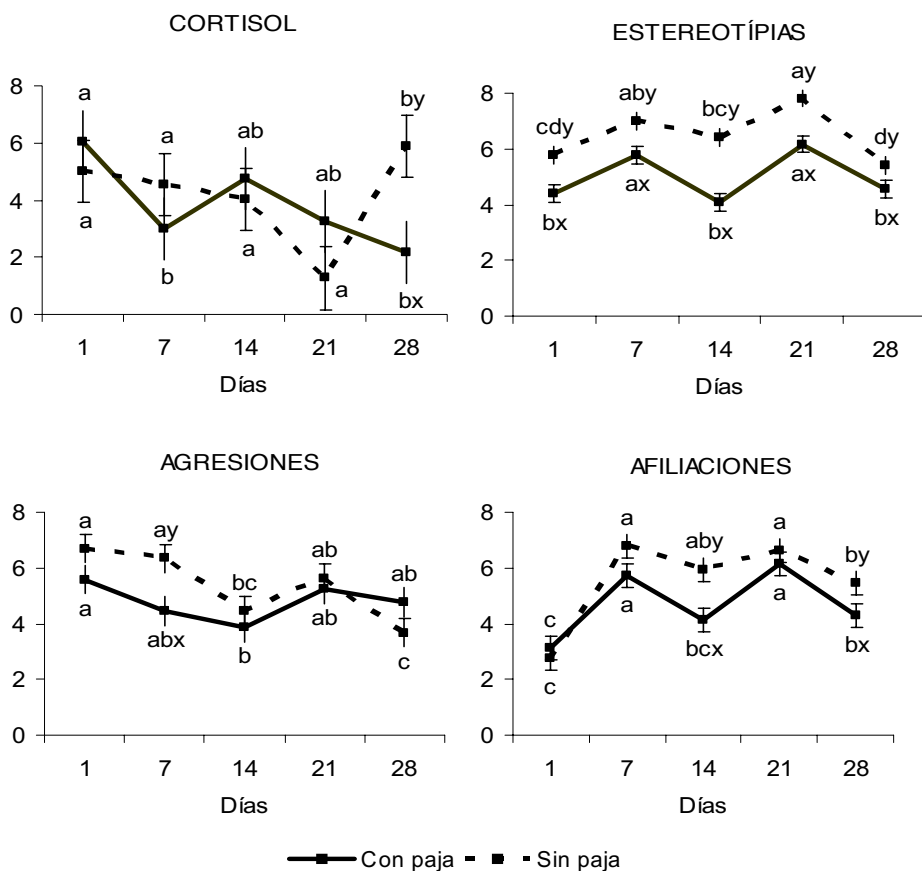


Figura 1. Evolución del cortisol, número de estereotipias, agresiones y afiliaciones durante la fase de cebo de corderos con paja o sin paja. (Letras distintas (a b c) representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días. Letras distintas (x y z) representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos dentro de día.

EFFECT OF THE USE OF STRAW ON PRODUCTION & ANIMAL WELFARE DURING THE FATTENING PERIOD OF RASA ARAGONESA LIGHT LAMBS

ABSTRACT: Due to cost increase of straw, lamb feedlots had proposed to avoid its use during the fattening stage. The objective of this study was to analyze the use of straw as an enrichment material in light lambs. The study was carried in two experiments. The design of experiment 1 included two treatments and two replicates with six male lambs each (17,20 ($\pm 0,2$) kg live weight). One of the areas was provided with straw while the other had none. Feeding was ad libitum with concentrate. The welfare indicators analyzed were cortisol level, stereotypic behaviours, agonistic interactions & affiliative interaction (from video recording). No significant differences in productive performance (live weight and concentrate consumption, carcass weight) and in meat quality (meat pH & bruising) between the two groups were observed. The lambs housed without straw presented higher levels of cortisol at the end of treatment and stereotypic behaviours indicating a poorer welfare. The lambs without straw presented higher frequency of affiliative behaviours. On the experiment 2, 24 lambs were divided in two groups to was analyzed the effect of same treatments on others parameters of meat quality. The straw did not affect the back tissue composition, texture, colour and cooking loss.

Keywords : lamb, welfare, straw, enrichment environment.

EFFECTO DEL USO DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS A LA PAJA COMO CAMA EN EL BIENESTAR Y CALIDAD DE LA CARNE EN CORDEROS TIPO TERNASCO

Teixeira, D.L.; Miranda-de la Lama, G.C.; Alierta, S.; y María, G.A.¹

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177 (50013) Zaragoza. ¹E-mail: levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En años recientes el bienestar de los animales criados en sistemas intensivos se ha convertido en un factor importante que puede influir en la decisión de compra en los consumidores europeos. Dentro de esta percepción, los consumidores visualizan a la paja como un sustrato íntimamente relacionado a los animales y a la tradición pastoral ancestral, vinculándola con buenas prácticas de producción y bienestar de los animales. Una cama de calidad es parte fundamental para enriquecer el entorno físico, debido a que provee confort, estabilidad térmica y estimula la interacción de los animales con el sustrato de manera positiva. Tradicionalmente, la paja de cereal ha sido el sustrato comúnmente utilizado como cama en los sistemas intensivos de producción (Tuytens, 2005). Sin embargo, el elevado coste de la paja como sustrato para cama y complemento alimenticio, ha obligado al sector a plantearse prescindir de ella en la cadena logística de cebo de corderos en Aragón. Por lo cual es razonable pensar que la ausencia del sustrato pudiese repercutir en el bienestar de los animales y quizás en la calidad de la carne. En este sentido, existe poca investigación referente a la utilización de sustratos alternativos a la paja en la especie ovina. El objetivo de este estudio ha sido analizar el efecto del uso de sustratos alternativos a la paja como cama sobre parámetros fisiológicos de bienestar animal y calidad de la carne en corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la unidad experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza (Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal), durante los meses de mayo a junio del 2009. Se utilizaron 96 corderos machos de raza Rasa Aragonesa, con 80 días de edad y $19(\pm 1.1)$ kg de peso vivo. Se intentó realizar un cebo similar (cebo de finalización) al que se realiza en los centros de clasificación (CC). Los corderos se obtuvieron de una misma clase de peso inmediatamente después de haber sido clasificados en un centro colaborador. Una vez clasificados, los corderos del estudio fueron conducidos a la Unidad Experimental. Se realizaron dos tandas de cebo con una duración de 16 días cada una con 4 tratamientos que fueron diferentes sustratos utilizados como camas: serrín (S), celulosa (C), paja (P) y cáscara de arroz (A). Cada grupo se compuso de 12 corderos elegidos de manera aleatoria y alojados en un corral de 11 m², con acceso a bebedero y tolva de pienso granulado comercial (Ovirum®) ad libitum. En la semana 1 y 2, se tomaron muestras de sangre de los corderos para evaluar los siguientes parámetros fisiológicos: cortisol, glucosa, lactato, creatinin-kinasa (CK), ácidos grasos no esterificados (NEFA), glóbulos blancos, glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina y ratio N/L. El cortisol se determinó por medio de un kit comercial (CTRIA-I125) y los demás parámetros se analizaron por medio de un multianalizador Technicon Analyser (RA-500). Al finalizar el cebo, los animales fueron enviados al matadero de Mercazaragoza. Al término de las 24 horas post-mortem, se procedió al pesado de las canales en una báscula de riel para determinar el peso de canal fría (PCF), también se realizó la evaluación de conformación y engrasamiento de acuerdo a la escala EUROP. El índice de hematomas fue estimado de acuerdo a la escala descrita en Miranda-de la Lama et al. (2009). Posteriormente se midió color determinando los parámetros L* (luminosidad), a* (rojo) y b* (amarillo) del sistema L*a*b* utilizando un colorímetro portátil CR-200b de Minolta®. El análisis de las variables fisiológicas fue analizado por el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS, 1998) de medidas repetidas (día) con el tratamiento como efecto fijo y el cordero como aleatorio. Las variables de calidad de la carne se analizaron mediante análisis convencional GLM incluyendo el efecto fijo del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para las variables de producción son presentadas en la Tabla 1. Los resultados indican que los cuatro sustratos no tuvieron efecto en las variables de calidad de la canal y de la carne. Sin embargo, los valores obtenidos están en

el rango de calidad esperados para la categoría comercial tipo ternasco. En la Tabla 2 se presentan las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y las diferencias significativas para el efecto del uso de los diferentes tipos de sustratos sobre los indicadores fisiológicos evaluados. En la Tabla 2 se presentan las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y las diferencias significativas para el efecto de los tratamientos sobre los indicadores fisiológicos evaluados. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para algunas variables ($p < 0,05$). En los dos días de muestreo sanguíneo, la concentración de cortisol plasmático fue menor en los animales en cama con paja en comparación con los de cama de serrín. Esto se puede deber a que los animales están mayormente habituados a la paja, con respecto a los otros tres sustratos utilizados, aunque el serrín es definitivamente mayormente novedoso y por lo tanto más estresante. Lo cual indicaría que tomando al cortisol como un indicador importante de estrés, las camas de celulosa y cascara de arroz pueden ser buenas alternativas a las camas de paja. Para la variable de lactato el día 7 fue menor para los animales en cama de serrín comparado a los otros tres tratamientos y en el día 1 fue menor en los animales en cama de celulosa comparado a los animales en cama de serrín y paja. Sin embargo, el nivel de glucosa ha sido mayor el día 1, en los animales en cama de paja comparada a los animales en cama de celulosa y cáscara de arroz. En este mismo día (1), los valores de hematocrito en los animales en cáscara de arroz se presentaron mayores que en los animales en cama de serrín. En el día 7 lo valores de hemoglobina fueron más altos en la cama de serrín que las demás camas y en el día 1 fueron más altos en esta cama cuando comparada con la cama de paja. La relación N/L presentó valores más altos en el día 1 para los animales en cama de celulosa, pero se estabilizaron a rangos normales para el día 7. En conclusión, la adición de cualquiera de los cuatro sustratos utilizados como cama no afecta la calidad de la canal y la carne. Por lo tanto, desde el punto de vista fisiológico, los sustratos afectan la respuesta de estrés, donde la paja obtuvo valores aceptables frente a los otros tres sustratos probados. Sin embargo, el sustrato alternativo mejor valorado en función de la respuesta fisiológica que provoca después es la cama de celulosa.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

■ Bøe, K., Berg, S., Andersen, I.L. 2006. *Appl Anim Behav Sci.* 98: 249–259. ■ Miranda-de la Lama, G.C., Villarroel, M., Olleta, J.L., Alierta, S., Sañudo, C., María, G.A. 2009. *Meat Sci.* 83: 604-609. ■ Tuytens, F. A. M. 2005. *Appl Anim Behav Sci.* 92: 261–282.

Agradecimientos: Financiado por Proyecto de CICYT AGL-2005-00208. Los autores agradecen la colaboración de Mercazaragoza y Oviaragón en la realización del estudio, así como al resto de miembros del Grupo de Investigación de Calidad de Productos que colaboraron en la toma y análisis de las muestras.

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para los indicadores productivos y de calidad de canal en corderos cebados con cuatro tipos de camas.

Variables	SERRIN	CELULOSA	PAJA	CÁSCARA DE ARROZ	P
Canal					
Peso Canal Fría	10,45 \pm 0,18	10,51 \pm 0,18	10,28 \pm 0,18	10,55 \pm 0,19	NS
Hematomas	0,54 \pm 0,17	0,61 \pm 0,17	0,27 \pm 0,17	0,57 \pm 0,18	NS
Conformación	4,37 \pm 0,33	5,17 \pm 0,33	4,54 \pm 0,34	4,28 \pm 0,35	NS
Engrasamiento	4,21 \pm 0,25	4,04 \pm 0,25	3,95 \pm 0,26	4,43 \pm 0,27	NS
pH24	5,66 \pm 0,02	5,63 \pm 0,02	5,65 \pm 0,02	5,68 \pm 0,02	NS
Color					
L*	43,85 \pm 0,66	43,70 \pm 0,67	43,95 \pm 0,66	43,08 \pm 0,67	NS
a*	16,67 \pm 0,42	16,53 \pm 0,43	16,83 \pm 0,42	17,11 \pm 0,43	NS
b*	7,14 \pm 0,23	7,01 \pm 0,23	7,31 \pm 0,23	7,34 \pm 0,23	NS
Croma*	18,14 \pm 0,46	17,97 \pm 0,48	18,36 \pm 0,46	18,63 \pm 0,48	NS
HUE*	23,15 \pm 0,42	23,03 \pm 0,43	23,42 \pm 0,42	23,18 \pm 0,43	NS

NS: no significativo; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. pH24: pH L. dorsi 24 h post mortem; Conformación: escala de 15 puntos (EUROP); Engrasamiento: escala de 15 puntos (EUROP); Coordenadas de color: L* (luminosidad: 0=negro y 100=blanco), a* (a* $>$ 0=rojo y

a* < 0 = verde), b* (b* > 0 = amarillo y b* < 0 = azul), Intensidad de color o Cromo ($C^* = (a^*2 + b^*2)^{1/2}$) y tono ($HUE^* = \arctg\ b^*/a^*$).

Tabla 2. Media de mínimo cuadrado (\pm S.E.) para los indicadores fisiológicos de bienestar en corderos cebados con cuatro tipos de camas.

	Día	Serrín	Celulosa	Paja	Cáscara de arroz
Cortisol	1	14,86 \pm 1,71 x	10,56 \pm 1,71 xy	9,65 \pm 1,71 y	10,87 \pm 1,71 xy
	7	15,25 \pm 1,71 x	11,74 \pm 1,71 xy	9,75 \pm 1,71 y	11,76 \pm 1,75 xy
Lactato	1	20,04 \pm 2,28 x	12,77 \pm 2,23 ay	22,22 \pm 2,23 x	17,46 \pm 2,23 xy
	7	16,17 \pm 2,23 y	22,74 \pm 2,23 bx	18,24 \pm 2,23 x	17,69 \pm 2,28 x
Glucosa	1	112,58 \pm 5,58 xy	107,13 \pm 5,58 y	124,25 \pm 5,58 ax	108,17 \pm 5,58 y
	7	115,00 \pm 5,58	110,00 \pm 5,58	107,13 \pm 5,58 b	110,70 \pm 5,57
CK	1	171,42 \pm 17,68 a	179,17 \pm 17,68	137,46 \pm 17,68	165,08 \pm 17,68
	7	117,50 \pm 17,68 b	155,04 \pm 17,68	98,71 \pm 17,68	139,52 \pm 18,06
NEFA	1	0,07 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01 a	0,08 \pm 0,01	0,10 \pm 0,01
	7	0,08 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01 b	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01
Gl. Blancos	1	6,80 \pm 0,87	6,54 \pm 0,90	6,84 \pm 0,87	7,61 \pm 0,87
	7	6,07 \pm 0,61	6,84 \pm 0,64	7,46 \pm 0,63	6,52 \pm 0,61
Gl. Rojos	1	9,95 \pm 0,25 a	10,41 \pm 0,26	10,50 \pm 0,25	10,79 \pm 0,25
	7	10,87 \pm 0,17 b	10,27 \pm 0,18	10,31 \pm 0,18	10,62 \pm 0,17
Hematocrito	1	30,55 \pm 0,94 ay	32,91 \pm 0,98 xy	32,67 \pm 0,94 xy	34,88 \pm 0,94 x
	7	33,33 \pm 0,66 b	31,91 \pm 0,69	32,21 \pm 0,68	33,35 \pm 0,66
Hemoglobina	1	10,94 \pm 0,22 x	10,55 \pm 0,22 xy	10,07 \pm 0,22 y	10,68 \pm 0,22 x
	7	10,99 \pm 0,15 x	10,39 \pm 0,16 y	10,26 \pm 0,16 y	10,54 \pm 0,15 y
N/L	1	0,57 \pm 0,10 y	0,85 \pm 0,10 ax	0,67 \pm 0,10 xy	0,48 \pm 0,10 y
	7	0,49 \pm 0,10	0,54 \pm 0,10 b	0,59 \pm 0,10	0,58 \pm 0,10

Letras distintas (a b c) dentro de cada fila representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de muestreo. Letras distintas (x y z) dentro de cada línea representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. CK: actividad de la enzima creatinine kinasa. NEFA: ácidos grasos no esterificados. N/L: relación neutrófilo/linfocito.

EFFECT OF ALTERNATIVES MATERIAL TO THE STRAW AS BEDDING ON THE WELFARE AND MEAT QUALITY TO LIGHT LAMBS

ABSTRACT: The objective of this study was to analyse the use of alternative bedding materials during the final fattening period of light lambs on the physiology and meat quality. The experimental design included four treatments (bedding material: sawdust, cellulose, straw and rice husk). The experiment was repeated twice. A total of 96 animals with an average of 19 \pm 1.1 kg were grouped in 8 groups of 12 male lambs) were housed in a pen of 11 m², feeding was ad libitum with pellet concentrate. The carcass and meat quality parameters were not affected by the treatments. However, concerning the physiology parameters, the bedding material affects the stress response, of which the animals in straw showed better values than the other materials. On the other hand, of the alternative bedding material to the straw it was the cellulose where the animals showed better physiology responses.

Keywords : lamb, welfare, bedding materials, meat quality

EFFECTO DEL USO DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS COMO CAMA SOBRE EL COMPORTAMIENTO SOCIAL EN CORDEROS TIPO TERNASCO

Teixeira, D.L.; Miranda-de la Lama, G.C.; Escos, J.; Alierta, S.; y María, G.A.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza.
Miguel Servet 177 (50013) Zaragoza. ¹E-mail: levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El enriquecimiento ambiental en sistemas intensivos de producción puede mejorar el bienestar los de animales (Newberry, 1995). La normas de bienestar animal europeas se basan en las denominadas cinco libertades (Webster, 2001). La cuarta de estas libertades dice que los animales deben ser libres de expresar sus comportamientos naturales, en especial aquellos que han sido considerados como necesidades. El comportamiento social es uno de ellos. La cama además de proveer confort a los corderos es un sustrato estimulante de los comportamientos naturales necesarios para el bienestar de los animales (Fraser et al., 1991). El elevado coste de la paja ha obligado a plantearse en algunos casos de cebos intensivos, prescindir de ella en la cadena logística. Es razonable pensar que su ausencia pueda poner en riesgo el bienestar de los corderos (Bøe et al., 2007; Tuytens, 2005). El objetivo de este estudio ha sido analizar el efecto del uso de sustratos alternativos a la paja como cama sobre el comportamiento e índices de producción en corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la unidad experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza (Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal), durante los meses de mayo a junio del 2009. Se utilizaron 96 corderos machos de raza Rasa Aragonesa, con 80 días de edad y 19(\pm 1.1) kg de peso vivo. Se intentó realizar un cebo similar (cebo de finalización) al que se realiza en los centros de clasificación (CC). Los corderos se obtuvieron de una misma clase de peso inmediatamente después de haber sido clasificados en un centro colaborador. Una vez clasificados, los corderos del estudio fueron conducidos a la Unidad Experimental. Se realizaron dos tandas de cebo con una duración de 16 días cada una con 4 tratamientos que fueron: serrín (S), celulosa (C), paja (P) y cáscara de arroz (A). Cada grupo se compuso de 12 corderos elegidos de manera aleatoria y alojados en un corral de 11 m², con acceso a bebedero y tolva de pienso granulado comercial (Ovirum®) ad libitum. Cada individuo fue marcado con símbolos para su identificación visual en los videos. Los patrones de comportamiento registrados se determinaron durante una observación piloto. Se instalaron cuatro cámaras conectadas a un sistema de circuito cerrado, cada grupo fue observado durante 12 horas (08:00–20:00 h) de manera simultánea durante los días 1º, 8º y 12º del estudio. Los comportamientos fueron registrados para determinar la frecuencia de estereotipias orales (lamido dirigido a objetos), agresiones (topeteo, patadas, empujones y amenazas), afiliaciones (acicalamiento, lamido y olfateo) e interacción con las cama (explorar y mordisquear la cama). Al inicio del estudio y un día después de cada filmación, se pesaron los corderos y se midió el consumo de pienso. Se estimaron la ganancia media diaria de peso y el índice de conversión del grupo. Los datos conductuales fueron normalizados transformándolos a raíz cuadrada. El análisis del comportamiento y los parámetros de producción fueron analizados por el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS, 1998) de medidas repetidas (día) con el tratamiento como efecto fijo y el cordero como aleatorio. Las variables de producción se analizaron mediante análisis convencional GLM incluyendo el efecto fijo del tratamiento. La réplica se incluyó a modo preliminar y fue excluida del modelo final al verificarse como no significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para las variables de producción se presentan en la Tabla 1. Los resultados indican que los tratamientos no afectaron las variables de producción. En general, los índices obtenidos pueden considerarse dentro de los rangos esperados en un cebo comercial con este tipo de cordero. En la Figura 1 se presentan los resultados de las variables conductuales estudiadas. El uso de diferentes tipos de cama afectó significativamente la frecuencia de estereotipias, agresiones, afiliaciones y de interacción con la el sustrato ($p < 0,05$). También se verifica un efecto significativo de los días

de observación dentro de cada tratamiento ($p < 0,05$). Las estereotipias al inicio del experimento fueron en todos los tratamientos de elevada frecuencia, siendo los grupos de serrín y celulosa los de mayor frecuencia frente a los de paja. Los días 8º y 12º del cebo los niveles de estereotipias en los cuatro tratamientos y entre días descendieron notablemente. Estos resultados sugieren que la reagrupación derivada de la clasificación por peso en los CC (procedimiento habitual) para formar un nuevo grupo produce estados de frustración en los animales, empeorando su bienestar. Esto parece ser más evidente ante sustratos desconocidos como es la celulosa y el serrín. Con los días de cebo los animales se habitúan a estos cambios físicos y sociales. En cuanto a la interacción con la cama, el día 1º no hubo diferencias entre celulosa y paja frente a los otros sustratos. Curiosamente a lo largo del cebo, la celulosa es el único sustrato que estimula de manera perdurable la exploración de los corderos hacia la cama. Esto se puede deber a que el resto de sustratos se satura de humedad, haciéndola menos atractiva para interactuar con ella. En este sentido la celulosa al ser altamente absorbente sigue siendo un sustrato que favorece la exploración y por lo tanto puede mantener a los animales ocupados cumpliendo con los objetivos del enriquecimiento ambiental y contribuir al bienestar animal. Para afiliaciones, el grupo de paja tuvo los niveles más bajos en comparación con los otros tres sustratos. Ello sugiere que el efecto de los sustratos alternativos estimula el confort y las relaciones sociales positivas entre los animales. Finalmente las agresiones responden de manera similar a las estereotipias y son una consecuencia de la reagrupación y adaptación al cebo corto. De manera preliminar las camas de celulosa tendrían efectos conductuales positivos para los animales, en comparación con los otros tres sustratos. Los comportamientos que pueden ser indicadores de sustratos de calidad para ser usados en las camas serían las interacciones hacia la cama y las afiliaciones. En contraste las agresiones y las estereotipias son indicadores de respuesta a la estabulación y a la reagrupación social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

■ Bøe, K., Berg, S., Andersen, I.L. 2006. *Appl Anim Behav Sci.* 98: 249–259. ■ Fraser, D., Phillips, P.A., Thompson, B. K., Tennessen, T. 1991. *Appl Anim Behav Sci.* 30: 307-318. ■ Newberry, R. C. 1995. *Appl Anim Behav Sci.* 44: 229-243. ■ Tuytens, F. A. M. 2005. *Appl Anim Behav Sci.* 92: 261–282. ■ Webster, A.J.F. 2001. *Vet. J.* 161: 229-237.

Agradecimientos: Estudio financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos CICYT). Agradecemos la colaboración de Mercazaragoza y Oviaragón en la realización del estudio. Agradecemos a los miembros del SAEA, en especial a José Antonio Ruiz por su asistencia en la realización del estudio.

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para los indicadores productivos y de calidad de canal en corderos cebados con cuatro tipos de camas. (CMD: crecimiento medio diario; IC: índice de conversión (kg pienso / kg peso vivo).

Variables	SERRÍN	CELULOSA	PAJA	CASCARA DE ARROZ	P
Peso inicial (kg)	19,00 \pm 0,32	19,19 \pm 0,31	18,89 \pm 0,32	19,00 \pm 0,32	NS
Peso sacrificio (kg)	22,81 \pm 0,34	22,78 \pm 0,35	22,22 \pm 0,35	22,35 \pm 0,36	NS
CMD (g)	0,27 \pm 0,02	0,28 \pm 0,02	0,26 \pm 0,02	0,26 \pm 0,02	NS
IC (kg)	4,14 \pm 0,31	3,61 \pm 0,31	4,15 \pm 0,32	3,76 \pm 0,33	NS

NS: no significativo

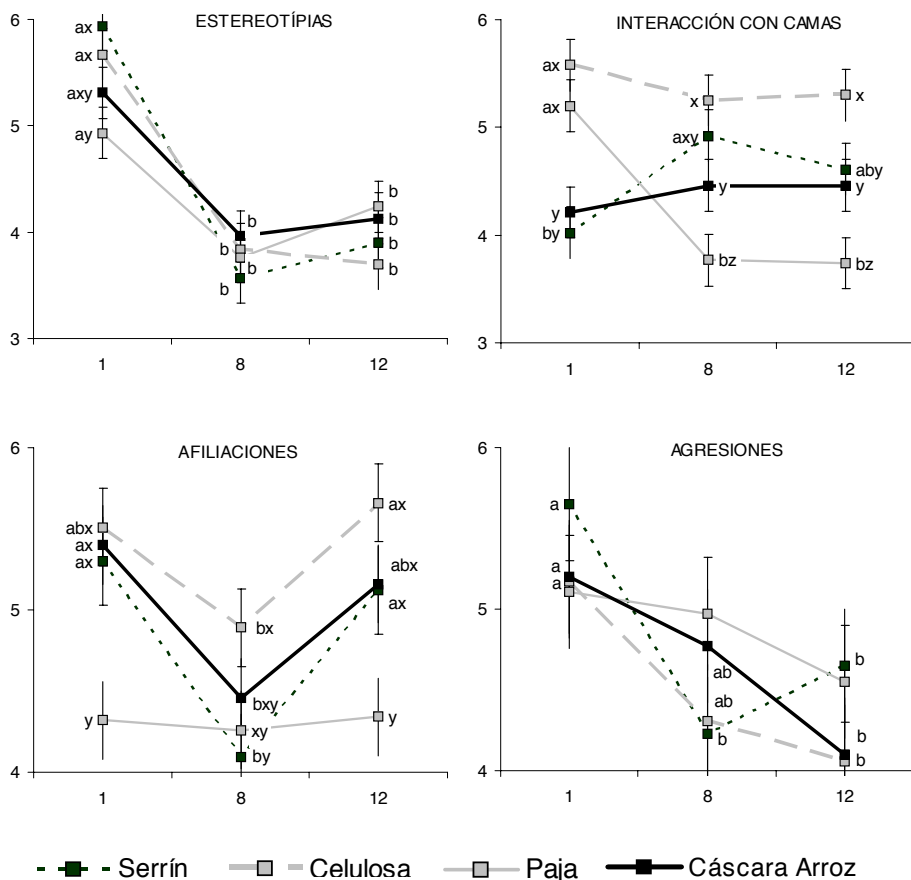


Figura 1. Evolución de las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para el efecto del tipo de cama durante el cebo para la raíz cuadrada del número de afiliaciones e interacción con camas observadas por día y por animal. (Letras distintas (a b c) representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días. Letras distintas (x y z) representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos dentro de día).

EFFECT OF DIFFERENT BEDDING MATERIAL ON THE SOCIAL BEHAVIOUR AND PRODUCTIVE VARIABLES DURING THE FATTENING PERIOD OF LIGHT LAMBS

ABSTRACT: The aim of this study was to analyse the use of alternative bedding materials (sawdust, cellulose, straw and rice husk) during the final fattening period of light lambs ($n=96$) on social behaviour and productive performance. The experimental design included four treatments (bedding material). The experiment was repeated twice. A total of 96 animals were studied (12 male lambs per group). Initial average live weight (\pm SD) was 19 ± 1.1 kg. Animals were housed in a pen of 11 m^2 , feeding was ad libitum with pellet concentrate. The production traits analyzed were live weight and concentrate consumption. The behavioural variables analyzed were stereotypes, agonistic and affiliative behaviours and interaction with bedding material, using video recording from 8AM to 8PM at day 1st, 8th and 12th. All behavioural variables were affected by treatments. The productive variables were not affected. Lambs from cellulose bedding presented more natural behaviour profile and could be recommended as the best bedding material for light lambs.

Keywords : lamb, welfare, bedding materials, enrichment environment

DISTRIBUCIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN EN EXPLOTACIONES DE CAPRINO LECHERO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Ibáñez, C.¹, Martínez B.², Peris C.³ y Gómez, E. A.⁴

¹ Universidad CEU-UCH. Avenida Seminario s/n. 46113 Moncada (Valencia)

² AMURVAL. Santísima Trinidad 1. 46460 Silla (Valencia)

³ ICTA-UPV. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia

⁴ CITA-IVIA. Apartado de correos 187. 12400 Segorbe (Castellón)

E-mail: carla.ibanez@uch.ceu.es

INTRODUCCIÓN

El sector caprino lechero en la Comunidad Valenciana está sufriendo una gran reestructuración, prueba de ello es la reducción que se ha producido en el número de explotaciones ganaderas en los últimos años. Cabría pensar que, como reflejo de este descenso, el censo caprino lechero también se viera disminuido, pero en cambio, no ha sido así. El número de cabezas de ganado caprino lechero se ha incrementado en los últimos años, lo que lleva a pensar que los pequeños productores son los que abandonan la actividad lechera, mientras que las explotaciones con mayores censos son las que se mantienen.

El presente trabajo se ha realizado con el fin de analizar cuáles son los posibles puntos débiles en el proceso de producción del sector caprino lechero de la Comunidad Valenciana, que han podido causar el abandono de esta actividad. El objetivo del trabajo es presentar un estudio económico preliminar, basado en datos técnico-económicos, de un número representativo de explotaciones reales, para analizar cuál es la distribución de los costes de producción en el ganado caprino lechero y poder valorar así la situación actual y las perspectivas de futuro de las explotaciones de caprino lechero en la Comunidad Valenciana.

MATERIAL Y MÉTODOS

En colaboración con los técnicos de la Asociación de Ganaderos de Caprino de Raza Murciano-Granadina de la Comunidad Valenciana (AMURVAL) y de la Asociación de Ovino-Caprino Lechero Valenciano (ASOCVAL), se seleccionaron 16 ganaderos asociados a las mismas, según criterios de disponibilidad de información de tipo económico -en este caso, del año 2008- y de interés en la colaboración. De las 16 explotaciones estudiadas, 5 se encuentran en Alicante, 7 en Castellón y 4 en Valencia.

Para cubrir los objetivos previstos y proceder a la obtención de datos de las explotaciones, a los ganaderos seleccionados se les realizó una encuesta a pie de granja. Una vez cubiertas las encuestas, los datos fueron depurados y tratados para calcular los siguientes indicadores económicos (López, 2000): Ingresos, Costes Variables, Costes Fijos, Costes de Oportunidad, Costes Totales, Márgenes Brutos, Margen Neto, Beneficio y Umbrales de Rentabilidad, así como para definir las características estructurales y socioeconómicas de las explotaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del estudio realizado, se desprende que los ingresos totales por litro de leche producido fueron de 0,84 €, valor superior al que señalaron Bossis et al. (2008). La venta de leche suponía el 74% del ingreso total, mientras que la venta de cabritos sólo alcanzó el 8%. Asimismo, el 15% de los ingresos provinieron de las subvenciones y apenas un 2% de otros conceptos como la venta de reproductores, hembras y machos de desvieje y estiércol. El ingreso promedio por venta del litro de leche fue de 0,60 €. La venta de cabritos generaba un ingreso medio de 0,083 €/l. Las subvenciones recibidas en estas explotaciones eran una fuente de ingresos importante, pues suponía un ingreso medio por litro de leche producido de 0,12 €, importe superior al calculado por Mena et al. (2005) en explotaciones de Málaga.

El Coste Variable total medio supuso 0,72 € por litro de leche. La alimentación constituyó el 79% del Coste Variable total, resultado similar al obtenido por Bossis et al. (2008). Dentro de estos gastos en alimentación, la compra de concentrado supuso el 68%, mientras que el forraje constituyó el 26% y el 6% restante se correspondía con la compra de otros productos

como correctores vitamínico-minerales, subproductos, lactoreemplazantes, etc. La alimentación es el gasto más importante en las explotaciones de caprino lechero y alcanzó una media de 0,57 €/l producido.

El 21 % del Coste Variable total estaba constituido por 'Otros Costes' como son los de sanidad, maquinaria, electricidad, consumo de agua, mano de obra eventual y otros (limpieza y desinfección, adquisición de animales, compra de crotales y productos varios). Estos costes son menores si los comparamos con el coste de alimentación. Así, el gasto medio por litro en lo que respecta a sanidad suponía 0,02 €, en maquinaria 0,02 €, en la electricidad y consumo de agua 0,01 € y 0,01 € respectivamente, y en la mano de obra eventual ascendía a 0,08 €.

El Coste Fijo total medio fue de 0,38 € por litro de leche producida. La mano de obra fija, el mantenimiento de edificios, las amortizaciones y los intereses de créditos pendientes fueron los mayores Costes Fijos en estas explotaciones de ganado caprino. De tal manera que, el 31% del Coste Fijo total se correspondía con el mantenimiento de edificios, el 28% con la mano de obra fija, el 11% con las amortizaciones y el 11% con los intereses de créditos. En segundo lugar, podríamos encuadrar las contribuciones, los seguros de las cabras, edificios y maquinaria, la reparación de la maquinaria, la Seguridad Social de los familiares, el arrendamiento de tierras y locales y otros costes fijos (mantenimiento del equipo de ordeño, asesorías, cuotas de asociaciones, gastos de teléfono).

El Coste de Oportunidad total medio, resultado de la suma del valor estimado de la explotación y la mano de obra familiar, fue de 0,36 € por litro de leche. La mano de obra familiar suponía el 67% del Coste de Oportunidad total y el resto se correspondía con el valor estimado de la explotación.

El Coste Total medio por litro de leche producido sin Coste de Oportunidad fue de 1,1 €, de los que el 65% correspondía a los Costes Variables y el 35% a los Costes Fijos. Al incluir el Coste de Oportunidad, el Coste Total se elevó hasta 1,5 €/l y, por tanto, el 49% del mismo correspondía a los Costes Variables, el 26% a los Costes Fijos y el 25% a los Costes de Oportunidad.

El Margen Bruto medio por litro de leche producido fue de 0,12 €, inferior al obtenido en Portugal por Pacheco (2006). El Margen Bruto Estándar, que no contempla el coste de la maquinaria ni de la mano de obra, fue de 0,14 €. El Margen Neto medio por litro de leche producido fue de -0,26 € y el Beneficio medio fue de -0,63 €. En Andalucía, Sánchez et al. (2006) obtuvieron un Margen Neto medio de 0,33 € y Mena et al. (2005) de 0,26 €.

El Umbral de Rentabilidad (sin Coste de Oportunidad) por litro fue de 0,87 €. Este debería ser el precio de venta del litro de leche para que el Margen Neto fuera nulo. El Umbral de Rentabilidad con el Coste de Oportunidad medio por litro fue de 1,23 €. Si el litro de leche se vendiera a este precio, la producción se llevaría a cabo sin pérdidas y el Beneficio sería nulo.

En conclusión, de acuerdo con los datos proporcionados por las 16 explotaciones de caprino lechero y con los índices calculados, el Beneficio medio, según el modelo utilizado, era negativo, lo que indica que existen pérdidas económicas. Únicamente, en dos de las ganaderías estudiadas, este Beneficio fue positivo, es decir, sólo en esas dos explotaciones había beneficios.

En referencia al Margen Neto, que según algunos expertos parece mejor indicador que el Beneficio al evitar el sesgo que introduce el Coste de Oportunidad, tenía también un valor medio negativo; sin embargo, si se analizaba cada explotación individualmente, se observó que en 7 de los 16 casos el Margen Neto tenía un valor positivo.

El precio al que se debería vender el litro de leche, para que el Margen Neto fuera nulo, sería de 0,87 €. Si, en cambio, el litro de leche se vendiera a 1,23 €, la producción se

llevaría a cabo sin pérdidas y el Beneficio sería nulo. Sin considerar el Coste de Oportunidad -en el primer caso- o considerándolo -en el segundo-, el Umbral de Rentabilidad medio se situaba en ambos casos por encima del precio medio de venta de la leche (0,60 €/l), por lo que en estas explotaciones había pérdidas (con escasas excepciones), tal y como ya se ha comentado anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bossis, N.; Caramelle-Holtz, E.; Guinamard, C.; Barbin, G., 2008. Les systèmes caprins en France: Évolution des structures et resultants technico-économiques. Institut de l'Élevage, Paris. 20 pp. • López, C. 2000. Estudio comparativo de los costes de producción de leche en diferentes comunidades autónomas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. • Mena, Y.; Castel, J.M.; Romero, F.; García, M., Micheo, J.M. 2005. Caracterización técnico-económica de los sistemas caprinos lecheros de raza malagueña. Libro de Actas de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia: 175-177. • Pacheco, F. 2006. Les systèmes d'élevage laitier dans la région de l'Entre Douro e Minho: Réflexions sur un dispositif d'appui technique aux éleveurs. Options Méditerranéennes, Série A 70: 179-186. • Sánchez, M.; Gil, M.J.; Fernández, E.; Muñoz, M.E. 2006. Application of FAO/CIHEAM indexes for dairy systems to dairy goat groups in Western Andalusia. Options Méditerranéennes, Série A 70: 187-192.

DISTRIBUTION OF PRODUCTION COSTS IN DAIRY GOAT FARMS IN THE VALENCIAN COMMUNITY

ABSTRACT: Dairy goat industry in the Valencian Community is under restructure. In recent years, the number of farms has decreased, however the number of heads of dairy goats has increased, which suggests that small farmers are leaving the dairy industry, while farms with more census are those that remain. The aim of this report was to present a preliminary economic study to analyze the distribution of production costs in dairy goats. With this aim, 16 farms were selected and surveyed. The data (year 2008) were used to calculate the following economic indicators: Income, Variable Costs, Fixed Costs, Opportunity Costs, Total Costs, Gross Margins, Net Margin, Benefit and Profitability Thresholds. The average Net Margin per liter of milk was -0,26 € and the average Benefit -0,63 €. The average Profitability Thresholds without Opportunity Cost per liter was 0,89 €. This should be the selling price of a liter of milk so that the Net Margin was zero. The average Profitability Thresholds with Opportunity Cost per liter was 1,23 €. If a liter of milk was sold at this price, production would be carried out without losses and the Benefit would be zero.

Keywords: dairy goat, costs, Valencian Community.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS CAPRINOS DE ZONAS DESFAVORECIDAS DE EXTREMADURA

A.J. Escribano, A.F. Pulido, P. Gaspar, F.J. Mesías, M. Escribano
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de
Veterinaria, Avda. Universidad s/n, Cáceres, España. E-mail: ajescc@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El trabajo analiza las explotaciones caprinas de la comarca Ibores-Villuercas (sureste de la provincia de Cáceres). Este sector juega un papel importante en la zona ya que contribuye al desarrollo rural (De Rancourt et al., 2006) y en el mantenimiento de su calidad agroambiental, especialmente bajo regímenes extensivos/semiextensivos (García, 2008) que aprovechan la adaptación de las razas autóctonas en los modelos productivos (García y Cordero, 2006). Estas características productivas en equilibrio con el medio natural se encuentran en consonancia con la nueva PAC y la posibilidad que tienen las ganaderías de prestar servicios ambientales.

Con el objetivo de estudiar qué explotaciones tienen mayor posibilidad de permanecer así como ver en qué aspectos deben mejorarse, se propone la evaluación de la sostenibilidad de las tres tipologías encontradas mediante análisis cluster, en base a indicadores económicos, sociales y ambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La obtención de la información técnica, económica y social se realizó mediante encuestas a 61 explotaciones de la comarca. Posteriormente se llevó a cabo una tipificación de las explotaciones mediante análisis cluster, obteniéndose una tipología de explotaciones caprinas semiextensivas con razas selectas de aptitud lechera (tipología 1), una segunda tipología en la que se englobaron explotaciones extensivas caprinas mixtas de gran dimensión con explotación de ganado ovino (tipología 2) y, un tercer grupo de explotaciones caprinas tradicionales, extensivas, mixtas y con escasos recursos y producciones, acogidas a la DOP. A partir de estas tipologías, se procedió a la evaluación de la sostenibilidad de las tipologías mediante una modificación del Marco MESMIS propuesto por Masera et al. (1999). Los atributos utilizados en este trabajo son: productividad, estabilidad, equidad, autogestión y adaptabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si se atiende a la valoración de la sostenibilidad de las tipologías según atributos, puede verse en la tabla 1 que para el atributo productividad, existen importantes diferencias, siendo las explotaciones pertenecientes a la tipología 1 las más productivas, con una puntuación de 46,97%, frente al 40,95% en la tipología 2 y 28,39% en la tipología 3. En concreto, las diferencias se deben especialmente a los litros de leche vendidos por cabra y año, a los cabritos vendidos por cabra y año y al número de parideras al año. Estos resultados son lógicos ya que el ganado de las explotaciones pertenecientes a la tipología 1 son de razas selectas de aptitud lechera. En cuanto al atributo estabilidad, no se encontraron diferencias significativas para dicho atributo, pero sí para los indicadores número de cabras presentes en la explotación – las explotaciones de la tipología 2 presentan mayor número de animales y mayor tasa de reposición, así como las tipologías 2 y 3 son las que mayor presencia de razas autóctonas presentan.

En relación con la autogestión, las explotaciones más autogestionables son las pertenecientes a la tipología 3, seguidas de las de la tipología 2 y tipología 1, las cuales son poco autogestionables. Entre los indicadores utilizados que influyen en este atributo, se han visto diferencias para los gastos/UTAs (€), siendo las explotaciones de

la tipología 2 las que mayores gastos presentan; y para el indicador pertenencia a asociaciones, para el cual, las tipologías 2 y 3 obtuvieron una puntuación de 100%. En cuanto a la equidad, se vieron diferencias en para el indicador UTAs/100 cabras, siendo la tipología 1 la mejor puntuada (73,53%).

Finalmente, en la valoración de la sostenibilidad global en función de los grupos, no ha aparecido un grupo predominante.

Aún así, con los resultados obtenidos en la evaluación comparada por tipologías de explotación se pone de manifiesto que las explotaciones de la tipología 1 han obtenido las puntuaciones más bajas en la mayoría de los atributos de sostenibilidad, excepto para la productividad, de hecho, son las más productivas debido a la especialización y orientación de sus producciones, un mejor manejo y un mayor nivel de tecnificación.

Sin embargo, las tipologías 2 y 3 presentan mejores puntuaciones para dos de los atributos de sostenibilidad más importantes desde el punto de vista ambiental, la autogestión y estabilidad. En cuanto a la autogestión, son las explotaciones de la tipología 3 las mejor puntuadas, siendo este atributo importante si se desea orientar las producciones hacia la extensividad. Pero para asegurar la permanencia de las explotaciones de las tipologías 2 y 3, sería necesaria una planificación y profunda reestructuración de las explotaciones (desde gestión, hasta razas, planificación de la reproducción, alimentación y la infraestructura básica para cualquier explotación lechera) y de la organización de la comercialización, que hagan rentables estas explotaciones. Para compensar los gastos que esto supondría, según Laignel y Benoit (2004), es clave mantener los niveles productivos con más incorporación de recursos pastables de la misma explotación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Rancourt, M., Fois, N., Lavín, M.P., Tchakérian, E. Vallerand, F. 2006. Small. Rum. 60: 167–179.
- García, C., Cordero, R. 2006. Edit. Agrícola S.A.
- García, C. 2008. Edit. Agrícola, S.A.
- Laignel, G., Benoit, M. 2004. Productions Anim. 17 : 133-143.
- Masera, O., Astier, S., López-Ridaura, S. 1999. Mundi-Prensa.

ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY OS GOATS FARMS IN LESS-FAVOURED AREAS OF EXTREMADURA

ABSTRACT: This paper analyzed the sustainability of the goat farms that are located in the area of influence of the PDO “Ibores Cheese” (SE of Cáceres, Spain). This sector is undergoing a difficult period that requires solutions due to this activity contribute to the economic and social development and to the maintenance of the environmental quality of this less-favoured region. We apply a methodological adaptation of the framework known as MESMIS, based on economical, social and environmental indicators. On the one hand, farms that belong to typology 1, have better productivity but less punctuation on the rest of indicators. On the other hand, farms that belong to typology 2 and three, raise less productivity but better punctuation on social and environmental indicators.

Keywords: sustainability, goat, PDO, less-favoured.

Tabla 1. Índices de sostenibilidad según tipologías.

	Indicadores	Tipología 1	Tipología 2	Tipología 3	F	Sig.
Productividad	Litros leche vendidos / cabra y año (litros)	64,71	40,00	36,21	3,17	0,049*
	Cabritos vendidos / cabra y año (cabritos)	60,29	58,33	35,34	3,70	0,031*
	Nº parideras al año	60,00	40,00	20,69	3,67	0,032*
	Productividad	46,97	40,95	28,39	7,47	0,001**
Estabilidad	Número de cabras	26,47	56,67	22,41	10,87	0,000***
	Tasa de reposición (chivas y cabritos/animal)	75,00	76,67	61,11	2,78	0,071*
	Presencia de cabras de razas autóctonas (Si/No)	64,71	100,00	100,00	11,41	0,000***
	Estabilidad	53,43	63,33	54,60	1,85	0,167
Autogestión	Gastos / UTAs (€)	21,88	65,38	55,56	7,43	0,001**
	Pertenencia a asociaciones (número de ellas)	64,71	100,00	100,00	4,07	0,022*
	Autogestión	22,50	32,08	32,33	2,85	0,066*
Adaptabilidad	Adaptabilidad	56,96	51,33	53,19	0,27	0,767
Equidad	UTAs / 100 cabras (UTAs)	73,53	40,00	68,97	4,27	0,019*
	Equidad	50,00	43,33	50,86	0,55	0,579
SOSTENIBILIDAD GLOBAL		45,97	46,21	43,87	0,65	0,524

*p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001

RESPUESTAS PRODUCTIVAS Y FISIOLÓGICAS AL ESTRÉS TÉRMICO DE CABRAS MURCIANO-GRANADINAS A FINAL DE LACTACIÓN

Hamzaoui S., Salama A.A.K., Caja G., Albanell E., Such X., Flores C.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global se ha hecho evidente en los últimos años con incrementos de la temperatura ambiente media, lo que aumenta el riesgo de que los animales sufran estrés térmico (ET). El modelo animal más utilizado en los experimentos de ET ha sido la vaca lechera, existiendo muy escasa información disponible sobre los efectos del ET en caprino lechero. Thorn (1959) propuso un índice termohigrométrico ($THI = 1.8 \cdot T - [T - 14.3] \cdot [100 - H]/100 + 32$; T = temperatura, °C; H = humedad relativa, %) para detectar situaciones de ET en vacas lecheras, que fue modificado por Morton et al. (2007), entre otros autores.

Se considera que a partir de un $THI > 72$, aparecen los síntomas de ET, lo que se pone de manifiesto por marcados efectos en la salud, fertilidad y producciones (García-Ispierto et al., 2006; Morton et al., 2007). Se desconoce si los valores THI descritos para vacas lecheras suponen también situaciones de ET en caprino lechero, ya que los caprinos son más tolerantes a condiciones de alta temperatura que los bovinos. En consecuencia, se necesitan estudios para precisar la respuesta productiva y fisiológica, así como los mecanismos utilizados por las cabras para hacer adaptarse a situaciones de ET.

El objetivo de este estudio fue evaluar las respuestas fisiológicas y nutritivas de cabras Murciano-Granadina a condiciones extremas de estrés térmico en condiciones de aridez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cabras lecheras multiparas de raza Murciano-Granadina al final de lactación (194 ± 3 d; 43.5 ± 2.6 kg PV y 1.53 ± 0.04 L /d de producción de leche) ordeñadas 1 vez/d mediante un equipo portátil (Westfalia-Surge, Granollers, Barcelona), que fueron asignadas a 2 grupos experimentales y alojadas en jaulas metabólicas individuales. Los tratamientos aplicados correspondieron a 2 condiciones ambientales diferentes a humedad relativa constante (40%) y un programa de 12 h de luz diarias:

- Termo-neutralidad (TN): en condiciones ambientales de interior a 15-20°C durante el día y la noche ($THI = 59-65$).
- Estrés térmico (ET): en una cámara climática de $4 \times 6 \times 2.3$ m (Euroshield, Eura, Finlandia) a $37.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ($THI = 85$) durante el día (9:00-21:00 h) y $30.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ($THI = 77$) durante la noche (21:00-9:00 h).

La temperatura y humedad se controlaron cada 10 min utilizando un data logger (Opus 10, Lufft, Fellbach, Alemania). El diseño experimental consistió en un "cross-over" con dos períodos de 35 d y con 2 d de transición entre tratamientos. Los 5 últimos días de cada período fueron utilizados para realizar la recogida completa de heces y orina para digestibilidad y balance de N. La ración consistió en festuca deshidratada ab libitum, 0.65 k/d de pellets de alfalfa y 0.8 kg/d de un concentrado comercial para cabras lecheras (maíz, 30.0%; cebada, 25.8%; harina de soja, 25.0%; harina de girasol, 8.5%; jabón cálcico, 5.0%; fosfato bicálcico, 2.5%; carbonato cálcico, 2.0%; sal, 1.0%; corrector vitamínico-mineral, 0.2%). Diariamente se midió la producción de leche, la ingestión de alimento, el consumo de agua; la temperatura rectal (TR) y el ritmo respiratorio (RR) se midieron diariamente a las 8:00, 12:00 y 17:00 h. Semanalmente se tomaron muestras de leche que se analizaron mediante NIRS (Foss NIRSystems 5000, Foss, Hillerød, Dinamarca). La ración fue muestreada diariamente y una muestra representativa analizada según la metodología del AOAC.

Los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS v.9.1.3 (SAS Inst., Cary, N. Carolina, USA) para medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó los efectos del tratamiento (ET vs. TN), día y período, así como las interacciones tratamiento \times día y tratamiento \times período, y el error residual. Los datos de digestibilidad y balance de N fueron

analizados con el PROC GLM de SAS. El modelo utilizado incluyó el efecto del tratamiento y el período, la interacción tratamiento×período y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de los 35 d experimentales, las cabras ET registraron valores de TR y RR mas altos ($P < 0.05$) que las cabras TN (Tabla 1), evidenciando una situación fisiológica de estrés térmico. Los máximos valores de TR y RR se detectaron durante la primera semana del tratamiento ET y se redujeron gradualmente a partir de la segunda semana, lo que indica un proceso de adaptación parcial al ET durante los 35 d del proceso experimental. El aumento del RR y la sudoración bajo condiciones de ET son mecanismos habituales para disipar el calor corporal (Hirayama et al., 2004; Rhoads et al., 2009).

La ingestión de materia seca (MS) se redujo un 27% por efecto del ET del día 1-19 (1.47 vs. 2.00 kg/d; $P < 0.001$) pero sólo un 14% del día 20-35 (1.75 vs. 2.03 kg/d; $P < 0.001$). Como media, la ingestión disminuyó en un 21% durante los 35 d experimentales (Tabla 1). Una reducción de ingestión ya había sido señalada anteriormente en cabras lecheras (Sano et al., 1985), ovejas (Abdalla et al., 1993) y vacas (Rhoads et al., 2009) como un medio para reducir el calor metabólico bajo condiciones de ET (Kadzere et al., 2002). A lo largo del experimento, las cabras ET doblaron su consumo de agua ($P < 0.001$) respecto a las cabras TN (Tabla 1). Este aumento en el consumo de agua es debido a la pérdida de agua por evaporación de la piel (sudor) y por la respiración (jadeo). La estimación del agua evaporada fue 3 veces mayor ($P < 0.01$) en las cabras ET que en las TN (Tabla 1).

Pese a la disminución de la ingestión, las cabras ET produjeron una cantidad de leche similar ($P = 0.198$) a las cabras TN, pero con menores contenidos de proteína y caseína ($P < 0.05$). El resto de componentes analizados no se vio modificado. Consecuentemente, las cabras ET perdieron peso, mientras que las TN ganaron peso durante el experimento (-1.5 vs. +1.8 kg PV, respectivamente; $P < 0.05$). Estos resultados contrastan con los obtenidos en vacas lecheras, en las que el ET causó una disminución del 32% en la ingestión y un 45% en la producción de leche (Rhoads et al., 2007).

Las cabras ET tendieron ($P < 0.15$) a tener más digestibilidad de MS, MO y FAD (+2 a 3 puntos). No se dispone de estudios que comparen la digestibilidad en condiciones de ET en caprino lechero, pero los resultados obtenidos en el presente experimento están de acuerdo con trabajos realizados sobre machos de cabras en condiciones de cámara climática (Hiramaya et al., 2004). Las cabras ET ingirieron menos cantidad de N, pero la cantidad retenida de N fue similar a las cabras TN (Tabla 1). A pesar de este balance de N similar, el contenido de proteína en leche fue menor en las cabras ET, lo que indicaría que el N ingerido bajo condiciones de ET podría haberse desviado a otras vías metabólicas (pérdida en el sudor en forma de urea), o que hubo una menor disponibilidad de algún aminoácido limitante para la síntesis de proteína en la glándula mamaria.

En conclusión, las cabras estresadas térmicamente fueron capaces de recuperar parcialmente la ingestión de MS a las 3 semanas de iniciado el tratamiento, lo que resultó en una producción similar de leche pero con un menor contenido en proteína. Esta reducción en el contenido proteico de leche se detectó a pesar de que las cabras retuvieron una cantidad similar de N a las cabras TN, lo que indicaría que el N se desvió a otras funciones metabólicas o que existió algún factor limitante para su utilización. Se necesitan más estudios para evaluar la respuesta al estrés térmico a principios de lactación de cabras lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, E.B., Kotby, E.A., Johnson H.D. 1993. Small Rumin. Res. 11:125-134
- Morton, J.M., Tranter, W.P., Mayer D.G., Johnson, N.N. 2007. J. Dairy Sci. 90:2271-2278
- García-Ispuerto I., López-Gatius, F., Santolaria, P., Yániz, J.L., Nogareda, C., López-Béjar, M., De Rensis F. 2006. Theriogenology 65:799-807
- Hirayama, T., Katoh, K., Obara, Y. 2004. Anim. Sci. J. 75:237-243
- Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. 2002. Livest. Prod. Sci. 77:59-91
- Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., Sanders S.R., Carroll, S.H., Weber, W.J., Crooker, B.A., Collier, R.J., VanBaale, M.J., Baumgard, L.H. 2007. J. Dairy Sci. 90(Suppl.1):230
- Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R.,

Weber, W.J., Crooker, B.A., Baumgard, L.H. 2009. J. Dairy Sci. 92:1986-1997 • Sano, H., Ambo, K., Tsuda, T. 1985. J. Dairy Sci. 68:2557 • Thorn, E.C. 1959. Weatherwise 12:57-60

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto MCINN AGL-2009-09376.

Tabla 1: Respuestas de las cabras bajo condiciones de termo-neutralidad (TN; n = 8) y estrés térmico (ET; n = 8) a final de lactación.

Ítem	Tratamiento		SED ¹	Efecto (P <)		
	TN	ET		Tratmto.	Periodo	T × P
Temperatura rectal, °C	38.66	39.24	0.02	0.001	0.001	0.026
Ritmo respiratorio, r/min	34	82	1	0.001	0.321	0.198
Ingestión, kg MS/d	2.03	1.60	0.08	0.001	0.010	0.152
Variación de peso, kg	+1.8	-1.5	0.4	0.001	0.456	0.234
Consumo de agua, L/d	5.5	11.1	1.2	0.001	0.322	0.468
Evaporación de agua, L/d	1.07	3.30	1.43	0.007	0.442	0.476
Producción de leche, L/d	1.24	1.21	0.02	0.198	0.001	0.674
Leche estándar 3.5%, L/d	1.38	1.35	0.07	0.529	0.004	0.226
Composición de leche, %						
Sólidos totales	12.89	12.41	0.29	0.259	0.625	0.734
Grasa	4.21	4.22	0.19	0.961	0.898	0.124
Proteína	3.84	3.36	0.15	0.030	0.793	0.986
Proteína verdadera	3.62	3.12	0.14	0.022	0.977	0.965
Caseína	3.21	2.84	0.12	0.034	0.179	0.709
Digestibilidad, %						
Materia seca	56.6	58.8	2.3	0.121	0.567	0.047
Materia orgánica	58.8	61.2	1.4	0.109	0.408	0.058
PB (N × 6.25)	70.5	72.1	1.5	0.306	0.723	0.021
FND	36.0	38.8	1.9	0.157	0.985	0.765
FAD	35.1	38.2	1.7	0.094	0.143	0.600
Balance de N, g/d						
Ingestión	48.4	42.1	0.8	0.001	0.012	0.059
Excreción fecal	14.3	11.8	0.8	0.010	0.351	0.017
Excreción en orina	20.3	16.4	1.3	0.012	0.962	0.268
Retención	13.9	13.9	1.0	0.950	0.162	0.057

¹Error estándar de la diferencia. ²Diferencia entre el agua ingerida y la excreción de agua en leche, orina y heces, sin incluir la producción metabólica de agua.

PRODUCTIVE AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO TERMAL STRESS OF MURCIANO-GRANADINA GOATS AT MID LACTATION

ABSTRACT: Eight dairy goats at late lactation were maintained in metabolic cages under 2 different temperature-humidity index (THI) conditions: thermal neutral (TN; THI, 59 to 64) and heat stress (HS; 12 h day at THI = 85; and 12 h night at THI = 77). The experiment was a crossover with 2 periods of 35 d. Goats were fed dehydrated fescue ad libitum, 0.65 kg alfalfa pellets, and 0.8 kg concentrate. Rectal temperature, respiration rate, feed intake, water consumption, and milk yield were recorded daily. Milk composition was weekly evaluated. Feces and urine were collected during the last 5 d of each period for digestibility and N balance. Average rectal temperature (38.66 vs. 39.24°C), respiration rate (34 vs. 82 breaths/min), water consumption (5.5 vs. 11.1 L/d), and body water evaporation (1.1 vs. 3.3 L/d) increased, while feed intake (2.0 vs. 1.6 kg/d) decreased for TN and HS goats, respectively. Despite the reduced intake, milk yield (1.23 L/d) did not vary by treatment, but milk of HS goats contained lower protein (3.36 vs. 3.84%) and casein (2.84 vs. 3.21%) than TN goats. In conclusion, goats were able to partially recover their feed intake after wk 3 of heat stress resulting in a similar milk yield but with lower milk protein content.

Keywords: heat stress, dairy goat, milk composition.

CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO OVINO DE RAZA ALCARREÑA. I.- DATOS SOCIALES Y ESTRUCTURALES.

García L., Palacios C., Alvarez S., Colmenar L.

Área de Producción Animal. Departamento de Construcción y Agronomía, Universidad de Salamanca. Avda. Filiberto Villalobos 119. 37007 Salamanca.
carlospalacios@colvet.es

INTRODUCCIÓN

Debido a la escasa información existente sobre el sector ganadero de oveja Alcarreña el objetivo de este trabajo es obtener una tipología de estas explotaciones ovinas, identificando características comunes que permitan hacer comparaciones estructurales y mejorar el conocimiento de la situación de la raza. Esta caracterización no pretende sólo realizar una comparación o un análisis estadístico de los datos, sino que además, pretende aportar información interesante sobre aspectos sociales que influyan directamente a los ganaderos, así como las expectativas para la explotación de la raza Alcarreña. En este trabajo se analizaron los datos sociales y estructurales de las ganaderías.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron encuestas a la totalidad de ganaderos (n=12) de la asociación de criadores de ganado ovino alcarreño (AGRAL), integradas por varios apartados, que nos permitiera entre otras cosas, contar con una fuente de información amplia y global de dicho sector. Se analizaron diferentes variables agrupadas en los siguientes bloques: datos socio-culturales referidos a la situación personal del ganadero y su percepción del entorno que le rodea, superficies aprovechables para la alimentación de los rebaños, así como a su extensión, cantidad, ubicación y acondicionamiento de los recintos utilizados en el manejo de los rebaños, incidencia de mano de obra contratada en las explotaciones, el censo de la raza, así como la distribución de los efectivos en las explotaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos sociales

La edad media de los titulares está en los 52 años, similar a los datos obtenidos por Avellanet et al. (2005) en la raza Xisqueta y 10 años más envejecidos que los ganaderos de la raza manchega (Pérez-Guzmán et al., 2002). El 8,33 % de las ganaderías garantizan su continuidad en la siguiente generación, en la Rasa Aragonesa este porcentaje es del 54% (GTE Oviaragón, 2009) y en ovejas Xisquetas el porcentaje aunque pequeño también es superior a la Alcarreña, un 30% (Avellanet, 2002). Un 58,33 % de los ganaderos tienen hijos pequeños por lo que no saben si tendrán relevo generacional y el 33,33% aseguran que no lo tienen. Este hecho, junto con la edad avanzada de los ganaderos, dan unas expectativas de futuro negativas.

Los ganaderos alcarreños llevan de media 22 años con la explotación en muchos de los casos sus padres ya tenían rebaños de ovejas. Sólo en el 16,67% poseen ovejas en un periodo inferior de 10.

El 75% de los ganaderos reciben ayuda familiar, aunque de manera esporádica coincidiendo con las épocas de más trabajo, bien por el trabajo que acarrea en sí mismo el propio ganado o en periodos de recolección de los cultivos, ya que en el 91,66% de las explotaciones también se dedican a la agricultura.

El 91,67% de los titulares de las explotaciones aparte de a la explotación ovina, se dedican a la agricultura (cultivo de cereales, espliego, girasol, olivos) o se dedican al

mimbre (antigua industria de la zona). Además, algunos poseen negocios dedicados al sector servicios (bar, carnicería o kiosko), y cabe destacar que dos de los ganaderos encuestados son veterinarios.

Todos los ganaderos siempre han tenido alcarreñas en su explotación, valoran su rusticidad, su productividad y el pequeño formato de la raza que la hace más manejable y menos exigente en cuanto a la alimentación que otras. Otra razón importante por la que mantienen la raza alcarreña, son las subvenciones que reciben por el mantenimiento de razas autóctonas puras en peligro de extinción. En el 75% de las explotaciones, remarcan este aspecto como importante, siendo el motivo más citado por el que se mantienen los rebaños de alcarreñas.

También se preguntó a los ganaderos por las posibles carencias que presentan las ovejas Alcarreñas, en un 66,67% de las explotaciones están contentos con la raza y no destacan ninguna carencia; un 25% mencionó los bajos rendimientos y en 16,67% destacó los bajos resultados respecto a la prolificidad.

Territorio

Las explotaciones se encuentran en la comarca de la Alcarria, mayoritariamente en la provincia de Cuenca excepto una ganadería que pertenece a la provincia de Guadalajara. La superficie media por explotación es de 1.464 ha, está constituida fundamentalmente por pastos comunales con 1.315 ha de media. Los cultivos representan un 10,18% del total.

Instalaciones

La superficie media del total de las instalaciones es de 1.770 m², 1,82 naves por explotación, similar a los obtenidos por Avellanet (2002) en la raza Xisqueta. En lo referente a al suministro eléctrico, el 54,17% de las explotaciones obtienen la iluminación mediante grupos electrógenos; el 29,17% disponen de una instalación eléctrica convencional (en un 8,33% posee estos dos tipos de suministro eléctrico en sus explotaciones); un 8,33% dispone de placas solares y el 8,33% restante no tiene luz eléctrica en su explotación. Respecto a la variable de agua, el 100% de las explotaciones disponen de agua, aunque la procedencia de la misma varía, siendo de agua corriente (29,17%) y procedente de manantiales o fuentes naturales próximas (70,83%).

Tamaño de las explotaciones

La composición media del total de ovejas por rebaño es de 827 cabezas, superior al tamaño medio publicado para la Rasa Aragonesa (GTE Oviaragón, 2009), la Manchega (MARM, 2008), la Castellana (Alonso et al., 2001) o la Ripollesa (Milán y Caja, 1999), el número de machos por rebaño es de 23 cabezas, lo que supone 1 macho por 36 ovejas, superior ratio que el de la oveja Ripollesa (Milán y Caja, 1999). En el 25% de las explotaciones estudiadas los rebaños están sólo constituidos por ovejas alcarreñas puras, el resto mantienen ovejas que no son valoradas morfológicamente como miembros de la raza, resultado comparable con el obtenido por Avellanet et al. (2005) en la raza Xisqueta. La superficie forrajera total por cada oveja presente de la explotación es de 1,72 ha/oveja y de 2,31 m²/oveja en las instalaciones.

Mano de obra

Encontramos una media de 1,83 trabajadores por explotación que corresponden a 464 ovejas por cada uno, el 83,33% de las explotaciones disponen de mano de obra contratada. Muy diferente de lo que ocurre en las ganaderías de Rasa Aragonesa donde este porcentaje es del 19% (GTE Oviaragón, 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, E., González, M.C y Redondo P.A. (2001): *Análisis del manejo de la oveja de raza Castellana*. Archivos de Zootecnia, N° 50, pp.: 375-378.
- Avellanet R. (2002). *La raza ovina Xisqueta: estudio biométrico y caracterización estructural de las explotaciones*. Tesina de Investigación. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Avellanet R., Aranguren-Méndez J.A., y Jordana J. (2005). *La raza ovina Xisqueta en España: caracterización estructural de las explotaciones*. Animal Genetic Resources Information, 37: 21-29.
- GTE Oviaragón. (2009): *Situación del sector del ovino de carne en Aragón*. XXXIV Jornadas Científicas SEOC. Barbastro (Huesca).
- MARM (2008): *Anuario de Estadísticas Agronómicas*. MARM. 2008.
- Milán, M.J. y Caja, G. (1999): *Caracterización estructural de las explotaciones ovinas de Raza Ripollesa en Catalunya*. ITEA. Vol. 95ª N° 2, pp.: 91-107.
- Pérez-Guzmán, M.D.; Oliver, F.; Altares, S.; Gallego, R. y Montoro, V. (2002): *Evolución de algunas características socioeconómicas de las ganaderías de Raza Manchega en la comunidad autónoma de Castilla – La Mancha*. XXVII Jornadas Científicas de la SEOC. Valencia.

Agradecimientos:

Agradecemos la colaboración de los ganaderos de la Asociación de Ganaderos de ganado ovino Alcarreño AGRAL así como a los miembros de la Junta directiva.

CHARACTERISATION OF ALCARREÑA SHEEP FARMS. I.- SOCIAL AND STRUCTURAL DATA

ABSTRACT: A survey to sheep breeders belonging to the endangered breed Alcarreña herdbook has been carried on, to AGRAL association members. Average farmers' age is 52 years, and only 8,33% have a real possibility of continuity. So they have a difficult future. Territorial basis is high: 1315 ha as a medium value, 80% of it communal pastures used for grazing. Number of animals per farm is high if compared with similar breeds: 827 ewes, with 1.72 ha and 2.31 square meters inside per head. These are good conditions to manage properly. Each farm has 1.83 full-time farmers, most times salaried labour.

Keywords: Oveja Alcarreña, structure, social situation.

CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO OVINO DE RAZA ALCARREÑA. II.- PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.

García L., Palacios C., Alvarez S., Colmenar L.

Área de Producción Animal. Departamento de Construcción y Agronomía, Universidad de Salamanca. Avda. Filiberto Villalobos 119. 37007 Salamanca.
carlospalacios@colvet.es.

INTRODUCCIÓN

Debido a la escasa información existente sobre el sector ganadero de oveja Alcarreña el objetivo de este trabajo es obtener una tipología de estas explotaciones ovinas, identificando características comunes que permitan hacer comparaciones estructurales y mejorar el conocimiento de la situación de la raza. En este trabajo se analizaron los datos productivos, sanitarios y de comercialización de corderos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboraron encuestas a la totalidad de ganaderos (n=12) de la asociación de criadores de ganado ovino alcarreño (AGRAL), integradas por varios apartados, que nos permitiera entre otras cosas, contar con una fuente de información amplia y global de dicho sector. Se analizaron diferentes variables agrupadas en los siguientes bloques: sistemas reproductivos, sistemas productivos, gestión de alimentación y planes sanitarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Control reproductivo

El 25% de las explotaciones no realizan ninguna gestión reproductiva en su rebaño, mantienen los machos continuamente con las ovejas. El sistema reproductivo para el resto de ganaderías es el de 3 partos en dos años, en la raza Castellana el 90% de los ganaderos aplican este plan productivo (Alonso et al., 2001), los ganaderos de la raza Segureña utilizan este sistema en un 78,5% (Marín-Bernal, 2008) y el 71,67% en los ganaderos de la raza Xisqueta (Avellanet et al., 2005). En la raza Ripollesa la monta continua se realiza en un 70% de las explotaciones (Milán y Caja, 1999). El 25% de los ganaderos con raza Alcarreña utilizan algún método de sincronización de celos (esponjas con progestágenos o implantes de melatonina). Para conseguir su objetivo de tres partos en dos años, realizan 2,67 parideras al año de media. Los partos se concentran entre los meses de septiembre, junio y noviembre.

Alimentación

Todas las explotaciones utilizan el pastoreo conducido en pastos naturales durante todo el año y para el máximo de animales posibles, tan solo condicionado por las condiciones meteorológicas. Es decir es un sistema extensivo mayoritariamente.

Para realizar la suplementación nutricional necesaria, el 16,67% utiliza los recursos obtenidos en la propia explotación, el resto debe compaginar (59.17% de ellos) con los comprados en el exterior.

Cría de corderos

Los corderos se mantienen con la madre en lactancia natural hasta los 42,08 días de media con 12,92 Kg de peso vivo. En los corderos de raza Segureña, la edad media del destete es de unos 50 días con un peso medio de 14,45 kg (Marín-Bernal, 2008). En la raza Ripollesa raramente se realiza el destete antes del sacrificio, y los corderos

permanecen estabulados en casi todas las explotaciones hasta su venta (Milán y Caja (1999).

Pueden vender corderos como "lechazos" o cebarlos en la propia explotación o fuera de ella en cebaderos especializados. Respecto a la edad media a la venta es a los 52,67 días con una media de 17,42 kg de peso vivo, con un mínimo de 11 kg y un máximo de 27 kg. Si comparamos este peso con el peso medio del cordero a la venta en diferentes rebaños de España que oscila en 16,09 kg (MARM, 2008) podemos observar que la raza Alcarreña presenta un mayor peso medio a la venta que otros rebaños. En los corderos Segureños el peso de venta en vivo es de 22,66 kg (Marín - Bernal, 2008), Milán y Caja (1999) proponen en los corderos de raza Ripollesa una media de 23,3 kg en el peso venta. El peso de los corderos de raza Xisqueta al destete se situó alrededor de los 16 kg y el peso a la venta en torno a los 24,5 kg, mientras que la edad al destete fue de unos 52 días y la edad a la venta de unos 84 días (Avellanet et al., 2005).

Para el 66,67% la edad de venta coincide con la de destete, mientras que el resto, esperan un periodo entre 15 y 45 días, con una media de 31,75 días; hasta realizar la venta. En ese periodo de tiempo la ganancia de peso oscila entre 10 y 14 kg, con una media 13,5 kg. Esto supone una ganancia media diaria de 0,43 Kg/día desde el destete hasta la venta de los corderos.

Si se estudia el número de corderos dejados para reposición, el porcentaje de animales por rebaño está alrededor del 24,17% por año. La reposición en todas las explotaciones se realiza con corderas de la propia explotación, seleccionando aquellas que mejores condiciones presentan y también teniendo en cuenta el prototipo racial de la oveja alcarreña. La tasa de reposición de ovejas en diferentes rebaños de España oscila entre el 15 y el 20% (MARM, 2008); siendo una tasa menor que la presentada por la raza Alcarreña (24,17%). En ovejas Xisquetas (Avellanet et al., 2005) el porcentaje de reposición estaba en torno al 15,4% de los efectivos. En la Ripollesa el porcentaje de reposición es de 13,7% (Milan y Caja, 1999).

Sanidad

Estudiando la tasa media total de mortalidad adulta por año de las ovejas Alcarreñas, encontramos un porcentaje medio de 14,5%; si dicha tasa la comparamos con la tasa de mortalidad de ovejas adultas de Rasa Aragonesa que es de 4,5% (GTE Oviaragón, 2009) y con el raza Xisqueta que es del 9% (Avellanet, 2005), se puede observar que es superior la de las Alcarreñas. La mortalidad que muestra las ovejas adultas alcarreñas se puede deber a diferentes causas: muerte natural por vejez (9,17%); sacrificio por desvío (2,67%) o accidente (1,42%).

Estudiando la tasa media total de mortalidad de los corderos Alcarreños por año, encontramos un porcentaje medio de 9,83%; si dicha tasa la comparamos con la tasa de mortalidad de los corderos de Rasa Aragonesa que es de 1,18% (GTE Oviaragón, 2009), se puede observar una gran diferencia entre ambas como también ocurrió con la mortalidad de las ovejas adultas, siendo muy superior la de las Alcarreñas. En el caso de la raza Xisqueta la mortalidad de corderos está entorno al 9% (Avellanet, 2005) y de la raza Ripollesa, es de 11,7% (Milan y Caja, 1999).

Las causas de las bajas de los corderos son: diarreas (33,33% de las explotaciones); problemas pulmonares (8,33%), Pasteurella (8,33%), Scrapie (8,33%), muerte natural (16,67%), accidentes (8,33%) y diferentes problemas que no han sabido identificar (25%).

El porcentaje medio de abortos por explotación es del 2,42%, dato que coincide con el presentado por en ovejas de Rasa Aragonesa que es de 2,66% (Pardos et al., 2000) y el presentado por ovejas Xisquetas es del 3%.

Los ganaderos siguen el plan de saneamiento de las ADS en las que participan para lengua azul, pasteurella o basquilla, scrapie y visna. La desparasitación, que también se realiza en todas las explotaciones, dos veces al año.

En lo que se refiere al estado sanitario en brucelosis, las explotaciones se encuentran en estado M4, es decir, rebaños calificados como “oficialmente indemnes”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, E., González, M.C y Redondo P.A. (2001): *Ánalysis del manejo de la oveja de raza Castellana*. Archivos de Zootecnia, N° 50, pp.: 375-378.
- Avellanet R., Aranguren-Méndez J.A., y Jordana J. (2005). *La raza ovina Xisqueta en España: caracterización estructural de las explotaciones*. Animal Genetic Resources Information, 37: 21-29.
- GTE Oviaragón. (2009): *Situación del sector del ovino de carne en Aragón*. XXXIV Jornadas Científicas SEOC. Barbastro (Huesca).
- Marín-Bernal, A.M.; Navarro-Ríos M.J. y Puntas J. (2008): *Caracterización de las explotaciones ovinas segureñas en la zona geográfica de la IGP “Cordero de las Sierras de Segura y la Sagra” en España*. XXXIII Jornadas Científicas de la SEOC. Almería.
- Marm (2008): *Anuario de Estadísticas Agronómicas*. MARM. 2008.
- Milán, M.J. y Caja, G. (1999): *Caracterización estructural de las explotaciones ovinas de Raza Ripollesa en Catalunya*. ITEA. Vol. 95ª N° 2, pp.: 91-107.
- Pardos Castillo, L; Maza Rubio, M.T. y Fantova Puyalto, E. (2007): *Influencia de la prolificidad en explotaciones ovinas de carne de raza Rasa en Aragón*. Archivos de Zootecnia, 56 (215): 363-366.
- Sanchez- Belda, A y Sánchez Trujillano M.C. (1986): *Razas ovinas españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Agradecimientos:

Agradecemos la colaboración de los ganaderos de la Asociación de Ganaderos de ganado ovino Alcarreño AGRAL así como a los miembros de la Junta directiva.

CHARACTERISATION OF ALCARREÑA SHEEP FARMS. II.- PRODUCTION AND MARKETING

ABSTRACT: A survey to sheep breeders belonging to the Alcarreña herdbook has been carried on in order to know productive and sanitary characteristics. 25% of them do not make any reproductive control, and the others use a lambing system with 3 lambings in 2 years, with 2.67 calving seasons every year. The feeding has an extensive basis, with a supplementary ration besides their natural resources. The weaning is 42 days after birth with a medium weight of 13 kg. At selling, the medium age is 52.67 days and with 17.42 kg of live weight. Adult mortality rate is 14.5% per year, and this is high if compared with other similar breeds. In lambs, mortality is 9.83%, and abortion rate per farm is 2.42%..

Keywords: Alcarreña sheep, production management, health.

CARACTERIZACIÓN CENSAL DEL SECTOR OVINO DE APTITUD CÁRNICA EN COMARCA GANADERA “LOS PEDROCHES II” (CÓRDOBA). EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES

Villegas JR¹, Arrebola FA²

¹OCA Pedroches II, C/ Juan XXIII, sn. Hinojosa del Duque (Córdoba).

²IAPA Centro de Hinojosa. Crta El viso, km15. Hinojosa del Duque (Córdoba).
juanr.villegas@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento del ganado ovino en España juega un papel estratégico en el aprovechamiento agro-silvo-pastoral propio de la dehesa o de sistemas ganaderos afines, favoreciendo el aprovechamiento de los recursos naturales en regiones desfavorecidas y de montaña, con escasas probabilidades de alternativas económicas, y contribuye al mantenimiento de pastos permanentes, que además es un requisito introducido en la reforma de la PAC. Independientemente de lo anterior, la reestructuración en la que se encuentra inmerso el sector asociado a la elevada edad de los productores y a la falta de rentabilidad de las explotaciones, hace que éste sea especialmente sensible a los cambios en el sistema de concesión de ayudas, aparición de patologías emergentes como la Lengua Azul, o situaciones desfavorables en los mercados de consumibles de alimentación animal.

En Andalucía, la Producción Ganadera representa un 15% de la Producción Final Agraria, suponiendo el sector ovino el 1,77% de la misma (IAE, 2010), lo cual es indicativo del bajo impacto económico del anterior. Los datos censales relativos al año 2009-2010, reflejan un total de 3.029.962 cabezas ovinas repartidas entre las 8 provincias, destacando Córdoba con 873.674 cabezas (IAE, 2010).

Conocer la evolución censal, en cuanto a explotaciones y efectivos en los últimos 6 años nos puede indicar las tendencias de este sector, y los efectos que sobre el mismo han tenido las coyunturas económicas, sanitarias y políticas, para poder tomar decisiones en un futuro que aseguren su viabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

En relación a la zona de estudio (Oficina Comarcal Agraria “Pedroches II” -OCA de aquí en adelante-), ésta se encuentra ubicada al norte de la provincia de Córdoba, y está constituida por los términos municipales de Hinojosa del Duque, Belalcázar, Fuente la Lancha, Villanueva del Duque, Villaralto y El Viso –un total de 1310,6 km²-. Es una zona adehesada con un censo ovino muy importante, cerca del 6,8% del censo de Andalucía, contando en julio de 2010 con un total de 5.018 machos y 166.401 hembras (SIGGAN, 2010), fundamentado en sistema de explotación extensivo orientado a una producción cárnica de ganado rústico de tronco merino.

Los datos se obtuvieron del Sistema Integrado de Gestión Ganadera (SIGGAN), base de datos empleada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, para la gestión del sector ganadero andaluz. Proviene de un total de 6 anualidades (entre el año 2005 y 2010), e incluyen nº de explotaciones, censos de ovino en sus diferentes categorías (machos reproductores, hembras reproductoras, no reproductores menores de 4 meses, no reproductores de entre 4 y 12 meses (animales de reposición) y animales de cebo). Los animales de cebo sólo se cuantifican en explotaciones destinadas a este fin (precebo y cebaderos).

La recogida de la información se llevó a cabo con fecha de 1 de julio de cada uno de los años objeto de estudio, ya que el mes de agosto es coincidente con la finalización del periodo de retención de las ayudas PAC (aplicable hasta el año 2009). Se realizó la codificación de las variables y posteriormente mediante el programa estadístico

Statistic for Windows 6.0, se aplicaron análisis de estadística descriptiva y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran unos valores censales máximos en el año 2006 con 269.107 animales, mientras que los valores inferiores fueron obtenidos en el año 2010 con 204.452 animales, existiendo un descenso sostenido, de un total de 24,15% desde 2006 a 2010 (figura 1). Referente al número de machos, el valor máximo se obtuvo en 2006 con un total de 5.923, mientras que el mínimo se obtuvo en el año 2010 contabilizándose un total de 5.018 animales en este año (figura 2). Tendencia similar se observa en la evolución censal de las hembras reproductoras, ya que el valor máximo vuelve a alcanzarse en el año 2006 con un total de 201.862 animales, mientras que el mínimo se produce en 2010 con un total de 166.401 animales en este año (figura 1). Los datos relativos a la reposición, reflejan un valor máximo alcanzado en 2006, con un total de 17.012 animales, mientras que el valor inferior se obtiene en 2010 con 8.862 animales (figura 2). Respecto al cebo, el valor máximo de animales se alcanza en 2007 con 10.196, mientras que el mínimo se obtiene en 2005 con 928 (figura 2). Por último, y en relación a los corderos menores de 4 meses, el valor máximo se obtiene en 2006 con 39.350 animales, mientras que el mínimo se contabiliza en 2009 con 16.792 animales (figura 2).

En el estudio de correlaciones, se obtuvo significación estadística ($p < 0.05$) en las correlaciones año con el nº de machos y hembras, así como del censo total con el nº de machos y hembras, censo total con el nº de animales entre 4 y 12 meses y por último entre el nº de machos y nº de hembras. Al comparar nuestros datos con la evolución de censos globales ovinos a nivel nacional, el ascenso de 2006 no sucede, pero la tendencia global a la baja sí se da, habiéndose encontrado una correlación significativa ($p < 0,05$) entre ambos datos.

En conclusión, resulta alarmante el descenso de cabezas desde el año 2006, este hecho se puede explicar porque en este año apareció en Córdoba el primer brote de lengua azul serotipo 1 (años 2006 y 2007), con las bajas de enfermedad y sacrificio obligatorio derivados del mismo. Asimismo el cambio en el sistema de aplicación de ayudas comunitarias (a partir del año 2009), que actualmente se perciben por un sistema desacoplado a la producción, en las que el productor no precisa del mantenimiento de un número de animales determinado para el pago de las mismas ha resultado un factor a considerar en el descenso de censos. También está siendo determinante en la bajada del número de animales la gran fluctuación en el precio del cordero así como un notorio incremento en los costes de la alimentación (figura 3), lo que unido en muchos casos a una deficiente estructura empresarial ha supuesto un impedimento al desarrollo del sector, como reflejan los datos de renta agraria del sector ovino (figura 3), teniendo en cuenta la necesidad de adaptación a las normas europeas (sanidad y calidad) y la demanda de unas mejores condiciones de trabajo y de nivel de vida por parte del ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto Andaluz de Estadística, 2010. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Junta de Andalucía. <http://www.iea.junta-andalucia.es/>.
- MARM, 2009. Caracterización del sector ovino y caprino en España. Año 2009. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. <http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html>.
- Sistema Integrado de Gestión Ganadera de Andalucía (SIGGAN), 2010. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. <http://www.cap.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/ganaderia/produccion-animal/identificacion-registro-y-gestion-ganadera/siggan.html>

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por PP.TRA.TRA2010.5 y fondos FEDER. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía ha cedido las bases de datos SIGGAN.

Figura 1 . Censos total y hembras.

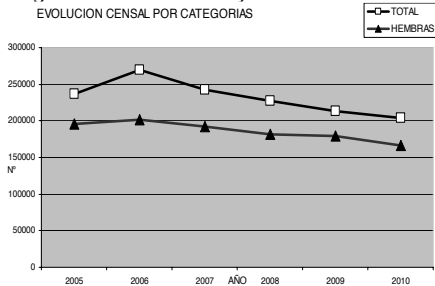


Figura 2. Censos machos, NR y cebo

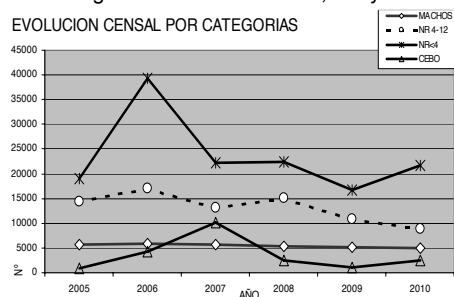
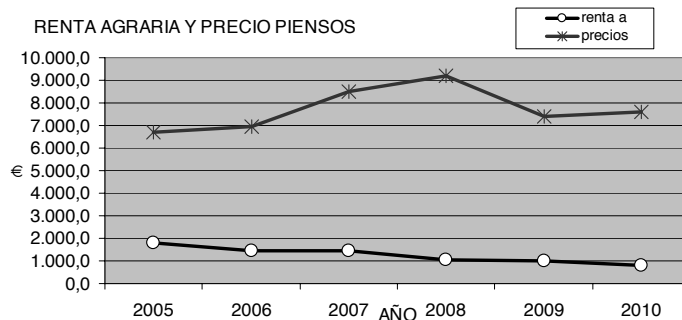


Figura 3 . Grafica de renta agraria y precios de pienso



CENSUS CHARACTERISTICS OF SHEEP MEAT SECTOR IN ZONE OCA "THE PEDROCHES II" LAND OF THE PEDROCHES (CORDOBA). DEVELOPMENT AND LOCATION OF FARMS

ABSTRACT: The present study aimed to understand the evolution of the census, in terms of system operations in an OCA Zone, with 5,018 rams and 166,401 ewes in July 2010, accounting for about 6.8% of the census of Andalusia, and correlate this evolution to the economic and health situations which affect sheep.

Data from a total of 6 installments (between 2005 and 2010), and included the number of farms, census of sheep in different categories (males, females, no breeding youngers than 4 months, and between 4 and 12 months and bait animals).

The study indicates that there has been a significant decrease of census from 2006 to 2010 (24.15%), this fact can be explained by the appearance in the study area of two successive outbreaks of bluetongue serotype 1 (years 2006 and 2007). Also the change in the system implementation of EC subsidies (decoupled from 2009) and the large fluctuation in the price of lamb with a sharp increase in feed costs is to be decisive in the fall in the number of animals.

Keywords: Sheep, population.

FACTORES QUE AFECTAN A LA VARIABILIDAD DE PESO Y DE CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO Y AL DESTETE DE OVEJAS DE RAZA OJINEGRA EN CONDICIONES PRODUCTIVAS.

Ripoll-Bosch¹, R., Villalba², D., Blasco¹, I., Casasús¹, I., S. Congost³, F. Faló⁴ R. Revilla³, Joy¹, M.

¹CITA-Aragón, Av. Montañana, 930, Zaragoza ²ETSEA-UdL, Av. Rovira Roure 191, Lleida ³CTA-Aragón, Apdo. 617, Zaragoza. ⁴AGROJI, Molinos (Teruel). rripoll@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En el afán por conservar y utilizar razas ganaderas locales es indispensable conocer su potencial genético y caracterizar el sistema productivo. La mayoría de razas locales no disponen de datos productivos reales y la comparación con otras razas se hace muy difícil (Oldenbroek, 2007), lo que puede conllevar que la toma de decisiones se realice sin un buen conocimiento de la capacidad productiva del animal. La comparación entre explotaciones suele hacerse mediante resultados económicos y pocas veces se profundiza a nivel de parámetros productivos, ya que para ello es necesario tener un buen conocimiento de la capacidad de producción de la raza. En 1984, Arrufat llevó a cabo un estudio de crecimiento de corderos en la raza Ojinegra. Sin embargo, los datos productivos de las ovejas pueden variar con el tiempo debido a los posibles cambios estructurales. El objetivo del presente estudio era la caracterización de la raza ovina Ojinegra de Teruel a nivel de peso vivo y condición corporal en el parto y en el destete. Además, se cuantificó la variabilidad existente entre las distintas explotaciones ganaderas, dado que los sistemas ganaderos basados en el pastoreo suelen ser muy heterogéneos. Para ello se contó con la colaboración de la asociación de ganaderos de la raza (AGROJI).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos se obtuvieron mediante controles periódicos en 8 explotaciones representativas e integrantes de AGROJI, desde finales de 2007 y a lo largo de 2008.

El sistema de explotación habitual es semi-extensivo, en el que el rebaño vacío y gestante pasta y los animales en lactación permanecen estabulados con los corderos y reciben alimentación en pesebre (cereal y/o concentrado más paja) (Ripoll et al., 2010). El área geográfica en la que se ubica se caracteriza por presentar unas temperaturas extremas (mín de -12,0°C y máx de 39,9°C en 2008) y una pluviometría escasa (400 mm en 2008). Consecuentemente, la disponibilidad de recursos pastables es exigua y muy estacional, siendo necesario un aporte alimenticio en aprisco cuando el pasto es insuficiente.

De un total de 4364 ovejas se obtuvieron 9545 registros de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) al parto (p) y destete (d): 2556 PVp, 2120 PVd, 2662 CCp y 2207 CCd. Se calculó: la variación (v) de PV y CC durante el periodo de lactación. Se conocía: la edad de la oveja, el tipo de parto (simple/doble), la época de parto (invierno, primavera, verano, otoño) y la explotación (n=8).

Los datos de PV y CC fueron analizados mediante el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS aplicando un modelo mixto: $y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \zeta_k + \gamma_l + \eta_m + \varepsilon_{ijklm}$; donde y_{ijklm} es la variable dependiente explicada por la media (μ), los efectos fijos: α_i la edad de la oveja; β_j la época de parto; ζ_k el sexo del cordero; γ_l el tipo de parto, el efecto aleatorio del ganadero (η_m); y ε_{ijklm} el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PV al parto, al destete y su variación durante la lactación estuvo influido por la edad de la oveja y la época de parto ($p < 0,05$), mientras que el sexo del cordero o el tipo de parto no influyó. De la varianza total, la explotación explicó casi el 50% en el PV al parto, porcentaje que se redujo en el PV al destete y en la variación del PV (Tabla 1).

En cuanto a la edad en el momento del parto, el PV más bajo correspondió a las borregas, debido a que aun no han alcanzado el peso adulto, en torno a 5 kg superior. Las ovejas de segundo parto presentaron un PV superior al de las borregas pero significativamente inferior a las ovejas adultas de más de 3 años ($p < 0,05$; Tabla 1). El mayor PV al parto se registró en ovejas de entre 3 y 5 años de edad y disminuyó a edades superiores. Al destete, el PV siguió la misma tendencia, excepto que en este caso no se observaron diferencias a partir de los tres años de edad. En cuanto a la variación de PV durante la lactación, ésta fue más

severa en las ovejas de 3-5 años y menor en el resto, posiblemente porque a esa edad las ovejas son capaces de movilizar más reservas y producir más leche.

La época de parto también influyó en el PV ($p<0,05$). En verano se obtuvo el PV más elevado, tanto al parto como al destete y con la menor variación de peso entre ambos. Unas temperaturas moderadas junto con una buena pluviometría a principios de verano permitieron una mayor disponibilidad de pasto en esa época. Este mejor estado nutricional se refleja incluso en unos mayores crecimientos de los corderos en lactación en esta época (Ripoll et al., 2010). Por el contrario, el menor PV al parto se registró en invierno, época de escasa precipitación. Al destete, el menor PV ocurrió en primavera, que también mostró la mayor variación de PV entre parto y destete.

Al analizar los resultados de CC, contrariamente a lo esperado se observó un incremento durante del periodo de lactación, y únicamente una de las explotaciones experimentó una ligera pérdida. Determinar las causas de esta tendencia es difícil pues intervienen multitud de factores ajenos al diseño experimental. Entre estos múltiples factores cabe destacar un posible aporte alimenticio excesivo durante la lactación y/o a una baja producción lechera que suscita una mínima movilización de las reservas corporales.

Como sucedió con el PV, la CC también se vio afectada por la edad de la oveja, por la época de parto y por la explotación. Además, el tipo de parto también afectó a la CC en el momento del parto y a la variación de CC durante la lactación.

El efecto que tuvo la explotación sobre la variabilidad del parámetro CC se estimó alrededor del 20%, tanto al parto, como al destete, como en la variación de CC entre ambos (Tabla 1).

La edad de la oveja afectó a la CC al parto y al destete del mismo modo ($p<0,05$): las ovejas de entre 3 y 5 años de edad presentaron el mejor estado de reservas corporales y las mayores de 5 el peor. El mayor incremento de la CC se observó en las primiparas y en las mayores de 5 años. Las borregas, aún en fase de desarrollo y crecimiento, favorecieron el depósito frente a la movilización de reservas y tejidos. En cuanto a las ovejas mayores de 5 años (entre 6 y 11 años) pudo deberse a una menor producción de leche y una disminución de las necesidades, lo cual liberaría nutrientes para el acúmulo de reservas.

La época de parto también determinó la CC de las ovejas ($p<0,05$). Al parto, la CC más elevada coincidió con las estaciones de invierno y verano, siendo las de primavera y otoño las que presentaron peor puntuación (2,61 vs. 2,50). Estas puntuaciones podrían explicarse por las particularidades meteorológicas del año y las condiciones de manejo. La lluvia se acumuló a finales de primavera, limitó la disponibilidad de pasto en esa estación y la aumentó en verano. En cuanto a manejo, el rebaño gestante suele recibir un aporte alimenticio suplementario en invierno y en verano para paliar la escasez de recursos naturales, permitiendo mantener e incluso aumentar el estado de reservas de los animales si dicho aporte superase las necesidades energéticas. Al destete, las ovejas de mayor CC fueron las paridas en invierno y otoño, mientras que las de primavera y verano registran valores inferiores (2,82 vs. 2,65). Las mayores variaciones de CC durante la lactación ocurrieron en otoño e invierno y las menores en primavera y verano. En otoño se consiguió un incremento notable de la CC probablemente por el suministro de alimentación en el pesebre que estuvo por encima de las necesidades de producción de leche.

La variación de CC durante la lactación también vino condicionada por el tipo de parto ($p<0,05$), pero contrariamente a lo esperado, las ovejas de parto doble consiguieron un incremento mayor de CC. La cría de corderos en rebaño favorece el hurto de leche, lo que puede diluir el efecto del tipo de parto. Además, el tipo de parto no siempre corresponde con los corderos finalmente criados por la madre.

El factor explotación tuvo un efecto determinante en la variabilidad de los resultados, llegando a explicar hasta casi el 50% de la variación en algún parámetro. Eso significa que, por ejemplo, al comparar la diferencia entre el mayor PV al parto y el menor según la época de parto se observa una variación de 4,5 kg (invierno; 41,2 kg vs. verano; 45,7 kg). Sin embargo, cuando se compara el PV al parto entre ganaderías, el menor peso es de 38,6 kg y el mayor alcanza 49,4 kg, lo que supone unas diferencias de hasta 10,8 kg, mucho mayores que las ligadas a la época de parto. En la comparación de la CC al parto por época de año hay unas diferencias de 0,14 puntos (verano; 2,62 vs. otoño; 2,48). La variación observada entre ganaderías puede suponer hasta 0,48 puntos (2,26 vs. 2,74). Esto demuestra que el factor ganadería juega un papel primordial en el análisis de los rendimientos y por tanto debe considerarse en el diseño de ensayos de caracterización

productiva de las razas. Dos motivos principales podrían explicar la heterogeneidad existente entre explotaciones: 1) el manejo técnico del rebaño; 2) una gran variabilidad genética propia de la raza por falta de un esquema selección definido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Arrufat, A. 1982. Aportación al estudio de la Raza Ojinegra. Tesis doctoral. • Oldenbroek, K (Ed.). 2007. "Utilisation and conservation of farm animal genetic resources". Wageningen Academic Publishers. Wageningen, The Netherlands. • Ripoll R., et al. 2010. FEAGAS, 35: 102-111.

Agradecimientos: El presente estudio se enmarca dentro de un proyecto INIA-PET2006-06-C03. Deseamos agradecer a todos los ganaderos que han participado en este proyecto.

Tabla 1. Efecto de la edad de la oveja, de la época de parto, del sexo del cordero y del tipo de parto sobre el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) en el momento del parto (p), del destete (d) y su variación (v) a lo largo de la lactación.

Efecto	Categoría	Peso vivo (PV)						Condición corporal (CC)					
		Parto		Destete		Variación		Parto		Destete		Variación	
		PVp	S ¹	PVd	S ¹	PVv	S ¹	CCp	S ¹	CCd	S ¹	CCv	S ¹
Edad de la oveja	1	39,5±1,5	d	38,8±1,2	c	-0,4±1,6	b	2,54±0,07	b	2,74±0,07	ab	0,23±0,06	a
	2	42,2±1,5	c	41,3±1,2	b	-1,1±1,6	ab	2,57±0,07	b	2,74±0,07	b	0,16±0,06	b
	3-5	46,1±1,4	a	44,8±1,2	a	-1,4±1,5	a	2,65±0,07	a	2,80±0,07	a	0,19±0,06	ab
	>5	45,2±1,4	b	44,4±1,2	a	-0,9±1,5	b	2,46±0,07	c	2,65±0,07	c	0,22±0,06	a
Época de parto	Invierno	41,2±1,5	d	41,4±1,2	b	0,4±1,6	c	2,60±0,07	a	2,81±0,07	a	0,24±0,06	b
	Primavera	43,7±1,5	b	40,1±1,2	c	-3,1±1,6	a	2,51±0,07	b	2,64±0,07	b	0,09±0,06	c
	Verano	45,7±1,5	a	45,6±1,2	a	-0,1±1,5	d	2,62±0,07	a	2,66±0,07	b	0,09±0,06	c
	Otoño	42,5±1,5	c	42,1±1,2	b	-1,1±1,6	b	2,48±0,07	b	2,82±0,07	a	0,38±0,06	a
Sexo	Macho	43,3±1,4		42,4±1,2		-0,9±1,5		2,55±0,07		2,72±0,07		0,19±0,06	
	Hembra	43,2±1,4		42,2±1,2		-1,0±1,5		2,55±0,07		2,74±0,07		0,21±0,06	
Tipo de parto	Simple	43,1±1,4		42,0±1,2		-1,1±1,5		2,62±0,07	a	2,74±0,07		0,14±0,06	b
	Doble	43,4±1,5		42,6±1,2		-0,8±1,6		2,49±0,07	b	2,72±0,07		0,26±0,06	a
Explotación ²		47,8 %		29,2 %		15,1 %		20,7 %		21,8 %		19,0 %	

¹S=Significación. Dentro de cada efecto, letras distintas entre categorías denota significación estadística (p<0,05).

² % de la variación total explicada por el efecto aleatorio Explotación.

FACTORS AFFECTING LIVE WEIGHT AND BODY CONDITION SCORE AT LAMBING AND WEANING OF OJINEGRA SHEEP IN COMMERCIAL FLOCKS

ABSTRACT: For conservation and utilization of livestock local breeds is necessary to characterize and quantify both productive system and genetic potential of the breed. Profitability of farm production is always studied under economic parameters, but hardly under productive. A study was carried out to determine factors affecting live weight (LW) and body condition score (BCS), both at partum and at weaning, of the Ojinegra sheep breed under productive conditions. LW and BCS at partum, at weaning and its variation were influenced by the age of the animal, by the season of parturition, and by the farm (p<=0.05). BCS was also affected by birth rate, but only at partum and the variation of BCS along lactation (p<0.05). The farm itself was a determinant factor, representing up to 48% of variability in some parameters. Variation among farms might be explained both by management particularities and/or herd genetic heterogeneity.

Key words: Characterization, Farm variability, Ojinegra sheep breed.

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA CARNE DE CORDERO EN ESPAÑA A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA: UNA COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS PRODUCTIVOS.

R. Ripoll-Bosch¹, I.J.M. de Boer A². Bernués¹, T. Vellinga³

¹CITA-Aragón. Avda Montañana, 930. 50059 Zaragoza (Spain); ²Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research Centre, P.O. Box 338, 6700 AH Wageningen (The Netherlands) ; ³Wageningen UR Livestock Research, Wageningen University and Research Centre, PO Box 65, 8200 AB Lelystad (The Netherlands).

rripoll@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de "Livestock's long Shadow" (Steinfeld et al., 2006) se ha intensificado notablemente el debate público y científico sobre el impacto de la ganadería en el medioambiente. El sector ganadero compite cada vez más por unos recursos escasos y genera impactos diversos sobre el aire, el agua y el suelo. Entre estos, cobran especial relevancia los gases de efecto invernadero (GEI), causantes del cambio climático. No obstante, los sistemas de producción ovina se caracterizan genéricamente por ser extensivos, fuertemente ligados a áreas naturales, y desempeñan una reconocida multifuncionalidad económica, social y medioambiental que a menudo se desarrolla en zonas rurales marginales (De Rancourt et al., 2006). En España, el 87% del ovino se localiza en zonas desfavorecidas. Sin embargo, existen amplias diferencias en cuanto al uso de insumos, uso de tierra y resultados productivos. El objetivo de este estudio fue el de evaluar las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de tres sistemas de explotación ovina para la producción de carne de cordero en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se simularon tres sistemas de producción ovina representativos y diferenciados según su grado de intensificación reproductiva, el uso de la tierra y el manejo del pastoreo (Tabla 1):

1. Pastoreo : sistema de montaña con manejo reproductivo tradicional (un parto al año); rebaño con pastoreo libre y estabulación durante la lactación.
2. Mixto cereal-ovino: sistema de media montaña con manejo reproductivo intensivo (tres partos en dos años); pastoreo diario dirigido y estabulación durante la noche y el periodo de lactación.
3. Intensivo : sistema en zona semi-árida con regadío y manejo reproductivo muy intensivo (cinco partos en tres años); estabulación permanente.

El Life Cycle Assessment (LCA) es un método estandarizado para evaluar el impacto medioambiental de un producto a lo largo del ciclo de vida de forma holística. Permite determinar el uso de recursos, los impactos medioambientales e identificar de los puntos críticos (Cederberg y Mattson, 2000; Thomassen y De Boer, 2005). El término ciclo de vida hace referencia a la necesidad de considerar el producto desde la extracción de las materias primas ("cuna") hasta su uso y eliminación ("tumba"), contabilizando todos los pasos intermedios de producción y el transporte requerido.

Se cuantificaron las emisiones de los tres GEI más relevantes de la actividad agraria: dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂) y metano (CH₄). El valor de potencial de calentamiento para convertir CH₄ y NO₂ a CO₂ equivalentes (CO₂eq) fueron 25 y 298 respectivamente. La unidad funcional del producto es 1 kg de carne de cordero y se consideró un peso medio de sacrificio de los corderos de 22 kg y un rendimiento canal del 50%.

Los cálculos de las emisiones se basan en las directrices del IPCC (2006), nivel Tier 2 para todos los cálculos y valores. El análisis de inventario se realizó mediante estadísticas de la FAO (FAOSTAT, 2010), el anuario nacional de estadística (MARM, 2009), bases de datos de alimentos y pastos (Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal y Sociedad Española para el Estudio de los Pastos), revistas científicas, publicaciones nacionales y encuestas directas a ganaderos. Las características de los tres sistemas se presentan en la Tabla 1.

Para los cálculos se construyó un modelo en MS Excel que permite representar los sistemas productivos de forma simplificada en cuatro módulos: i) estructura y parámetros técnicos del

rebaño; ii) producción del alimento (tanto el producido en la explotación como el comprado fuera); iii) composición de la dieta; iv) manejo del estiércol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los resultados preliminares de las emisiones de GEI para los tres sistemas de producción ovina en CO₂eq y la contribución del CH₄, N₂O y del CO₂ al total de emisiones (en %). La cantidad total de GEI emitidos por el sistema en pastoreo, el mixto y el intensivo fue de 202, 357 y 1021 t de CO₂eq por explotación respectivamente.

El potencial de calentamiento global (GWP) sigue una tendencia opuesta al proceso de intensificación: a mayor intensificación de la producción, menor emisión de CO₂eq por kg de producto. Múltiples factores podrían explicar este resultado, pero la productividad juega un papel determinante, dado que el impacto es referido a la producción final de carne.

Las comparaciones directas entre estudios suelen desaconsejarse, por posibles diferencias en la metodología analítica o de los límites del sistema. Aun así, en un estudio producción de cordero del Reino Unido que consideraba sistemas similares, obtuvieron valores de emisiones de GEI de entre 8.1 y 143.5 kg de CO₂eq por kg de peso vivo (Edwards-Jones et al., 2009). Nuestros resultados presentan una variabilidad menor (19.5 a 28.4 kg de CO₂eq por kg de peso vivo) y se encuentran dentro de ese rango. En otro estudio del Reino Unido, Williams et al., (2006) atribuyen 17.5 y 10.1 kg de CO₂eq por kg de carne de cordero producida en un sistema convencional y ecológico respectivamente.

De Vries y De Boer (2010) compararon el GWP de diversos productos ganaderos. Para la producción de carne, las diferencias en emisiones se explicaron básicamente por tres factores: eficiencia de conversión del alimento, diferencias en la emisión de CH₄ entérico entre monogástricos y ruminantes y diferencias en la tasa de partos. Según estos autores, un kg de carne de vacuno resultaría entre 14 y 32 kg de CO₂eq. En nuestro caso, las mayores emisiones de GEI atribuidas a los sistemas de producción ovina podrían explicarse por la baja productividad del ovino, los altos costes fijos en términos de necesidades de mantenimiento y la baja calidad de la dieta.

Sin embargo, la dimensión medioambiental de la producción ovina no está restringida a la emisión de GEI. Los sistemas ganaderos basados en el pastoreo ofrecen externalidades positivas, como la conservación de la biodiversidad (Henle et al., 2008) y los paisajes culturales (Plieninger, 2006), la prevención de incendios forestales en zonas mediterráneas (Kramer et al., 2003), etc. Estos servicios ecosistémicos a menudo conllevan un coste asociado, no solo en términos económicos (sistema de bajos insumos y baja productividad), sino también en términos de emisiones. Por tanto, se hace necesario evaluar dichos servicios e integrarlos en los marcos de evaluación de impacto medioambiental.

Por último, cabe mencionar que el ovino tiene la capacidad de valorizar los recursos naturales renovables que no compiten con la nutrición humana y que no disponen de un uso alternativo. Esta ventaja supone una debilidad cuando se analiza el sistema productivo desde una perspectiva de la emisión de GEI, ya que las dietas de menor calidad suponen mayores emisiones. Las sinergias y tensiones existentes entre las distintas dimensiones ambientales de la producción animal (y entre los factores de sustentabilidad económica, social y medioambiental) ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar metodologías analíticas holísticas para evaluar todos los aspectos de la sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cederberg, C., Mattson, B., 2000. *Journal of Cleaner Production* 8, 49-60.
- De Rancourt, M., et al. 2006. *Small Ruminant Research* 62, 167-179.
- De Vries, M., de Boer, I.J.M., 2010. *Livestock Science* 128 (1-3), 1-11.
- Edwards-Jones, G., et al. 2009. *The Journal of Agricultural Science*, 147, 707-719.
- FAOSTAT. 2010. Food and Agriculture Organization Statistical Database: <http://faostat.fao.org>.
- Gerber, P., et al. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 94.
- Henle, K., et al. 2008. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 124, 60-71.
- IPCC., 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES.
- Kramer, K., et al. 2003. *Forest Ecol. Manag.* 181, 205-222.
- MARM, 2009. Anuario de Estadística 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica, Subdirección General de Estadística. Madrid, Spain, p. 1150.
- Plieninger, T., et al. 2006. *Environmental science & policy* 9, 317-321.
- Steinfeld, H.,

et al. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 390. • Thomassen, M.A., De Boer, I.J.M., 2005. Agriculture, Ecosystems and Environment 111, 185– 99. • Williams, A. G., et al. 2006. Defra Research Project IS0205. Cranfield University and Defra. Bedford, UK. p. 97.

Tabla 1. Estructura de la explotación, detalles del rebaño e insumos.

		Pastoreo	Mixto	Intensivo	
EXPLOTACIÓN	Uso de la tierra de la explotación (ha)	110	190	9	
	Cultivos agrícolas (ha)	-	80	9	
	Cultivos forrajeros (ha)	-	10	-	
	Pastos y praderas (ha)	10	-	-	
	Bosque y matorral (ha)	100	100	-	
EXPLOTACIÓN	Uso de tierra, comunales (ha)	750	500	-	
	Bosque y matorral (ha)	250	500	-	
	Pastos de puerto (ha)	600	-	-	
REBAÑO	Raza	Churra Tensina	Rasa Aragonesa	Salz	
	Tamaño de rebaño (ovejas)	350	550	1200	
	Corderos vendidos por año	296	631	2759	
	Peso medio de venta del cordero (kg)	22	22	22	
	Pastoreo (% anual del tiempo destinado)	90	25	0	
INSUMOS	Energía	Combustible (l)	565	3150	9850
		Electricidad (kw/h)	-	-	738
	Fertilizantes	Nitrógeno (kg N/año)	-	920	2700
		Fósforo (kg P/año)	-	788	2250
		Nitrógeno orgánico (kg N/año)	360	-	-
	Pesticidas	Pesticidas (kg/año)	-	-	1

Tabla2. Emisiones de GEI (CO₂eq/kg) por peso vivo o carne y contribución (%) del CH₄, CO₂ y N₂O al total de emisiones.

	Kg peso vivo (CO ₂ eq / kg)	Kg carne (CO ₂ eq / kg)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ O (%)
Pastoreo	28.4	56.7	57.0	9.5	33.5
Mixto	24.3	48.5	56.7	20.8	22.6
Intensivo	19.5	38.9	59.4	29.1	11.5

GREENHOUSE GAS EMISSIONS ALONG THE LIFE CYCLE OF SPANISH LAMB-MEAT: A COMPARISON OF THREE PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT: The livestock sector increasingly competes for scarce resources and has a severe impact on air, water and soil. There are few studies that compare the environmental impacts of different sheep production systems, in particular in terms of greenhouse gas (GHG) emissions. We used Life Cycle Assessment (LCA) to evaluate GHG emissions of three contrasting meat-sheep farming systems in Spain, which differ in their degree of intensification (reproduction rate, land use and grazing management) and location. The GHG emissions of these systems varied from 19.5 to 28.4 kg CO₂eq per kg live-animal, or 38.9 to 56.7 kg CO₂eq per kg lamb-meat. The lowest value corresponded to the most intensive system and the highest to the less intensive pasture-based livestock system, which however also provided several ecosystems services that should be considered when assessing the environmental impact of livestock production in a holistic manner.

Keywords: Lamb meat – Greenhouse Gases – Life Cycle Assessment.

VALORACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA AL CONTROL LECHERO DE OVINO

Ait-Saidi, A., Caja, G., Milán, M.J. y Salama, A.A.K.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

El control lechero necesita vincular la identificación individual (ID) de cada animal a sus datos de producción, lo que es una tarea costosa y sometida a errores. Una de las ventajas de la identificación electrónica (e-ID) por radiofrecuencia, es que permite la adquisición automática de la ID, mediante el uso de lectores fijos o portátiles, así como la posterior gestión de los datos de ID y de producción de forma conjunta.

El Reglamento CE 21/2004 (RD 947/2005, modificado por RD 1486/2009), establece la obligatoriedad de la doble ID del ovino y caprino a partir de 6 meses de edad mediante el uso de un crotal oficial y de otro dispositivo, a determinar por cada estado de la UE. Este dispositivo debe ser electrónico (inyectable, crotal o bolo ruminal) si el país supera los 600.000 ovinos y/o caprinos, como es el caso de España. En las condiciones españolas, la e-ID presenta costes directos de utilización para la elaboración de censos y control de movimientos, semejantes a la ID visual (Saa et al., 2005). El dispositivo elegido en España para los ovinos es el bolo electrónico (estándar de 65-75 g, para la reposición y adultos; mini-bolo de 20 g, para corderos destetados). Ambos presentan retenciones >99,5% en adultos (Girardi et al., 2006) y su precio actual es inferior a 1,5 € (Caja et al., 2010). Estudios previos en caprino lechero (Caja et al., 1999; Ait-Saidi et al., 2008) han indicado que la utilización de la e-ID disminuye los errores de transferencia de datos y los costes del control lechero frente a los sistemas que utilizan la ID visual. No existen sin embargo estudios sobre sus beneficios en el caso del control lechero en ovino.

En este trabajo se comparan los rendimientos productivos y los costes de utilización de sistemas manuales y semi-automáticos, basados en el uso de crotales visuales o de bolos electrónicos, respectivamente, en la implementación del control lechero de ganado ovino, según la frecuencia de ordeño (1 ó 2 ordeños diarios).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 48 ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune del SGCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra, Barcelona) a mitad de lactación. Las ovejas estaban identificadas con crotales oficiales de poliuretano (4.7 g, 38x33 mm; Azasa-Allflex, Madrid) y con mini-bolos cerámicos (20 g, 11x56 mm; Rumitag, Esplugues de Llobregat, Barcelona) equipados con transpondedores half-duplex de 32 mm (Tiris, Almelo, Holanda). Las ovejas se dividieron en 2 grupos equilibrados a los que se aplicaron distintas frecuencias de ordeño (1x, 1 ordeño/d; 2x, 2 ordeños/d) en una sala 2x12 tipo "Casse", en línea baja, 12 unidades de ordeño (Westfalia-Surge, Granollers, Barcelona), con cornadizos autoblocantes y medidores volumétricos de tipo cónico (2 L de capacidad). Se realizaron 10 controles lecheros durante 70 d, todos ellos por el mismo operador, mediante 3 distintos sistemas de recogida de datos:

- M: Sistema manual, basado en lectura visual de crotales oficiales y anotación de los últimos 5 dígitos (8 mm de altura) y de la producción de leche en un listado previamente preparado en papel. La transferencia final de datos a un PC se realizó manualmente.
- PDA: Sistema semi-automático con lectura visual de crotales y entrada de datos de mediante teclado en un equipo PDA (asistente personal digital) de Hewlett Packard (iPAQ H2200, Palo Alto, California) con sistema operativo Windows Mobile 5.0.6. La transferencia final de datos a un PC se realizó automáticamente, utilizando conexión Bluetooth y software específico (Microsoft ActiveSynch 3.7).
- RF: Sistema semi-automático con lectura de automática de los bolos, mediante un lector portátil (SmartReader, Rumitag) de radiofrecuencia provisto de una antena de

bastón, y entrada de datos de producción de leche mediante teclado en una aplicación pre-configurada mediante software específico (GesDef). La transferencia final de datos a un PC se realizó automáticamente, utilizando conexión Bluetooth y software específico (GesDef).

El tiempo de control lechero de cada grupo de 24 ovejas (2 plataformas de 12) se midió con un cronómetro electrónico. Las medidas se hicieron alternativamente con cada uno de los sistemas y para cada frecuencia de ordeño. El tiempo total de control lechero se calculó incluyendo el tiempo en la sala de ordeño y de transferencia de datos. El tiempo de entrada a la sala de ordeño y la velocidad de paso de las ovejas se midió mediante un lector fijo por radiofrecuencia (F-210, Rumitag), provisto de una antena marco de 50x90 cm, situado en una manga de 50 cm a la entrada de la sala de ordeño. Todas las ovejas fueron leídas individualmente para asegurar la presencia de los bolos al inicio del experimento.

Los datos de control lechero se analizaron con el programa SAS y utilizando el PROC GLM para análisis de la varianza. Los tiempos se transformaron a una escala decimal (60 s = 100 unidades) para su tratamiento estadístico. El modelo utilizado consideró los efectos del sistema de control lechero (M, PDA y RF), de la frecuencia de ordeño (1x o 2x) y del número de control (1 a 10), sus interacciones y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la comparación entre sistemas de control lechero, según la frecuencia de ordeño, se resumen en la Tabla 1. El tiempo medio de entrada a la sala de ordeño fue de 30 s por grupo de 12 ovejas, con un 100% de eficacia de lectura de los bolos y una velocidad de paso de 1 oveja/s. La producción de leche en 1x fue un 30% menor que en 2x, de acuerdo con los resultados de Castillo et al. (2008), disminuyó progresivamente durante los días de control y se relacionó con el tiempo de control lechero ($r = 0.79$; $P < 0.01$). Sin embargo, al corregir por el día de control, su efecto sobre el tiempo de control lechero no fue significativo ($P > 0.05$) en todos los casos. No se observó interacción ($P = 0.36$) entre el tiempo de control lechero y el número del control, indicando que el operador estaba suficientemente entrenado en el manejo de los sistemas de control al inicio del experimento.

Los tiempos de control en sala, de transferencia de datos y total de control lechero fueron menores para el sistema RF respecto al M (Tabla 1), con ahorros totales de 0.2-0.6 min/oveja para 1x y 2x, respectivamente ($P < 0.05$). El ahorro de tiempo al utilizar la PDA respecto a M, debido especialmente a la transferencia de datos, fue de 0.1 y 0.2 min/oveja para ambas frecuencias de ordeño, respectivamente. La ventaja de los sistemas RF y PDA se apreció claramente en la transferencia de datos por grupo de 24 ovejas, que fue más eficiente en el sistema PDA (0.33 min) que en el RF (0.78 min) y M (3.27 min). Estos ahorros se multiplicarían con mayores tamaños de rebaño. La productividad del control lechero en sala de ordeño varió entre 101-127 y 54-69 ovejas/h, para 1x y 2x respectivamente (86-119 y 46-64 ovejas/h en total), siendo superior en todos los casos con el sistema RF, seguido del PDA, respecto a M (Tabla 1). En relación a los errores cometidos en los datos de control, solamente se detectaron en el sistema M, con valores del 3-4% (Tabla 1), superiores a lo observado por Ait-Saidi et al. (2008) en el control lechero manual en cabras (<2%). La diferencia puede deberse al tamaño de crotales utilizado y al entrenamiento del controlador.

A partir de los datos obtenidos se realizó un cálculo de costes y beneficios para los distintos sistemas de control lechero. El coste de mano de obra se valoró en 10 €/h. Los ahorros medios de tiempo para RF y PDA aplicando 1x, respecto a M, se calcularon en 0.76 y 0.36 €/24 ovejas (valores semejantes se obtendrían al aplicar el método de control alterno tipo AT en explotaciones que realicen 2x). En el caso de 2x (método de control lechero estándar tipo A4), el ahorro de tiempo se valoró a 1.56 y 0.74 €/24 ovejas para RF y PDA, respectivamente. El coste de la inversión en e-ID para la realización del control lechero RF se calculó con los siguientes parámetros y precios: tamaño de rebaño en control (400 ovejas), precio mini-bolo (1.4 €), precio lector manual (400 €), amortización equipos y vida útil de las ovejas (5 años), días de control por oveja (4 d/año) y días trabajados (200 d/año). El resultado obtenido fue un coste de 0.071 €/oveja y control para un total de 80.000 lecturas

al año con el sistema 1x (o tipo AT). En el caso de la PDA se consideró un precio de (300 €) y la misma amortización y lecturas al año, resultando un coste unitario del control lechero con PDA de menos de 0.001 €/oveja y control, más barato que con RF. Utilizando los mismos supuestos, los valores para 2x (o tipo de control A4) resultaron 0.072 y 0.001 €/oveja y control, respectivamente.

Éstos resultados indican que, las condiciones de precios y rendimientos considerados, la utilización de PDA está plenamente justificada y debe esperarse recuperar el 100% de la inversión en el primer año. Sin embargo, la limitación de la PDA es la imposibilidad de adquirir datos de ID automáticamente. En el caso de RF, debe esperarse recuperar el 45 y 90% de la inversión para las frecuencias de ordeño 1x y 2x (o realizar el control lechero tipo AT y A4), respectivamente. No obstante, debe tenerse en cuenta que otras aplicaciones (gestión de control de peso, libro de partos, saneamiento, inventario y registro de movimientos del rebaño) ofrecen otras posibilidades para rentabilizar los equipos de e-ID. Estas ventajas resultan más marcadas en el caso de grandes rebaños sometidos a control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ait-Saidi, A., Caja, G., Carné, S., Salama, A. A. K., Ghirardi, J. J. 2008. J. Dairy Sci. 91:1438-1442
- Caja, G. 2010. Tierras Ganadería 169:120-127
- Caja, G., Peris, S., Conill, C., Nehring, R., Roca, R., Ribó, O., Milán, M. J. 1999. EAAP Pub. No. 95, Wageningen Pers., pp. 406-411, Wageningen, The Netherlands
- Castillo, V., Such, X., Caja G., Casals, R., Albanell, E., Salama, A. K. K. 2008. J. Dairy Sci. 91:2610-2619
- Ghirardi, J. J., Caja, G., Garín, D., Hernández-Jover, M., Ribó, O. Casellas, J. 2006. J. Anim. Sci. 84:2865-2872
- Saa, C., Milán, M. J., Caja, G., Ghirardi, J. J. 2005. J. Anim. Sci. 83:1215-1225.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto MCINN AGL-2007-64541.

Tabla 1. Comparación rendimientos según el sistema y la frecuencia del control lechero en ganado ovino

	M		RF		PDA		ESM
	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
Registros, n	240	480	240	480	240	480	-
Producción de leche, L/d	0.99 ^b	1.45 ^a	0.96 ^b	1.38 ^a	0.98 ^b	1.43 ^a	0.04
Tiempo diario, min/24 ovejas							
Control lechero en sala	13.58 ^d	24.97 ^b	11.38 ^e	20.75 ^c	14.24 ^d	26.60 ^a	0.23
Transferencia de datos	3.12 ^b	6.70 ^a	0.75 ^d	1.60 ^c	0.33 ^e	0.66 ^d	0.04
Total	16.70 ^d	31.67 ^a	12.13 ^f	22.35 ^c	14.57 ^e	27.26 ^b	0.24
Productividad, ovejas/h							
En sala	106	58	127	69	101	54	-
Total	86	46	119	64	99	53	-
Errores, n (%)	7 (2.9)	19 (3.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-

M = manual; RF = radiofrecuencia; PDA = asistente personal digital; 1x = 1 ordeño diario; 2x = 2 ordeños diarios; ESM = error estándar de la media; ^{a,b,..e} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias a P < 0.05.

PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EVALUATION OF ELECTRONIC IDENTIFICATION IMPLEMENTATION FOR MILK RECORDING IN SHEEP

ABSTRACT: Milk recording (once or twice daily) performances were compared using visual ear tags and manual recording (M) or by 2 semi-automatic systems: radiofrequency miniboluses (RF) and a personal digital assistant (PDA). Milk recording time and errors were reduced by using both RF and PDA with regard to M. The highest productivity was observed RF and time savings returned 45 or 90% of the investment costs for a 400 ewes flock, depending on the milking frequency. Investment in a PDA was returned in the first year. Although greater benefits should be expected in the case of larger flocks, additional benefits derived from other management and performance recording practices may be expected making the use of semi-automated systems more profitable.

Keywords: Electronic identification, milk recording, cost-benefit, sheep.

SUPERVIVENCIA EN CAUTIVIDAD DE DISTINTOS LOTES DE REPRODUCTORES DE TRUCHA COMÚN AUTOCTONA ARAGONESA

O. Mitjana¹, J.L. Clavero², J.L. Alabart³, J.M. Blasco³, A. Josa¹, E. Espinosa¹

¹Unidad de Reproducción. Facultad Veterinaria. Zaragoza. España. omitjana@unizar.es

²Dirección General del Medio Natural. D.G.A. Zaragoza. España

³CITA-DGA. Zaragoza. España

INTRODUCCIÓN

Algunas líneas de truchas de origen Atlántico llevan siendo cultivadas más de 30 generaciones, tiempo suficiente para que la domesticación haya ocurrido. Otras especies de salmónidos como el salmón atlántico llevan siendo criadas alrededor de 10 generaciones. Sin embargo, hay muy pocos estudios sobre la cría en cautividad de las líneas nativas de trucha común, especialmente en las estirpes de origen Mediterráneo, siendo la mayoría de ellos de duración muy limitada en el tiempo (Mc Dermid et al., 2010). En estudios realizados en Finlandia con estirpes nativas de truchas Atlánticas se demuestra que su variabilidad genética disminuye con el tiempo (Aho et al., 2006). Esta pérdida de variabilidad repercute en importantes problemas de supervivencia durante la incubación y eclosión, así como en la pérdida de resistencia a enfermedades, el desarrollo de anomalías y, en general, gran dificultad para sobrevivir en el medio natural. En la cría artificial, las condiciones reproductivas son diferentes a las que ocurren en el medio natural puesto que el emparejamiento es forzado y no al azar, como ocurre con la reproducción natural (McLean et al., 2005). Estudios recientes han demostrado la existencia de diferencias en la calidad espermática entre machos de salmón atlántico salvajes y domésticos; los machos salvajes poseen una mayor calidad, sugiriendo un valor adaptativo superior al de los individuos domésticos que, sin embargo, poseen mejores ratios de crecimiento (Vladic et al., 2010). Estos cambios genéticos y fenotípicos, e incluso las oportunidades de aprendizaje, pueden darse incluso cuando las truchas permanecen durante muy poco tiempo en la piscifactoría. Así, la alta mortalidad que ocurre durante las primeras semanas de adaptación podría representar una fase crítica en la selección de caracteres que favorecen la adaptación a la cría en cautividad, pero que no guardan relación con aquellos que favorecen la adaptación al medio natural.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar la supervivencia de las primeras generaciones de stocks salvajes de trucha común autóctona Aragonesa, adaptados a la cría en cautividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Distintos ecotipos de trucha autóctona procedentes de siete ríos aragoneses, cuatro del sistema pirenaico (situados en las Cuencas del Cinca y Aragón) y tres del sistema Ibérico (Cuencas del Huecha, Jiloca y Guadalope) fueron seleccionados para el estudio, tras confirmarse mediante análisis genético (Mitjana, 2010) su origen macrogeográfico Mediterráneo, así como la ausencia de introgresión genética en los ríos seleccionados. Durante la época reproductiva se extrajeron del río mediante electronarcosis los reproductores maduros, cuyo número varió entre 21 y 40 hembras y entre 23 y 29 machos, que se trasladaron inmediatamente tras la captura a la piscifactoría de Planduiar (Huesca). Tras confirmarse individualmente mediante análisis genético (Mitjana, 2010) tanto su origen macrogeográfico (haplotipo Mediterráneo de ADN mitocondrial) como la ausencia de introgresión genética (alelos del gen LDH), se procedió a la obtención de sus gametos para reproducción artificial in situ, muriendo todos ellos poco después, y mostrándose incapaces de adaptarse a la cría en cautividad. Tras la correspondiente incubación de las huevas, los lotes de descendientes nativos fueron manejados de la misma manera que los domésticos que habitualmente son criados en la piscifactoría, excepto en el momento del inicio de la alimentación, en la que fue necesario utilizar zooplancton como alimento vivo. La denominación de los distintos lotes (Figura 1) fue el río de procedencia de la línea seguido del año de nacimiento.

En estos lotes, tanto la producción como la supervivencia en estas primeras generaciones resultó ser muy variable en cuanto a número y calidad. A lo largo del periodo de estudio

(2000-2006) se ha realizado un seguimiento de la tasa de supervivencia de los lotes, así como un registro de las causas de mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer lote nacido (año 2000), se consiguieron reproducir con éxito cinco líneas, mientras que en el lote del año 2001 sólo pasaron de la fase de incubación dos de ellas; en el tercer año (2002), se consiguieron reproducir cinco lotes y seis al año siguiente (ver Figura 1). Los principales resultados podrían resumirse, en primer lugar, en el pequeño número de machos que llegaron a la vida reproductiva, ya que a los tres años (cuando se separaron las hembras y machos), éstos aparecían en un número muy reducido o casi nulo, por lo que podría concluirse que hay una peor adaptación de los machos a la cría en cautividad. Lamentablemente no hemos sido capaces de ubicar referencias bibliográficas que apoyen esta hipótesis.

Por otra parte, muchas de las líneas murieron antes de los tres años (Figura 1), y ninguno de los individuos descendientes de las mismas logró sobrevivir más de cinco años (datos no presentados). Las causas de esta elevada mortalidad fueron variadas, aunque la mayoría de ocasiones fue debida a procesos patológicos. La coincidencia de fechas en los mayores picos de mortalidad en todos los lotes y a lo largo de los mismos años, sugiere que se trata de una mortalidad asociada principalmente al estrés por el manejo en el momento de la reproducción. Reisenbichler et al. (2003) demostraron que la trucha steelhead mostraba una reducción del 80% en la supervivencia desde la fase de huevo hasta llegar a adulto bajo condiciones naturales, después de 6-10 generaciones de cría en cautividad. Sin embargo, en el transcurso entre generaciones nosotros no evidenciamos un aumento de la mortalidad, pero ello podría deberse a que no se han producido suficientes generaciones, o bien al hecho de haber limitado al máximo la consanguinidad, puesto que para la fecundación de las huevas fue necesario capturar machos reproductores salvajes a lo largo de todo el periodo de estudio.

La selección llevada a cabo en nuestros stocks domésticos de trucha común no ha estado sujeta a programas de producción orientados hacia un crecimiento rápido, como ocurre en la industria del salmón atlántico y de la trucha arco iris criada en cautividad, y en la que los piscicultores realizan la selección de los mejores individuos en función de su crecimiento, tamaño y morfología. La descripción de estos criterios de selección está bien documentada en los libros de registro de las primeras piscifactorías instaladas en Maitland (1887) y Armstead (1895), lo que podría haber contribuido que de una manera indirecta se hayan estado seleccionando negativamente otras características. De hecho, experimentos de comparación de la supervivencia de la descendencia de truchas salvajes criadas en cautividad y con distintos niveles de alimentación demuestran que hay diferencias significativas entre las poblaciones criadas en cautividad y las naturales (Glover et al., 2004). En conclusión, la adaptación de los ecotipos de trucha común nativa resultó en niveles muy elevados de mortalidad, además de la posible pérdida de genes adaptativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aho, T., Rönn, J., Piironen, J. y Björklund, M.**, 2006. Impacts of effective population size on genetic diversity in hatchery reared brown trout (*Salmo trutta* L.) populations. *Aquaculture*, 253, 244-248
- Glover, K.A., Taggart, J.B., Skaala, Ø. and Teale, A.J.**, 2004. A study of inadvertent domestication selection during start-feeding of brown trout families. *Journal of Fish Biology*, 64, 1168-1178.
- Mcdermid J.L., Sloan, W., Wilson C.C., y Shuter B.J.** 2010. Early life history variation among Hatchery- and Wild-Origin Lake Trout reared in a hatchery environment. *Transactions of the American Fisheries Society*. 139(1):21-28.
- MClean, J.E., Bentzen, P. and Quinn, T.P.**, 2005. Nonrandom, size-timing-biased breeding in a hatchery population of steelhead trout. *Conservation Biology*, 19, 446-454.
- Mitjana O.** 2010. Caracterización genética, reproducción, adaptación a la cría en cautividad y respuesta a medidas de gestión de la trucha común autóctona. Tesis doctoral. 265pp. Universidad de Zaragoza
- Reisenbichler, R.R., Utter, F.M. and Krueger, C.C.**, 2003. Genetic concepts and uncertainties in restoring fish populations and species. En: R.C. Wissmar, P.A. Bisson, eds. *Strategies for restoring*

river ecosystems: sources of variability and uncertainty in natural and managed systems. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 149-181

Vladić T., Forsberg L. y Järvi T. 2010. Sperm competition between alternative reproductive tactics of the Atlantic salmon in vitro. *Aquaculture*. 302:265–26

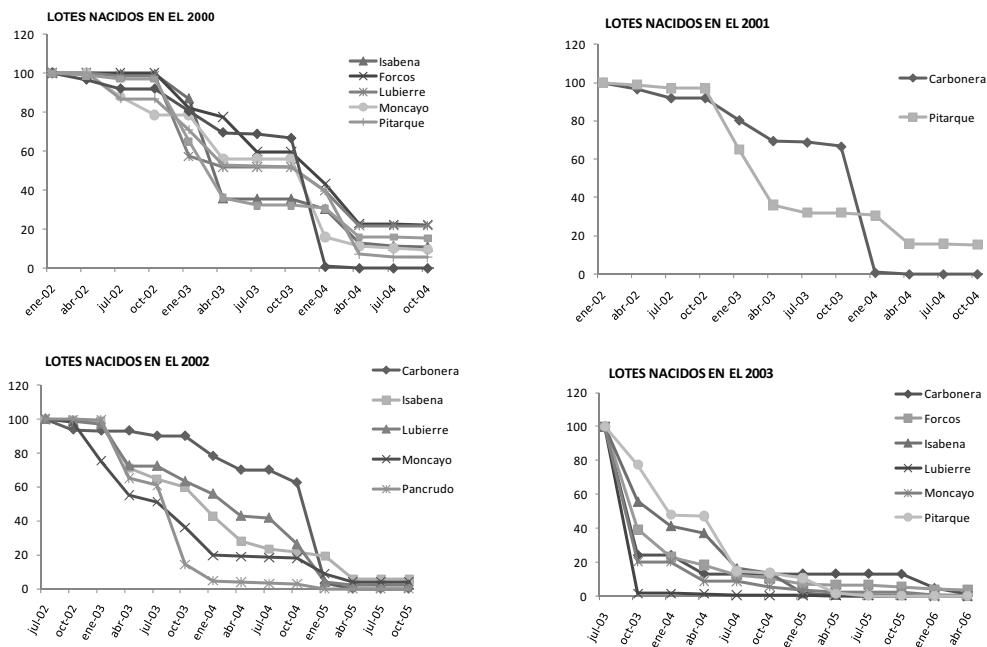


Figura 1 . Porcentaje de supervivencia (eje Y) a lo largo de sus primeros 3 años de edad (eje X) de los distintos lotes de trucha común autóctona (TCA) nacidos en cautividad.

SURVIVAL OF DIFFERENT NATIVE MEDITERRANEAN BROWN TROUT STRAINS IN HATCHERY

ABSTRACT: Native wild brown trout populations from several rivers in Aragon (Spain) have been selected for artificial stocking in hatcheries. These genetically pure populations were introduced in a hatchery in Planduiar (Huesca), in which exhaustive monitoring of adaptation was performed. These native trouts died immediately after reproduction. The subsequent derived native generations showed high mortality rates, most dying before 3 years, and never reaching five years of age. The high mortality was mostly associated to stress derived handling during breeding season. In addition to the potential loss of essential adaptative genes, these results seriously question the interest of maintaining native brown trout lines for artificial stocking.

Keywords: brown trout, adaptation to captivity, survival.

CAPACIDAD DE BÚSQUEDA DE ALIMENTO EN CANALES SEMINATURALES DE JUVENILES DE TRUCHA COMÚN AUTÓCTONA DE ORIGEN MEDITERRÁNEO Y DE STOCKS ALOCTONOS CRIADOS EN CAUTIVIDAD

O. Mitjana¹, J.L. Alabart², J.L. Clavero³, J.M. Blasco², Josa A¹ y E. Espinosa¹

¹Unidad de Reproducción. Facultad Veterinaria. Zaragoza. España. omitjana@unizar.es

²CITA-DGA. Zaragoza. España

³Dirección General del Medio Natural. D.G.A. Zaragoza. España

INTRODUCCIÓN

Las estirpes de trucha criadas en cautividad, aunque sea durante periodos muy reducidos, pueden presentar alteraciones del comportamiento, tales como cambios en la agresividad, reducción de su capacidad para encontrar comida, habilidad para la búsqueda de refugios, la prevención ante depredadores, junto con cambios en su comportamiento reproductivo (Olla et al., 1998). La mayoría de los estudios concluyen que hay un comportamiento más agresivo en las líneas domesticadas que en las salvajes ante la presencia de depredadores, predominando en estas últimas el comportamiento de búsqueda de refugio (Wessel et al., 2006). Algunos autores apuntan como una explicación de este hecho a la selección dirigida hacia mejores crecimientos, con una mayor tasa de hormona del crecimiento, que incrementa el comportamiento agresivo de la trucha común y otros salmónidos (Fleming et al., 2002). Sin embargo está descrito que las truchas repobladas tienen una menor capacidad para encontrar comida en la naturaleza, al menos en los primeros momentos (Sundström y Jonsson, 2001). Incluso hay estudios que indican que algunas de estas truchas repobladas no son capaces de aprender a alimentarse en la naturaleza. Por otra parte, las truchas de repoblación manifiestan un reducido temor o prevención hacia los posibles depredadores y están dispuestas a buscar comida a pesar del riesgo de predación, encontrándose diferencias en los patrones de actividad. Estas truchas manifiestan toda su actividad durante el día, incrementando así sus posibilidades de ser devoradas. Por el contrario, las salvajes tienen una mayor actividad nocturna. Además, las truchas repobladas parecen ser mucho más proclives a ser capturadas por los pescadores que las salvajes. Esto podría deberse a la preferencia de estas truchas a permanecer en la superficie para alimentarse.

El objetivo de este trabajo consistió en relacionar la densidad y presencia de predadores sobre la capacidad para obtener alimento de alevines de trucha común de lotes autóctonos criados habitualmente en la piscifactoria y dos lotes F2 procedentes de reproductores autóctonos de origen Mediterráneo adaptados a la cría en cautividad .

MATERIAL Y METODOS

El experimento se realizó en canales seminaturales ubicados en la piscifactoria del Monasterio de Piedra (Nuévalos, Zaragoza). Dichos canales eran de tierra con abundante vegetación natural y contenían suficientes refugios (aproximadamente un 60% de la superficie total), así como una abundante presencia de invertebrados acuáticos, susceptibles de servir de alimento para las truchas. El agua procedía de un manantial de buena calidad y el caudal se mantuvo a un mínimo de 3 litros/minuto. Se utilizaron tres lotes de 1.200 alevines cada uno con una edad de 0+, dos eran la F2 de ejemplares de trucha común autóctona de origen Mediterráneo criada en cautividad, y procedente de dos ríos pirenaicos (Isábena y Forcos) y un tercer lote estaba compuesto por el stock Atlántico criado habitualmente en la piscifactoria (que fue usado como lote testigo). El efecto de la presencia de los depredadores fue evaluado merced a la utilización de ejemplares adultos de trucha común Atlántica, con un peso medio de 700g, que fueron colocados previamente en los canales para que se aclimataran y poder evaluar su efecto predador a distintas densidades. En cada repetición se sustituyeron los predadores, ya que se sacrificaban tras cada experimento. La época del año elegida fue entre finales de invierno y principios de la primavera. Se inició con el lote testigo en el periodo del 8-28 febrero, seguido del lote Isábena del 2-23 marzo y se finalizó con el lote del Forcos del 24 de marzo al 16 abril. Cada experimento tuvo una duración de 21 días. El transporte de los alevines desde la piscifactoria

de origen (Sarvisé, Huesca) se realizó en el camión utilizado normalmente para las repoblaciones, realizándose un trayecto de 261 km y una duración de tres horas y media. Los alevines se distribuyeron en cuatro estanques, dos con alta densidad (13 alevines/ m²) y los dos restantes con baja densidad (6,7 alevines/ m²). Los predadores estaban colocados previamente en dos de los estanques, uno con el lote de mayor densidad y otro con de menor densidad. Una vez finalizado el estudio, tras el sacrificio, se realizó una necropsia individual a todos los alevines en la que sólo se anotó la existencia o no de contenido estomacal. Con el mismo procedimiento, se realizó la necropsia de los predadores en los distintos lotes para comprobar si además de la competencia por el alimento de macroinvertebrados y larvas con los alevines, los predadores ingerían a estos últimos. Este protocolo se repitió para los tres lotes de la experiencia. El estudio estadístico de los datos obtenidos en este experimento se realizó con el programa SAS versión 9.1.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se detectaron diferencias significativas entre lotes en función de su origen. Así, el lote autóctono del Isábena difirió significativamente respecto a los lotes testigo alóctonos, llegando a obtener alimento un 11% más de alevines ($p < 0,0001$), y también respecto al otro lote autóctono del Forcos (un 6,7% más de alevines; $p < 0,05$). Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los lotes alóctonos (Testigo) y el autóctono del Forcos, si bien un 4,3% más de alevines del lote Forcos habían comido alimento que en el caso del lote Testigo. En segundo lugar, al comparar el efecto de la presencia/ausencia del predador sobre la alimentación, un 64% de los alevines comieron en ausencia de predador frente a un 57% que lo hicieron en presencia de predador, siendo esta diferencia significativa ($p < 0,05$). En las necropsias de las truchas adultas como depredadores en este experimento, se encontraron restos de alevines en sus estómagos en el 100% de los casos. Finalmente, con respecto al efecto de la densidad de población, se demostró en los lotes de baja densidad que habían comido un 12% más de animales que en los de alta densidad (67% vs 54%, respectivamente; $p < 0,001$).

Al estudiar el efecto conjunto de la presencia vs ausencia de predador junto con la densidad, dentro de cada lote sobre el porcentaje de animales que habían comido observamos que en el lote Isábena en alta densidad no hubo diferencias significativas con respecto al factor predador, si bien tendió a ser mayor el número de alevines que comieron en ausencia de predador (Figura 1). Sin embargo en baja densidad sí que hubo una diferencia muy significativa ($p < 0,01$) respecto al factor predador, encontrándose un 16% más de animales que comieron en ausencia de predador. En el lote Forcos no hubo diferencias significativas entre el porcentaje de animales que comieron en función de los factores densidad y predador. En el lote Testigo de alta densidad el factor predador no influyó, pero cuando la densidad era baja un 14% más de alevines comieron en ausencia de predadores. En el lote Isábena, el efecto densidad no fue significativo tanto en ausencia como en presencia de predador. Sin embargo, en el lote Forcos un 15% más de alevines comieron en presencia de predador en baja densidad que en alta densidad. En el lote Testigo se observó una diferencia muy significativa en los lotes sin depredador con respecto a aquellos con predador.

Estos resultados pueden relacionarse con comportamientos descritos en la literatura para truchas de repoblación. La capacidad para obtener comida de las truchas repobladas es bastante reducida (Sundström y Jonsson, 2001), siendo esta una de las razones de su baja supervivencia en el medio natural, lo que coincide con nuestros resultados. Jonsson et al. (1999) encontraron que la mayoría de truchas repobladas se quedaban en la misma área donde habían sido introducidas, lo que implica una competición muy importante por los recursos tróficos, por lo que el efecto densidad juega un papel muy importante, como ha sido puesto en evidencia también en nuestro caso. Finalmente, nuestros resultados coinciden con los descritos por Teixeira y Cortés (2006), que encontraron diferencias en el tipo de alimentación entre las truchas salvajes y domésticas, ya que estas últimas comían casi exclusivamente organismos capturados cerca de la superficie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fleming I.A., Agustsson T., Finstad B., Johnsson J.I. y Björnsson B.T . 2002. Effects of domestication on growth physiology and endocrinology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59:1323-1330.
- Jonsson, J.I., Nöbbein F. y Bohlin, T . 1999. Territorial competition among wild brown trout fry: effects of ownership and body size. *Journal of Fish Biology*, 54:469-472.
- Olla B.L., Davis M.W. y Ryer C.H . 1998. Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioural survival skills. *Bulletin of Marine Science*, 62:531-550.
- Sundström L.F. y Johnsson J.I . 2001. Experience and social environment influence the ability of young brown trout to forage on live novel prey. *Animal Behaviour*, 61:249-255.
- Teixeira A y Cortés R. (2006.) Diet of stocked and wild trout, *Salmo trutta*: Is there competition for resources? *Folia Zoologica*, 55, 61-73.
- Wessel M.L., Smoker W.W., Fagen R.M. y Joyce J.E ., 2006b. Variation of agonistic behavior among juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) of hatchery, hybrid, and wild origin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63:438-447.

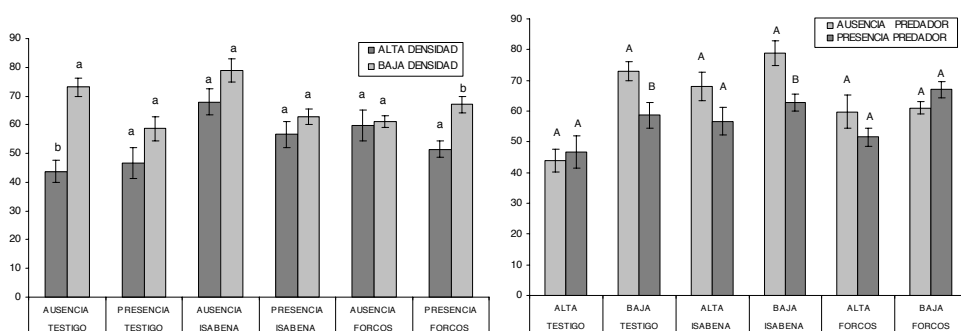


Figura 1. Porcentaje de alevines que comieron en los tres lotes (Testigo, Isábena Forcos). Panel izq. : efecto de la densidad alta vs baja a, b: $p < 0,01$. Panel dcho : efecto de la presencia vs ausencia de predador, A, B: $p < 0,0001$.

SELF-FEEDING ABILITY OF FARM-REARED NATIVE MEDITERRANEAN AND ATLANTIC BROWN TROUT JUVENILES INTO ARTIFICIAL SYSTEM

ABSTRACT: Stocked brown trouts have reduced ability to obtain food resulting in reduced survival rates. Adaptation to natural environments of farm-reared fishes becomes crucial early after restocking. The aim of this work was to evaluate the self-feeding ability of different strains of juvenile brown trout placed at different densities and in presence or absence of predators. Three different strains of juvenile brown trout were placed for 3 weeks into semi-natural ponds at two stocking densities, and in presence/absence of predators. Predators were adult mature trouts stocked prior introducing juveniles. An Atlantic strain from domestic origin was used as control. F2 juveniles from two different native Mediterranean brown trout populations were also used. The presence of food in stomach contents was assessed after necropsy. Feeding ability was decreased in presence of predators and high juvenile densities with important differences among trout strains.

Keywords: brown trout, adaptation, restocking,

Nutrición y alimentación

PREFERENCIAS ORO-SENSORIALES ENTRE INGREDIENTES PROTEICOS Y ENTRE MEZCLAS DE INGREDIENTES ENERGETICOS Y PROTEICOS EN TERNERAS DESTETADAS

C. Montoro^{1*}, I. Ipharraguerre², A. Bach^{1,3}

¹IRTA – Producció de Remugants, 08140 Barcelona. [*carlos.montoro@irta.es](mailto:carlos.montoro@irta.es)

²LUCTA S.A., 08170 Barcelona

³ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats), 08010 Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de destete, las terneras pueden experimentar una disminución de la ingestión total debido a la restricción de lactoreemplazante, provocando una reducción en el ritmo de crecimiento (Terré et al., 2006). Además, después del destete se incrementa la vulnerabilidad a ciertas patologías, en especial diarreas y afecciones respiratorias (Svensson et al., 2003; Lundborg et al., 2005). Aumentar el consumo de concentrado en esta etapa ayudaría a mejorar la situación del animal al realizar el destete, mejorando la viabilidad y el crecimiento de las terneras. Estudios previos han sugerido que aumentando la palatabilidad del concentrado se incrementa el consumo alrededor del destete (Morril y Dayton, 1978).

Con el fin de incrementar la palatabilidad del pienso alrededor del destete, previo a este estudio se desarrolló un modelo experimental (Montoro et al., 2009a) para determinar las preferencias oro-sensoriales en terneras recién destetadas. Posteriormente, éste se usó para determinar la preferencia entre ocho ingredientes comúnmente usados como fuente de energía en la formulación de pienso, concluyendo que el trigo era el ingrediente más deseado, y por otro lado, el corn gluten feed el de menor apetencia (Montoro et al., 2009b).

Siguiendo esta línea de investigación, el presente estudio tiene como objetivo determinar las preferencias oro-sensoriales entre seis ingredientes usados como fuente proteica en la formulación de pienso, y analizar si estas preferencias conjuntamente con las preferencias mostradas por los ingredientes energéticos se mantienen al realizar mezclas entre diferentes ingredientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron ciento-sesenta terneras ($65 \pm 0,4$ d de edad) para determinar las preferencias oro-sensoriales entre seis ingredientes proteicos: harina de colza, corn gluten meal, granos de destilería (DDG) de trigo, harina de girasol, harina de guisante y harina de soja. Un total de quince pruebas fueron necesarias para comparar todos los ingredientes entre ellos. Las pruebas se realizaron siguiendo el modelo experimental desarrollado anteriormente (Montoro et al., 2009a) que consistía en ofrecer dos ingredientes distintos a cada ternera y registrar su consumo al cabo de 6 h. Se utilizaron ocho conjuntos de veinte terneras para realizar todas las pruebas, cada grupo intervino en dos pruebas durante los días 3 y 5 post-destete, a excepción del último grupo que sólo realizó una prueba el día 3 post-destete. Los animales no se volvieron a exponer a los mismos ingredientes en ninguna de las dos pruebas en las que participaron.

Una vez determinado el ingrediente preferido y el menos apetecible de los seis analizados, se realizaron seis pruebas más para testar si se mantenían dichas preferencias al ofrecer estos ingredientes en una mezcla. Para ello se utilizaron sesenta terneras ($65 \pm 0,9$ d de edad) en tres ensayos de veinte animales cada uno, para determinar las preferencias entre las siguientes mezclas al 50%: corn gluten feed – corn gluten meal, corn gluten feed – soja, trigo – corn gluten meal y trigo – soja. Estas pruebas se realizaron siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente.

La preferencia oro-sensorial se calculó como el porcentaje de consumo de un ingrediente respecto al total consumido al cabo de las seis horas. Este porcentaje fue analizado

mediante un t-test usando el procedimiento TTEST de SAS (SAS 9.1, NC) para determinar si el porcentaje obtenido era diferente de la neutralidad (50%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las quince pruebas realizadas para determinar las preferencias entre los seis ingredientes proteicos se muestran en la Tabla 1. La soja fue el ingrediente preferido al resultar más apetecible en todas las pruebas ($P < 0,01$). Por el contrario, el ingrediente de menor apetencia fue el corn gluten meal, que no fue preferido en ninguna de las pruebas ($P < 0,01$). El orden de preferencia de los ingredientes testados en función del número de pruebas en las que habían sido preferidos significativamente ($P < 0,01$) fue: soja (en 5 pruebas) > DDG de trigo (3) > girasol (2) > guisante (1) = colza (1) > corn gluten meal (0). Otros autores habían descrito en terneros de 550 kg (Spörndly y Asberg, 2006) que la colza era preferida al compararse con la soja. Estas diferencias observadas pueden deberse a las diferencias en edad, experiencia y a las necesidades nutricionales de estos animales.

Las pruebas realizadas entre las mezclas confirmaron que la soja y el trigo son preferidos al corn gluten feed y al corn gluten meal. En la Tabla 2 se puede observar que la mezcla trigo-soja fue preferida en todas las ocasiones ($P < 0,01$), en cambio la mezcla corn gluten feed - corn gluten meal fue rechazada en todas las pruebas ($P < 0,01$). Respecto las mezclas de un ingrediente preferido y otro menos deseable (corn gluten feed - soja, trigo - corn gluten meal) no se observaron diferencias, lo que sugiere que el trigo y la soja poseen una palatabilidad equiparable.

En conclusión, el trigo y la soja son dos ingredientes de alta preferencia para terneras recién destetadas, tanto al ofrecerse individualmente o formando parte de una mezcla al 50%. Por lo tanto, si se desea incrementar la palatabilidad de un concentrado para terneras alrededor del destete se debe priorizar el uso de soja y trigo frente otros como el corn gluten feed y el corn gluten meal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lundborg, G. K., Svensson, E.C., Oltenacu, P.A. 2005. *Prev. Vet. Med.* 68:123-143.
- Montoro, C., Boe, F., Ipharraguere, I., Bach, A. 2009a. *J. Dairy Sci.* 92(E-Suppl. 1):454.
- Montoro, C., Ipharraguere, I., Bach, A. 2009b. *J. Dairy Sci.* 92(E-Suppl. 1):515.
- Morrill, J.L., Dayton, A.D. 1978. *J. Dairy Sci.* 61:229-232.
- Spörndly, E., Asberg, T. 2006. *J. Dairy Sci.* 89: 2188-2199.
- Svensson, C., Lunborg, K., Emanuelson, U., Olsson, S. O. 2003. *Prev. Vet. Med.* 58: 179-197.
- Terré, M., Bach, A., Devant, M. 2006. *J. Dairy Res.* 73: 480-486.

ORO-SENSORIAL PREFERENCES FOR PROTEIN INGREDIENTS AND MIXES OF PROTEIN AND ENERGY INGREDIENTS IN WEANED CALVES

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine oro-sensorial preferences of recently weaned calves for 6 protein ingredients (corn gluten meal, distillers dried grain from wheat, pea meal, rapeseed meal, soybean meal, and sunflower meal) and to assess whether oro-sensorial preferences would remain when ingredients are presented as a part of a mixture. A total of 15 assays were performed to determine the oro-sensorial preferences for protein ingredients. These assays were conducted following a model consisting of offering two different ingredients to 20 weaned calves (in 2 separate buckets per animal) and recording intake over a 6-h period. Soybean meal was the most preferred ingredient in all assays. On contrary, corn gluten meal was the least preferred in all assays. Using the same experimental model, 6 assays were performed to define the oro-sensorial preferences for 4 mixtures (50:50) of corn gluten feed and corn gluten meal, corn gluten feed and soybean meal, wheat and corn gluten meal and wheat and soybean meal. Soybean meal and wheat was the preferred mixture whereas corn gluten feed and corn gluten meal was the least

preferred. These results suggest that if oro-sensorial characteristics of starters are to be improved, the inclusion of wheat and soybean meal should be prioritized over the inclusion of corn gluten feed or corn gluten meal.

Keywords: oro-sensorial, preferences, intake, calves

Tabla 1. Preferencia oro-sensorial ((consumo ingrediente A/ consumo total)x100) por ingredientes proteicos en terneras destetadas.

Ingrediente A	Ingrediente B	Preferencia oro-sensorial $A/(A + B) \times 100$	SE	P-valor
Colza	Corn gluten meal	90,5	5,2	<0,01
Colza	Guisante	53,1	13,2	0,63
DDG	Colza	77,0	11,6	<0,01
DDG	Corn gluten meal	86,0	11,1	<0,01
DDG	Girasol	73,3	10,9	<0,01
DDG	Guisante	60,9	15,9	0,17
Girasol	Colza	88,3	7,3	<0,01
Girasol	Corn gluten meal	97,7	1,5	<0,01
Girasol	Guisante	59,7	20,2	0,32
Guisante	Corn gluten meal	88,3	12,3	<0,01
Soja	Colza	94,2	4,6	<0,01
Soja	Corn gluten meal	98,6	0,4	<0,01
Soja	DDG	97,4	1,5	<0,01
Soja	Girasol	84,9	6,2	<0,01
Soja	Guisante	87,8	8,0	<0,01

Tabla 2. Preferencia oro-sensorial ((consumo mezcla A/ consumo total)x100) por mezclas de dos ingredientes¹ (al 50%) en terneras destetadas.

Mezcla A	Mezcla B	Preferencia oro-sensorial $A/(A + B) \times 100$	SE	P-valor
Soja-Trigo	CGM-CGF	95,7	2,7	<0,01
Soja-Trigo	CGM-Trigo	83,1	11,4	<0,01
Soja-Trigo	Soja-CGF	80,2	11,4	<0,01
Soja-CGF	CGM-CGF	81,5	5,8	<0,01
Soja-CGF	CGM-Trigo	58,6	11,3	0,13
CGM-Trigo	CGM-CGF	81,8	8,1	<0,01

¹CGF: Corn gluten feed; CGM: Corn gluten meal

EFECTO DEL MÉTODO DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS SIMMENTAL AL INICIO DEL CEBO

Iraira, S.P., Rodríguez-Prado, M., Ruíz de la Torre, J.L., Manteca, X., Calsamiglia, S., Ferret, A. Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA), Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. E-mail: Alfred.Ferret@uab.es

INTRODUCCIÓN

En los feedlots americanos es frecuente el uso de raciones totales mixtas como sistema de alimentación de los terneros (Moya et al., 2011). Por el contrario, en nuestros cebaderos el pienso y la paja de cereal comúnmente se distribuyen en comederos distintos, de manera que los animales deciden libremente cuando y cuanto alimento ingieren de cada uno de los dos componentes de la dieta. En estas condiciones se ha visto como los animales ingieren ambos componentes con una relación media del 89:11, de pienso:forraje durante todo el proceso de cebo (González et al., 2008). Sin embargo, cuando los animales llegan al cebadero, una vez destetados con 100 kg de peso vivo, la ingestión de paja puede ser sólo del 6% de la materia seca total ingerida (Devant et al., 2000). En cualquier caso sabemos el riesgo que genera esta situación, en la que los animales ingieren grandes cantidades de carbohidratos fácilmente fermentados en el rumen que pueden provocar una caída del pH ruminal e inducir un proceso de acidosis.

Con el objetivo de promover una mayor ingestión del consumo de paja en los terneros recién llegados al cebadero y limitar el riesgo de la caída del pH cuando la ingesta de forraje es limitada, se diseñó un experimento para averiguar si el uso de un método alternativo de alimentación durante el cebo que sustituya al explicado anteriormente, podía afectar al comportamiento de alimentación de los animales.

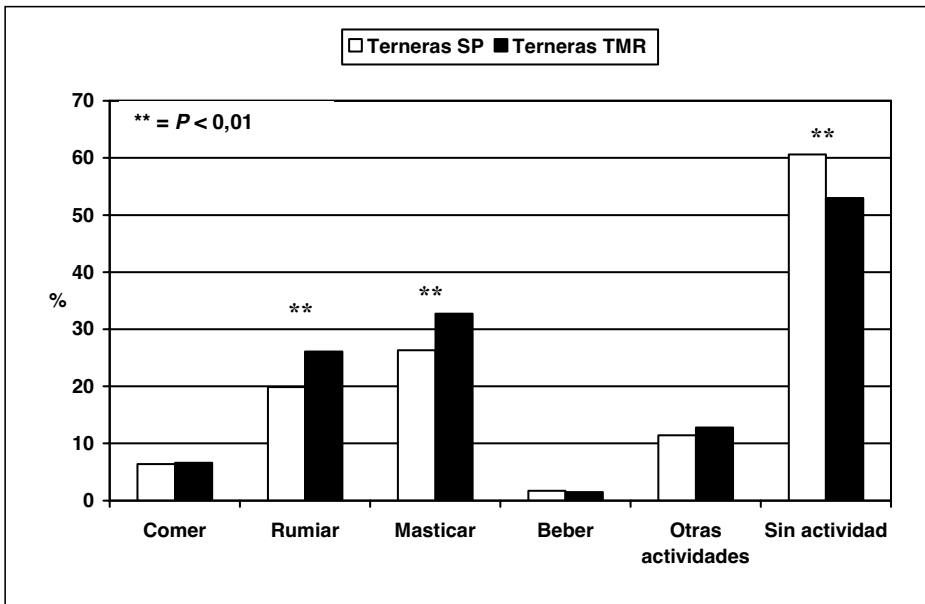
MATERIALES Y MÉTODOS

Ocho terneras Simmental, con un peso vivo inicial de $118 \pm 3,8$ kg y alojadas en 8 corrales con cubierta de $12,5 \text{ m}^2$ de superficie por corral, fueron utilizadas en un experimento con un diseño en "crossover" y asignadas a los dos tratamientos experimentales: a) pienso y paja de cebada distribuidos separadamente (**SP**), b) pienso y paja de cebada distribuidos en una mezcla (**TMR**). Todas las terneras fueron alimentadas *ad libitum* con el mismo pienso, compuesto (% s.m.s.) de: cebada (38,1), maíz (38,1), torta de soja (12,8), harina de girasol (2,9), melaza (5,0), jabón cálcico (1,0) y un complejo mineral-vitamínico (2,1). La composición química (s.m.s.) del pienso fue: 63,6% carbohidratos no fibrosos, 15,6% PB, 12,8 FND, 5,5% FAD, 3,1% EE y 4,9% MM. La composición química de la paja fue: 3,1% PB, 81,9% FND, 51,3% FAD y 6,4% MM. La paja fue picada antes de ser ofrecida a los animales. Las terneras de ambos tratamientos recibieron los componentes manteniendo siempre la proporción 90:10 de pienso:forraje. El experimento consistió en 2 periodos experimentales de una duración igual a 21 días. En cada uno de ellos, y durante los días 2 y 6, se realizó por filmación continua de 24 h/d el registro de imágenes para posterior análisis del comportamiento de los animales. Las conductas generales estudiadas fueron: comer, rumiar, beber, otras actividades (acicalarse, interactuar con las vecinas, olfatear la cama y estereotipias) y sin actividad. Los datos fueron analizados usando el procedimiento GLIMMIX del SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, v 9.1, 2008). Las correlaciones entre los parámetros de comportamiento y los de ingesta se obtuvieron al aplicar el procedimiento PROC REG del SAS. Se consideraron diferencias significativas con un valor de $P < 0,05$ y tendencias con un $P < 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

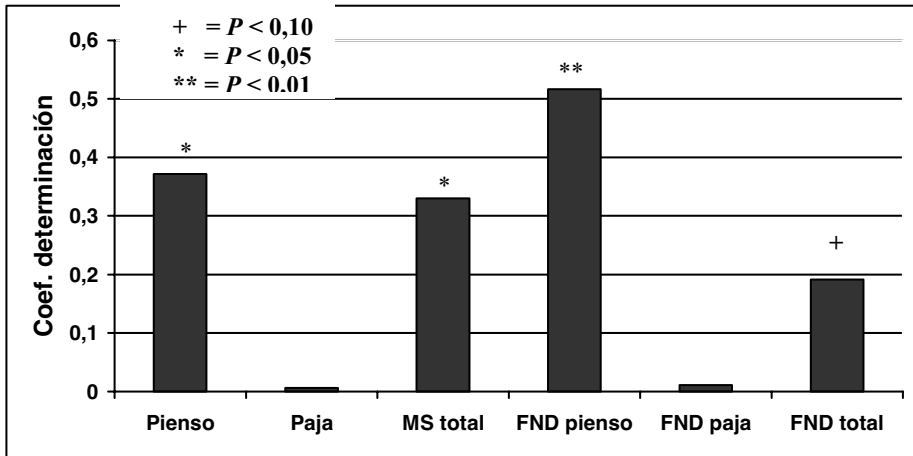
La relación pienso:forraje que finalmente consumieron las terneras fue de 96:4 y 94:6 para los tratamientos SP y TMR, respectivamente. El tiempo medio dedicado a comer fue de un 6,5% de la actividad total diaria, sin que hubiera diferencias entre tratamientos experimentales (Figura 1). Teniendo en cuenta que la ingestión total de materia seca fue más elevada en el tratamiento SP (Iraira, 2011), el ritmo de ingesta expresado como g de MS ingeridos por minuto resultó ser más elevado en el tratamiento SP. Tampoco se vio afectado por el tratamiento el tiempo destinado a beber, que fue en promedio del 1,6% de la actividad total diaria. La actividad de rumia y de masticación fue más prolongada en las terneras alimentadas con el tratamiento TMR que con el tratamiento SP, de manera que los minutos dedicados a rumiar y a masticar por kg de MS ingerido fueron más elevados en el tratamiento TMR. El tiempo dedicado a acicalarse, a interactuar con las vecinas, y a olfatear la cama fue el mismo en los dos tratamientos. Tampoco se detectaron diferencias entre tratamientos en la aparición de estereotipias. Por último, el tiempo dedicado por las terneras a no realizar ninguna de las actividades anteriores fue más elevado en SP que en el tratamiento TMR.

Figura 1. Tiempo (en porcentaje) dedicado al día a las actividades de comer, rumiar, beber, descansar y otras actividades en las terneras alimentadas con pienso y paja ofrecidos por separado (SP) o mezclados (TMR). El tiempo de masticación resulta de la suma del tiempo dedicado a la ingesta más el tiempo dedicado a la rumia.



Con el objeto de obtener información acerca de qué variable de ingestión explica una mayor variación del tiempo total dedicado a la masticación, expresado en minutos, se calcularon los coeficientes de determinación correspondientes, resultando que la cantidad de FND ingerida en base al pienso es la variable que explica un 52% de la variación total (Figura 2).

Figura 2. Coeficientes de determinación (R^2) obtenidos mediante regresión lineal entre el tiempo dedicado a la masticación (en minutos) y las variables de ingestión (en kg) que aparecen en el eje de las x, independientemente del tratamiento considerado.



Los resultados presentados nos permiten concluir que la utilización de la mezcla del pienso con el concentrado como método de alimentación de las terneras en cebo intensivo durante el inicio del proceso de cebo permite que los animales dediquen más tiempo a la rumia y a la masticación que los que reciben el pienso y la paja de cereal por separado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Devant et al., 2000. Journal of Animal Science 78: 1667-1676
- González et al., 2008. Journal of Animal Science 86: 1446-1458
- Iraira et al., 2011. Annual Meeting of American Society of Animal Science (submitted)
- Moya et al., 2011. Journal of Animal Science 89: 520-530

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por AGL2008-03729.

EFFECT OF FEEDING METHOD ON BEHAVIOUR OF SIMMENTAL HEIFERS

ABSTRACT: Eight Simmental heifers (118 ± 3.8 kg BW) were used to study the effects of feeding method on animal behaviour in a crossover design experiment. Treatments consisted of feeding concentrate and chopped barley straw as: 1) choice (SP; concentrate and straw in separate feed bunks), or 2) as total mixed ration (TMR; concentrate and straw in one feed bunk). Feeds were offered on an *ad libitum* basis, but always maintaining a concentrate to straw ratio of 90 to 10. The experiment was performed in two 21-d periods, and sampling was carried out in the last week of each period. At the end of each period, the heifers changed treatment, so the final number of animals per treatment was eight. Barley straw was coarsely chopped with a chopping machine. Animal behaviour was video-recorded for 24-h on d 2 and d 6 of each experimental period. Feeding method affected ruminating behaviour but did not affect eating and drinking behaviours. Heifers fed TMR spent more time ruminating than heifers fed concentrate and barley straw separately.

Keywords: animal behaviour, feeding method, growing heifers

EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES FORRAJERAS EN LA DIETA DE LOS TERNEROS LACTANTES EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y SU CONDUCTA ALIMENTARIA

Ll. Castells¹, A. Bach^{1,2} y M. Terré¹

¹IRTA –Producció de Remugants, 08140 Barcelona. *llorenc.castells@irta.cat

²ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats), 08010 Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Existe cierta controversia sobre el tipo de alimento sólido a ofrecer a los terneros lactantes. La ingestión de concentrado estimula el crecimiento de la mucosa ruminal, por la acción de los AGV resultantes de su fermentación, mayoritariamente el ácido propiónico y el butírico (Warner, 1991; Sander et al., 1959). Pero, a su vez, tiene una serie de inconvenientes (menor pH, menor movilidad ruminal e hiperqueratinización de las papilas ruminales) que puede comprometer la absorción de los nutrientes. Referente al forraje, se cree que el principal producto de su fermentación es el ácido acético, que no estimula tanto la mucosa como el butírico. Pero la ingestión de forraje estimula la capa muscular del rumen (Tamate, 1962), aumenta la rumia (Phillips, 2004; Hodgson, 1971), mantiene la integridad y salud de la pared ruminal (Suárez et al., 2007; Haskins, 1962) y reduce problemas de comportamiento (Phillips, 2004). En diferentes estudios donde se ofertaba forraje en dietas de terneros a libre disposición, se observó una mejora en los índices productivos. Con el fin de establecer que fuentes forrajeras pueden mejorar los índices productivos de los terneros en la fase de lactancia, se realizaron tres ensayos donde se ofrecieron diferentes fuentes de forrajes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El primer estudio se realizó con 60 terneros (peso inicial 43.8 ± 5.72 kg y 14.3 ± 5.20 d de edad), el segundo con 59 animales (peso inicial 46.1 ± 4.9 kg y 12.9 ± 3.49 d de edad) y el tercero con 60 animales (peso inicial 45.0 ± 5.4 kg y 15.0 ± 3.8 d de edad). Los animales se alojaron en casetas individuales (1.6 x 1.0 m) y encamados con serrín. Los tres estudios siguieron el mismo manejo. En cada estudio hubo tres grupos tratamientos: el grupo control (CO) consistió en alimentar a los terneros con concentrado (19.5% PB y 16.5%FND) sin ninguna provisión de forraje, y los otros dos tratamientos fueron alimentados con el mismo concentrado más una fuente de forraje a libre disposición. En el primer estudio, los forrajes estudiados fueron heno de alfalfa (AL) y rye-grass (RG) picados (39% >20mm y 43% <8mm; 50% >20mm y 25% <8mm, respectivamente), en el segundo estudio fueron heno de avena (AV) y paja de cebada (CE) picados (28% >20mm y 44% <8mm; 31% >20mm y 35% <8mm, respectivamente), y en el tercer estudio fueron ensilado de maíz (EM) y ensilado de triticale (ET) (1% >20mm y 52% <8mm; 8% >20mm y 60% <8mm, respectivamente). Los terneros recibieron 4 litros de lactorreemplazante (LR) diarios al 12.5% de dilución, repartidos en dos tomas, hasta los 50 días de edad. La semana del día 50 al 56 de edad los terneros sólo recibieron 2 litros de LR al 12.5% de dilución en una toma. El día 57 de edad los terneros fueron totalmente destetados. Concentrado y forraje fueron distribuidos *ad libitum*. El consumo de LR, concentrado y forraje se controló a diario, y los terneros fueron pesados semanalmente.

Con el fin de controlar su comportamiento, 10 animales por tratamiento fueron observados durante una hora después de la oferta de LR y una hora después de la oferta de pienso, las dos semanas anteriores y posteriores al destete.

Previo al análisis estadístico de todos los datos, se analizaron los grupos control de cada uno de los periodos, y al comprobar que no había diferencias entre ellos, se procedió al análisis en conjunto. Los parámetros productivos se analizaron utilizando un análisis de la varianza con medidas repetidas. El modelo estadístico incluía el peso inicial del animal como covariable, el tratamiento, la semana de estudio y su interacción como efectos fijos, y el animal y período como efectos aleatorios. El modelo estadístico para analizar el comportamiento de los animales consistió en un modelo de regresión Poisson con efectos mixtos, que incluía el tratamiento, el tiempo (antes o después del destete) y su interacción como efectos fijos, y el animal anidado con el tratamiento como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los parámetros productivos de este trabajo se presentan en la Tabla 1. A excepción de los terneros AL, todos los otros animales que recibieron forraje en su dieta crecieron más rápido y comieron más concentrado que los animales CO. Entre los animales que comieron forraje, los terneros AV, CE y ET fueron los que crecieron más y los que comieron más concentrado. La ingestión de forraje fue superior en los terneros AL y AV que en el resto de los tratamientos. A pesar de estas diferencias en ingestión y crecimiento, la eficiencia alimentaria fue similar en todos los tratamientos, indicando que la inclusión de forraje en edades tempranas no afectó negativamente a la eficiencia de utilización de nutrientes.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de comportamiento, y sus valores expresan la mayor o menor probabilidad de realizar una conducta de cada uno de los tratamientos en relación con el tratamiento CO. No hubo diferencias entre tratamientos en los comportamientos de estar de pie, estar sentado y comer forraje. En el tiempo dedicado a comer pienso, los animales AL, dedicaron menos tiempo a comer pienso que los animales CO. Los animales AL y RG dedicaron más tiempo que los CO a rumiar, y los animales AL, RG y ET presentaron menos conductas orales no nutritivas que los animales CO.

La inclusión de una fuente de forraje en la dieta del ternero lactante no penaliza el crecimiento del ternero, la ingestión de concentrado y reduce el desarrollo de conductas orales no nutritivas. Además, cuando se ofrece heno de avena, paja de cebada, o ensilado de triticale, los índices productivos presentan una mejora sustancial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Haskins, B.R., Wise, M.B., Craig, H.B., Blumer T.N. and Barrack, E.R. 1969. *J. Anim. Sci.* 29:348-356. • Hodgson, J. 1971. *Anim. Prod.* 13:15-24. • Phillips, C.J.C. 2004. *J. DairySci.* 87:1380-1388. • Sander, E.G., Warner, R.G., Harrison, H.N. and Loosli, J.K. 1959. *J. DairySci.* 42:1600-1605. • Suárez, B.J., Van Reenen, C.G., Stockhofe, N., Dijkstra, J. and Gerrits, W.J.J. 2007. *J. DairySci.* 90:2390-2403. • Tamate, H., McGilliard, A.D., Jacobson, N.L. and Getty, R. 1962. *J. DairySci.* 45:408-420. • Warner, R.G. 1991. *Proc. CornellNutritionConference.* 1-12

EFFECT OF DIFFERENT FORAGE SOURCES ON PERFORMANCE AND FEEDING BEHAVIOUR OF HOLSTEIN CALVES

ABSTRACT: One hundred and seventy-nine Holstein male calves participated in a series of 3 assays to evaluate the effect of different forage sources on performance and feed intake. In the three studies animals were randomly distributed in 3 groups: control treatment, which was repeated in each of the three studies, and consisted on feeding concentrate without any forage supplementation to calves, and the two other treatments were fed the same concentrate plus a free-choice offer of a forage source, that were alfalfa chopped hay, rye-grass chopped hay, oats chopped hay, barley chopped straw, corn silage and triticale silage. Animals receiving oats hay, triticale silage and barley straw grew faster and consume more concentrate than calves in the other treatments. Animals receiving oats hay and alfalfa hay consumed more forage than the calves in the other treatments. Calves offered alfalfa and rye-grass silage dedicated more time to ruminate, and calves offered alfalfa, rye-grass and triticale silage devoted less time to perform non-nutritive oral behaviour than the other animals. In conclusion, free-choice provision of a forage source to young calves improves performance, feed intake and reduces non-nutritive oral behaviour.

Keywords: forage, calves, performance

Tabla 1. Efecto de la oferta y tipo de forraje sobre el consumo y crecimiento de terneros jóvenes

	TRATAMIENTOS ¹							EEM	P-valor
	CO	AL	RG	AV	CE	ET	EM		
GMD ² (kg/d)	0.722 ^c	0.759 ^{bc}	0.844 ^{ab}	0.926 ^a	0.876 ^a	0.880 ^a	0.816 ^{ab}	0.0383	<0.01
ICMS ³ (kg/d)	0.88 ^{cd}	0.76 ^d	0.99 ^{abc}	1.14 ^{ab}	1.06 ^{ab}	1.17 ^a	0.98 ^{bc}	0.028	<0.01
IFMS ⁴ (kg/d)	-	0.120 ^a	0.046 ^b	0.101 ^a	0.060 ^b	0.048 ^b	0.051 ^b	0.0198	<0.01
ITMS ⁵ (kg/d)	1.31 ^d	1.37 ^{cd}	1.49 ^{bc}	1.69 ^a	1.57 ^{ab}	1.66 ^{ab}	1.50 ^{bc}	0.025	<0.01
ITMS ⁵ %PV	2.135 ^d	2.264 ^{cd}	2.362 ^{bc}	2.546 ^a	2.417 ^{abc}	2.536 ^{ab}	2.351 ^c	0.0004	<0.01
IFND ⁶ (kg/d)	0.143 ^e	0.174 ^d	0.180 ^{cd}	0.238 ^{ab}	0.207 ^{bc}	0.247 ^a	0.208 ^{bc}	0.0125	<0.01
IPB ⁷ (kg/d)	0.172 ^d	0.164 ^d	0.183 ^{cd}	0.247 ^a	0.224 ^{ab}	0.233 ^a	0.199 ^{bc}	0.0125	<0.01
EA ⁸	0.5465	0.5417	0.5557	0.5508	0.5598	0.5370	0.5481	0.01260	N.S.

¹ CO =control; AL=alfalfa; RG=rye-grass; AV=avena; CE=cebada; ET=ensilado triticale; EM=ensilado maíz

²Ganancia media diaria; ³ Ingestión concentrado materia seca; ⁴ Ingestión forraje materia seca; ⁵ Ingestión total materia seca; ⁶ Ingestión FND materia seca; ⁷ Ingestión PB materia seca; ⁸ Eficiencia alimentaria (kg ganancia/kg ingestión)

^{a,b,c,d,e} Medias en la misma fila con diferente superíndice indica difieren (P<0.05)

Tabla 2. Efecto de la oferta y tipo de forraje sobre la probabilidad (respecto la actividad al no ofrecer forraje) de realizar distintas conductas

	TRATAMIENTOS ¹					
	AL	RG	AV	CE	EM	ET
De pie	0.85	0.88	0.98	1.15	1.30	1.17
Sentado	0.80	0.99	0.79	0.83	0.84	0.84
Concentrado	0.38**	0.77	1.10	0.94	1.39	0.86
Forraje	1.00	0.97	0.75	1.70	1.93	0.96
Rumia	5.24**	5.40**	2.92	1.40	1.52	2.32
Conductas no nutritivas	0.38**	0.34**	0.79	1.34	0.58	0.21*

¹AL=alfalfa; RG=rye-grass; AV=avena; CE=cebada; ET=ensilado triticale; EM=ensilado maíz

*P<0.10

**P<0.05

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN EN EL PIENSO DE UNA MEZCLA DE SUSTANCIAS FLAVONOIDES (BIOFLAVEX®) SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL E ÍNDICES PRODUCTIVOS EN TERNERAS FLECKVIEH EN CEBO

J. Balcells¹, A. Arís², M. Devant², J. Crespo³ y Seradj¹ A R.

(1) ETSEA Universitat de Lleida, Lleida; (2) IRTA, Barcelona. Spain (3) Exquim, Barcelona. Spain. E-mail:balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCION

En los rumiantes los procesos de intensificación han implicado cambios relevantes en diferentes aspectos de los sistemas de producción, en el caso de la alimentación, la sustitución forrajes por raciones concentradas. Ello ha permitido optimizar los índices productivos y la eficiencia en los procesos de fermentación ruminal. Sin embargo, la utilización de raciones compuestas por una elevada proporción de concentrado inducen ciertas disfunciones en los procesos de fermentación; ej: acidosis. La administración en el pienso de sustancias antibióticas (ionóforos) ha permitido mantener esta disfunción en estado latente. No obstante, su prohibición desde 2006 (EU, 2003) ha justificado la búsqueda de estrategias para reducir la incidencia de dichos procesos. Las plantas producen una extensa variedad de compuestos orgánicos que derivan de su metabolismo secundario, algunas de ellas poseen una actividad antimicrobiana, entre ellas los flavonoides (Tzounis et al 2008).

El presente trabajo se pretendió determinar “in vivo” el efecto de una mezcla comercial de sustancias flavonoides (Bioflavex®) sobre los parámetros productivos y condiciones de fermentación ruminal en terneras sometidas a un sistema de cebo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cuarenta y ocho terneras, Fleckvieh, (PV 317± 5.34 Kg) estabuladas en corrales semi-cubiertos con suelo de cemento. Al inicio, tras el pesaje de las terneras fueron distribuidas en función del PV en 4 bloques (12 animales/bloque) y cada bloque se alojó en 2 corrales (6 animales/corral). Un corral de cada bloque fue asignado a cada uno de las raciones experimentales, control o flavonoides (en adelante CTR y FL, respectivamente) y consistieron en la administración “ad libitum” del concentrado correspondiente y la paja. Dieciséis terneras (2 an/corral) fueron canuladas en el rumen. El proceso de canulación se ajusto a las pautas establecidas por el comité de bienestar animal del IRTA.

La dieta consistió en un pienso compuesto, presentado en forma de harina, y paja de cebada. Los concentrados se formularon en base a los siguientes ingrediente principales (% sobre MS) Maíz grano (44) Cascarilla de soja (17) Salvado de Trigo (17) harina de soja (8) y Gluten de maíz (5) para cubrir las necesidades establecidas en AFRC (1993). Los piensos fueron suplementados (300 mg/Kg MS) con (Flavonoides, FL) o no (Control, CTR) con una mezcla comercial de sustancias flavonoides (Bioflavex® Exquim SL, Sant Cugat, Barcelona) y cuya composición declarada es, 20 % de naringina, 40 % de extracto de naranja amarga, utilizando la sepiolita como excipiente (c.s.p. 100 %).

Tras la adaptación de los animales al pienso experimental (5 días), se inició la prueba con un peso medio inicial de las terneras de 322.8± 3.25 Kg y finalizó a los 70 días cuando los animales alcanzaron el peso al sacrificio de 402.1±5.25 Kg (Tabla 1). Durante este período, el concentrado y la paja fueron administrados “ad libitum” en comederos separados atendiendo a la cantidad de residuos. El peso de las terneras, el alimento y sus restos no ingeridos fueron controlados semanalmente.

Tras el control semanal se procedió al muestreo ruminal de las terneras canuladas a las 2, 4 y 8 h tras el suministro del alimento (circa 200 ml). En el líquido ruminal extraído mediante una bomba de vacío, se determinó inmediatamente el pH, se filtró y se extrajeron y acidificaron dos muestras para la determinación de la concentración de NH₃ y AGV, respectivamente. Simultáneamente se obtuvieron también las muestras de orina por masaje vulvar. Las muestras se almacenaron congeladas (-20 C) hasta su posterior análisis.

El crecimiento diario, parámetros ruminales y excreción urinaria de derivados púricos DP se analizaron siguiendo un modelo mixto de análisis de varianza con medidas repetidas, el

modelo incluía el bloque, el tratamiento (CTR vs. FL) tiempo y la interacción tratamiento por tiempo como efectos fijos y el animal como aleatorio. El tiempo fue considerado como un factor de repetición y el animal anidado dentro de cada tratamiento fue considerado como el error residual. La ingestión de concentrado, paja y el índice de transformación fueron analizados de forma similar pero utilizando el efecto corral como aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presenta el peso vivo inicial y final (Kg) la ganancia media diaria (Kg/d), la ingestión (Kg MS/d) de concentrado, paja y la total. También se presenta el índice de transformación considerando sólo la ingestión de concentrado. Numéricamente, la suplementación del pienso con la mezcla comercial de flavonoides dio lugar a un incremento en la ganancia de peso diaria que no se reflejó en un incremento en el consumo de pienso, por ello el índice de transformación de estos animales fue menor. Las diferencias en ningún caso alcanzaron significación estadística y ello podría estar relacionado con la elevada variación residual, que alcanzo niveles próximos al 10 % (CV = 9.37 %). Elevada variación residual (CV) podría estar determinada por dos factores, los bajos ritmos de crecimiento registrados y la elevada heterogeneidad de los animales experimentales, puesta de manifiesto en la variación registrada en el peso inicial.

Item	Tratamiento		ES	Significación		
	CTR	FL		Trat.	Tiempo	TxT
Peso Inicial (Kg)	325.1	320.5	3.25	ns	-	-
Peso Final(Kg)	402.8	401.4	5.25	ns	-	-
Incremento de Peso (Kg/d)	1.09	1.16	0.093	ns	***	ns
Ingestión de Pienso (Kg MS/d)	6.60	6.20	0.178	ns	0.01	ns
Ingestión de Paja (Kg MS/d)	0.83	0.95	0.030	0.01	ns	ns
Ingestión Total (Kg MS/d)	7.43	7.15	0.171	ns	ns	ns
IT[concentrado]	6.03	5.33	0.159	ns	ns	ns

ns: no significativo; T; P<0.1; *: P<0.05; **: P<0.01; P<0.005

Tabla 1: Valores medios de los parámetros productivos obtenidos en la prueba de cebo.

Son escaso los trabajos en los que se analice el efecto de los extractos de flavonoides sobre los diferentes parámetros productivos De Freitas *et al.*, (1990) utilizando própolis como fuente de flavonoides demostró, en vacuno lechero, un incremento significativo en la producción de leche, mejora que no pudo demostrar Devant *et al.*, (2007) quien al utilizar otro tipos de extractos ricos en sustancias flavonoides no pudo observar un efecto claro ni en los ritmos de crecimiento ni en los índices de transformación registrados en terneros sometidos, también a un régimen de cebo intensivo. En este último caso el extracto vegetal combinada una mezcla de extractos que contenía, a parte de las sustancias flavonoides, otros compuestos secundarios como saponinas o sarsaponimas, cuyo efecto a nivel ruminal o a nivel de parámetros productivos han sido previamente descritos (Francis *et al.*, 2002).

La administración de flavonoides sí modifico los parámetros indicativos de la fermentación ruminal (Tabla 2). Así, las terneras que recibieron el pienso con flavonoides mostraron mayor nivel de pH (P<0.001), y este disminuyó en ambos casos (CTR y FL) tras la administración del alimento (P<0.005) aunque no se apreciaron diferencias entre las 2 y las 4 horas post-ingestión. El mayor nivel de pH no reflejó las mayores concentraciones de AGV (mmol/l), registradas en este grupo (73.3 vs 63.4; P<0.05, para FL y CTR respectivamente) por ello nuestros resultados podrían confirmar que el pH ruminal puede estar gobernado por otros factores además de la concentración ruminal de AGV. La concentración de AGV incrementó de forma significativa (P<0.005) tras la administración del alimento reflejando, probablemente, los niveles de ingestión. En cualquier caso, los niveles de pH registrados en el ensayo coinciden con los descritos en literatura para este tipo de animales y raciones.

La presencia de flavonoides modificó el perfil de AGV, redujo la proporción relativa de ácido acético (54 vs 59; P<0.005) a favor de la de propiónico (35 vs 28; P<0.05) sin que se viese

afectada la proporción de ácido butírico. Este efecto, además, fue dependiente de la hora post-ingestión de alimento, las diferencias en las proporciones molares de AGV fueron máximas a las dos horas tras el administración del alimento y ello se reflejó en una interacción significativa entre el tratamiento experimental y la hora de muestreo (T x H; $P < 0.05$).

Item	Tratamiento		Hora			ES	Significación		
	CTR	FL	0	2	4		Trat	Hora	TxH
pH	6.09	6.42	6.59	6.07	6.11	0.175	***	***	ns
N-NH ₃ (mg/100ml)	41.5	10.2	27.0	29.0	21.6	18.26	*	***	ns
AGV (mmol/l)	63.4	73.3	61.3	74.3	69.4	2.57	*	***	ns
AGV(mmol/mmol)									
Acético	59.4	54.1	59.0	53.5	57.3	1.102	*	***	**
Propiónico	28.1	35.0	30.0	33.1	31.2	1.014	**	***	***
Isobutírico	1.93	0.58	0.93	1.85	0.72	5.195	ns	ns	**
Butírico	7.9	7.6	6.9	8.5	7.81	0.34	ns	***	***
Isovalerico	1.71	1.23	1.60	1.42	1.40	0.102	*	ns	ns
Valérico	1.84	1.49	1.57	1.63	1.57	0.097	ns	ns	ns
Relación A/P	2.34	1.65	2.07	1.92	1.99	0.124	*	ns	***

ns: no significativo; T; $P < 0.1$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; $P < 0.005$

Tabla 2: PH, concentración de amoníaco (mg/dl), concentración (mmol/l) y proporciones de ácidos grasos volátiles (mol/mol) en el líquido ruminal extraído de terneras (n=16) Fleckvieh alimentadas en un régimen de cebo intensivo donde el concentrado fue suplementado (FL) o no (CT) con (Bioflavex®; 0.3%).

Si la tasa DP/Creatinina es un índice relacionado con los niveles de síntesis de proteína microbiana en el rumen (Martin-Orúe et al 2000). El hecho de que dichas tasas fueran mayores en las terneras que recibieron flavonoides en el pienso (1.18 vs 1.37; ES 0.089 para CTR y FL respectivamente), ello indicaría que los niveles de producción microbiana serían superiores en dicho grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

De Freitas, A., De Souza, J.C., Lana, R.P., Antonangelo, R.P. y De Freitas, A.A. (1990). *J. Anim. Sci.*, **90** Suppl. 1 Pag 105 Martín-Orue, S.M. Balcells, J. Guada, J.A. Fondevila, M(2000) *Anim Feed Sci Technol*, **88**, 171-188; Devant, M. Anglada, A. y Bach, A. (2007) *Anim. Feed Sci Technol.* **13**, 46-57; Francis, G., Z. Kerem, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2002. *Br. J. Nutr.* **88**: 587-605; Tzounis, X, Vulevic, J. Gunter, G. C. Kuhnle, George, T, Leonczak, J., Gibson, GR. Kwik-Urbe, K. Spencer. *JPE (2008) Br. J. Nutr.* **88**, 782-792

EFFECT OF FLAVONOIDS (BIOFLAVEX®) SUPPLEMENTATION ON GROWTH PARAMETERS AND RUMEN FERMENTATION IN YOUNG FLECKVIEH HEIFERS CONSUMING HIGH LEVES OF CONCENTRATE

ABSTRACT: Forty eight heifers were used in a complete randomized design to study the effects of a blend of flavonoids rich plant extract (Bioflavex®) supplementation on performance and rumen fermentation of Fleckvieh heifers fed high concentrate diets. Concentrate and straw were both offered ad libitum. The concentrate was supplied along (Treatment CTR) or supplemented with 300 mg/kg DM of Bioflavex® (FL). Body weight (BW), and group concentrate and straw consumptions were recorded weekly. Moreover, sixteen heifers were cannulated to study rumen pH, ammonia nitrogen, and volatile fatty acid concentrations. At 70 d of study, when the first animals reached the target BW, no differences in final BW or ADG were recorded. However, rumen pH was lower ($P < 0.001$) and rumen molar concentrations of propionic acid were higher ($P < 0.05$) in FL compared with CTR heifers. In heifer fed high-concentrate diets, flavonoids plant extract supplementation did not improve significantly growth but rumen fermentation conditions improve significantly.

Keywords: Heifers, Plant extracts, rumen, Flavonoids

EFFECTO DE LA SUBALIMENTACION NITROGENADA Y EL TIPO DE ENERGIA SOBRE LOS NIVELES DE CIERTOS MICROORGANISMOS RUMINALES EN VACAS LECHERAS

Belanche¹, A., Moorby¹, J.M., Doreau², M. y Newbold¹ C.J.

¹IBERS, Aberystwyth University, SY23 3EB, UK.

²INRA, Herbivore Research Unit, 63122 Saint-Genès Champanelle, France. aib@aber.ac.uk

INTRODUCCIÓN

Las vacas lecheras presentan una eficiencia de utilización del N dietético (EUN) en torno al 25%, siendo esta muy inferior a la observada en monogástricos. Dicha ineficiencia supone importantes pérdidas de N a través de heces y orina que, unido a las altas densidades de animales, puede ocasionar problemas medioambientales como la eutrofización del suelo y la contaminación de los acuíferos. Por lo tanto, la optimización de la EUN, manteniendo similares niveles productivos, representa un reto para el sector lácteo.

Nitrógeno y energía son los dos requisitos indispensables para que los microorganismos ruminales realicen una correcta fermentación y síntesis microbiana, por lo tanto, la adecuada elección del tipo de carbohidrato y del nivel de proteína en la dieta constituyen dos aspectos clave. La disminución del aporte de proteína degradable origina un incremento de la EUN en el rumen (Bach et al., 2005), sin embargo, dicha estrategia puede limitar la síntesis microbiana por unidad de energía degradable (Hoover and Stokes, 1991). De manera similar, una moderada suplementación con carbohidratos fácilmente fermentables suele mejorar la función ruminal, pero un exceso de los mismos puede ocasionar alteraciones de la microbiota ruminal y procesos acidóticos. Por ello, el conocimiento de los microorganismos ruminales, sus inter-relaciones y sus necesidades nutricionales, puede suponer una importante ayuda a la hora de evaluar nuevas estrategias nutricionales.

El objetivo del presente ensayo fue estudiar el efecto que ocasiona una sustancial disminución del aporte de proteína dietética sobre las poblaciones microbianas que habitan el rumen de vacas lecheras cuando son alimentadas con dos tipos de carbohidratos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuatro vacas Holstein a mitad de lactación (662±62 kg de peso vivo y 30.3±1.2 kg leche/d) provistas con cánula ruminal fueron utilizadas siguiendo un modelo de cuadrado latino 4x4. Los 4 dietas experimentales fueron iso-energéticas y elaboradas a base de heno/silo de hierba y concentrado (70:30 en MS) consistieron en dos niveles de proteína (Alto; 110% vs. Bajo; 80% de los requerimientos en proteína degradable) y dos tipos de carbohidratos (ratio FND/almidón 2.85 vs. 1.31). Tras cuatro semanas de adaptación el contenido ruminal (300 g MF) fue muestreado a las 0, 2.5 y 5 horas post-ingestión durante tres días alternos. Dicho contenido fue inmediatamente congelado, liofilizado y tras ser molido se procedió a la extracción del ADN utilizando un kit comercial (QIAamp DNA mini kit, Qiagen). El último día de cada periodo se procedió al aislamiento de bacterias (Pérez et al., 1998) y protozoos ruminales (Sylvester et al., 2004) que fueron utilizados como estándares en la PCR cuantitativa. La abundancia relativa de las diferentes especies bacterianas se estableció respecto a bacterias totales utilizando el método propuesto por Stevenson y Weimer, (2007) y haciendo correcciones en función de la eficiencia de amplificación. El análisis estadístico consistió en un modelo de medidas repetidas (REML, GenStat, 10ª edición) donde el nivel de proteína, tipo de carbohidrato y momento de muestreo fueron los efectos fijos y el animal fue considerado como aleatorio. Ninguna interacción sustancial fue encontrada entre los factores estudiados, por lo que únicamente los factores principales son presentados en las tablas (ns, no significativo; T, P<0.1; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El momento de muestreo no modificó la concentración ruminal de los microorganismos con un crecimiento rápido (bacterias proteolíticas y amilolíticas), sin embargo ocasionó importantes diferencias en aquellos microorganismos con un elevado tiempo de generación. En este sentido; protozoos (P<0,001), hongos (P<0,01), metanógenos (P<0,001) y bacterias celulolíticas (*R. flavefaciens* P=0,09, *F. succinogenes* P<0,001 y *B. fibrisolvens* P<0,05) mostraron su máximas concentraciones ruminales antes de la ingesta de alimento, transcurridas 5h todavía no se habían recuperado los niveles iniciales de los mismas.

Tabla 1. Efecto del momento de muestreo sobre la concentración ruminal de ciertos microorganismos.

	Tiempo post-ingesta			SED n=16	Significación Tiempo
	0h	2.5h	5h		
Bacterias (mg ADN/g MS)	3,21 ^a	2,37 ^b	2,67 ^b	0,154	***
Protozoos (mg ADN/g MS)	0,86 ^a	0,39 ^b	0,36 ^b	0,095	***
Abundancia relativa (%)					
<i>Ruminococcus albus</i>	0,09	0,08	0,07	0,011	ns
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	0,38 ^a	0,35 ^{ab}	0,30 ^b	0,036	T
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	1,43 ^a	1,03 ^b	0,89 ^b	0,102	***
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	1,40 ^a	1,12 ^b	1,33 ^{ab}	0,111	*
<i>Prevotella ruminicola</i>	12,2	11,3	11,0	1,643	ns
<i>Prevotella bryantii</i>	0,13	0,12	0,13	0,035	ns
<i>Selenomonas ruminantium</i>	0,03	0,03	0,03	0,005	ns
<i>Streptococcus bovis</i>	0,07	0,10	0,10	0,036	ns
<i>Megasphaera elsdenii</i>	0,01	0,01	0,02	0,013	ns
<i>Anaerovibrio lipolytica</i>	0,02	0,01	0,01	0,005	ns
Metanógenos	0,26 ^a	0,20 ^b	0,18 ^b	0,016	***
Hongos anaerobios	0,93 ^a	0,75 ^b	0,63 ^b	0,088	**

La reducción del contenido dietético en proteína digestible en el intestino (de 96 a 70 PDIN/kg MS) originó una ligera reducción de la producción de leche (-9.2%), sin embargo ello supuso un importante descenso en las emisiones de N urinario (-52%), con la consiguiente mejora en la EUN (del 25 al 29%, Fanchone et al., 2011a). *Prevotella* es de los pocos microorganismos ruminales capaces de degradar oligopéptidos en aminoácidos (Wallace et al., 2001), ello explica la disminución de la abundancia de *P. bryantii* (P<0,05) y el subsecuente decremento de la concentración ruminal de amonio (de 13.9 a 7.3 mg/dl, Fanchone et al., 2011b) en las vacas que recibieron una sub-alimentación proteica. Dicha disminución de amonio fue acompañada con una reducción, tanto de la concentración de bacterias totales (P<0,001, Tabla1), como de la proporción de bacterias consumidoras de amonio (*R. albus*, *F. succinogenes*, *B. fibrisolvens*). La disminución de la proporción de bacterias celulolíticas, unido al de hongos anaerobios (P<0,001) y protozoos ruminales (P=0.17) podría explicar también el decremento de la digestibilidad de la MO observada (3 unidades porcentuales) en situaciones de sub-alimentación nitrogenada. Además estos tres grupos microbianos (bacterias celulolíticas, hongos y protozoos) son los mayores productores de H₂ a nivel ruminal, por lo que su disminución también fue acompañada por la de metanógenos (P<0,001), que utilizan dicho H₂ como sustrato.

Sorprendentemente la sustitución de FND por almidón en la dieta no ocasionó significativas mejoras de la digestibilidad ruminal ni total (Fanchone et al., 2011b), aunque originó un incremento de las bacterias amilolíticas (*S. ruminantium* P<0,05 y *M. elsdenii* P=0,05), así como de *R. flavefaciens* (P<0,001). Contrariamente, las dietas ricas en fibra propiciaron un incremento en las concentraciones de protozoos (P<0,05), hongos anaerobios (P<0,001), *R. albus* (P<0,001) y *S. bovis* (P<0,05) lo que pone de manifiesto la magnífica capacidad de dichos microorganismos para hacer un eficiente uso de alimentos fibrosos. Nuevamente el incremento de protozoos, hongos y bacterias celulolíticas fue acompañado con un aumento de los metanógenos. La capacidad predatoria de los protozoos ruminales, tradicionalmente se ha asociado a un ineficiente uso del N dietético a nivel ruminal. Dicho fenómeno quedó patente al utilizar dietas fibrosas, pues la mayor concentración de ADN protozoario fue acompañada con un incremento en los niveles ruminales de amonio (de 7.5 a 13.8 mg/dl), un menor flujo duodenal de N-no amoniacal (por N ingerido) y una menor contenido proteico en la leche (P<0,05, Fanchone et al., 2011b).

A pesar de todos estos cambios en el ecosistema ruminal, los tratamientos experimentales no modificaron ni el flujo duodenal de N microbiano ni la eficiencia de síntesis microbiana (Fanchone et al., 2011b), lo que pone de manifiesto la gran capacidad de dicho ecosistema

para adaptarse a situaciones de sub-alimentación proteica. Los mejores valores en la EUN (29.9%) fueron obtenidos cuando las vacas fueron sub-alimentadas en proteína y suplementadas con almidón, coincidiendo con los menores niveles ruminales de amonio, protozoos, hongos anaerobios, metanógenos y ciertas bacterias celulolíticas.

Tabla 2. Efecto del aporte de proteína degradable y el tipo de carbohidrato sobre la concentración ruminal de ciertos microorganismos.

	Proteína		Energía		SED n=24	Significación	
	Alta	Baja	Fibra	Almidón		Proteína	Energía
Bacterias (mg ADN/g MS)	2,94	2,56	2,76	2,74	0,126	**	ns
Protozoos (mg ADN/g MS)	0,59	0,48	0,62	0,45	0,077	ns	*
Abundancia (%)							
<i>R. albus</i>	0,10	0,06	0,09	0,07	0,009	***	T
<i>R. flavefaciens</i>	0,36	0,32	0,24	0,44	0,029	ns	***
<i>F. succinogenes</i>	1,25	0,99	1,10	1,14	0,083	***	ns
<i>B. fibrisolvens</i>	1,49	1,08	1,25	1,32	0,091	***	ns
<i>P. ruminicola</i>	11,5	11,6	11,0	12,1	1,34	ns	ns
<i>P. bryantii</i>	0,16	0,10	0,14	0,11	0,029	*	ns
<i>S. ruminantium</i>	0,03	0,03	0,02	0,03	0,004	ns	*
<i>S. bovis</i>	0,08	0,10	0,12	0,06	0,030	ns	*
<i>M. elsdenii</i>	0,00	0,02	0,00	0,02	0,010	ns	T
<i>A. lipolytica</i>	0,02	0,01	0,01	0,02	0,004	ns	ns
Metanógenos	0,89	0,65	0,97	0,57	0,071	**	***
Hongos anaerobios	0,23	0,19	0,24	0,18	0,013	***	***

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Bach, A., Calsamiglia, S. & Stern, M. D. 2005. J. Dairy Sci. 88 Sup. 1, E9-21 •Fanchone, A., Doreau, M. & Nozière, P. 2011a Procc. BSAS •Fanchone, A., Nozière, P., Portelli, J., Chauveau-Duriot, B., Largeau, V. & Doreau, M. 2011b Procc. BSAS •Hoover, W.H. & Stokes, S.R. 1991 J. Dairy Sci. 74:3630-3644 •Pérez, J.F., Balcells, J., Fondevila, M. & Guada, J.A. 1998 Aus. J. Agri. Res. 49:907-914 •Stevenson, D.M. & Weimer, P.J. 2007. Appl. Microbiol. Biotech. 75:165-174 •Sylvester, J.T., Karnati, S.K.R., Yu, Z.T., Morrison, M. & Firkins, J.L. 2004 J. Nutr. 134:3378-3384 •Wallace, R.J., Newbold, C.J., Bequette, B.J., MacRae, J.C. & Lobley, G.E. 2001 Asian-Australasian J. Anim. Sci. 14:885-893

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la UE, FP7, KBB-2007-1.

EFFECT OF N UNDERFEEDING AND TYPE OF ENERGY ON THE NUMBERS OF CERTAIN RUMEN MICROORGANISM IN DAIRY COWS:

Four rumen and duodenally-cannulated dairy cows were fed diets with two levels of degradable protein (110 vs. 80% of requirements) and two types of carbohydrates (NDF/starch of 2.8 and 1.3) according to a 4x4 Latin square. Rumen contents were sampled at 0, 2.5 and 5h after feeding and lyophilized for DNA extraction. Ruminal abundance of bacteria, protozoa, anaerobic fungi, methanogens and ten bacterial species were determined by quantitative PCR. Ruminal levels of microorganisms with a long generation time decreased significantly after feeding. Low protein diets decreased the rumen concentration of total bacteria (-13%) and the relative abundance of *P. bryantii* (-37%), methanogens (-21%), anaerobic fungi (-27%) and cellulolytic bacteria such as *R. albus* (-39%), *F. succinogenes* (-21%) and *B. fibrisolvens* (-28%). High starch diets led to a decrease of ruminal amount of protozoa (-28%), fungi (-42%), methanogens (-25%), *R. albus* (-20%) and *S. bovis* (-51%) but promoted an increase of *R. flavefaciens* (+78%), *S. ruminantium* (+43%) and *M. elsdenii* ($P = 0.05$) with respect to those levels observed in high fibrous diets. A negative relationship was observed between the efficiency of N utilization by the cow and the ruminal abundance of cellulolytic bacteria, fungi, protozoa and methanogens.

Keywords: bacteria, protozoa, quantitative PCR, rumen

EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN EL VACUNO LECHERO

Rodríguez-Prado, M.E., Calsamiglia, S. y Ferret, A.

Servei de Nutrició i Benestar Animal. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193. Bellaterra-
Barcelona, España.

e-mail: maria.rodriquez.prado@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La eficiencia de utilización del nitrógeno en el vacuno lechero (EUN), expresada como la cantidad de nitrógeno proveniente de la dieta que es incorporado en forma de proteína en la leche es relativamente baja (media próxima al 25%) y presenta una elevada variabilidad (rango 14–45 %; Huhtanen y Hristov, 2009), sobre todo si se compara con otras especies de animales de granja (p.e. cerdos y aves; Khon et al., 2005). No obstante, la existencia de una elevada variabilidad es indicativa de ser un parámetro susceptible de ser mejorado. Para ello se puede actuar ya sea mediante la optimización de los aportes de proteína en la dieta o minimizando las vías de excreción (Børsting et al., 2003). Con el objetivo de evaluar la EUN desde la perspectiva del perfil de la dieta y el nivel de producción, se realizó un estudio comparativo a partir de datos bibliográficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención de los datos se realizó una búsqueda y recopilación de información publicada en revistas indexadas internacionales proveniente de estudios en vacuno lechero en Norteamérica (NAM; n=35; 88,6% de Estados Unidos) y Europa (EUR; n=43). Los datos provenientes de estudios realizados en NAM corresponden a experimentos publicados entre los años 1999 y 2009, con dietas fundamentalmente a base de silo de maíz ofrecidas en raciones completas mezcladas. Los datos de estudios en EUR fueron obtenidos a partir de experimentos llevados a cabo entre los años 1995 y 2008, en cuyo caso las dietas utilizadas incluían generalmente forrajes verdes o ensilado de hierbas.

Los criterios de selección de los experimentos se basaron en la existencia de datos mínimos referidos a peso vivo del animal, días en lactación, ingestión diaria, composición nutritiva de la dieta, así como los datos referidos a la producción y composición de la leche. La EUN, se expresa de dos formas: a) relación porcentual entre la cantidad de nitrógeno incorporado en la leche y la cantidad de nitrógeno ingerido en la ración y b) relación entre la cantidad de N ingerido y la leche producida (corregida a 3,5% grasa). Con los datos obtenidos se calcularon los parámetros básicos de estadística descriptiva (media, desviación estándar, mínimo, máximo), así como la distribución en los percentiles superior e inferior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros relacionados con la dieta y el animal, calculados a partir de los datos provenientes de estudios experimentales realizados en Norteamérica y Europa, ordenados según la EUN para el cálculo de los percentiles inferior (25%) y superior (75%). La EUN media global fue de $26,9 \pm 4,33$ (Rango= 15,7 – 44,0 %; 23,5 y 30,2 % para los percentiles inferior y superior, respectivamente).

Cuando los datos se discriminaron según su origen se observó que, para el caso de Norteamérica, la mayor EUN se obtiene en vacas de alta producción de leche, cuando se reduce el aporte de proteína y se aumentan los carbohidratos no fibrosos en la dieta. Es decir que la tendencia debe ser continuar alimentando a las vacas para maximizar la

producción lechera. En el caso de los datos provenientes de Europa, la mayor EUN correspondió a aquellos tratamientos que incluían un menor aporte de forrajes y de proteína proveniente del forraje, y se obtiene en vacas con mayor producción de leche e ingestión de MS. En este caso, los resultados sugieren que la mayor EUN se obtiene cuando se utilizan forrajes de “baja” calidad (bajo contenido de PB y moderada proporción de FND). Aunque esto pareciera ir en contra de una mejora de la productividad global, es cierto que aporta pistas para focalizar la investigación futura en la mejora de la utilización del nitrógeno del forraje. En este sentido, la definición de un buen forraje desde el punto de vista productivo y medioambiental sería aquel con buena digestibilidad e ingestibilidad (bajos en FND y FAD), pero con niveles proteicos moderados o bajos. En ambas situaciones, una mayor productividad se asocia con una menor excreción urinaria de N (Tabla 1), compatible con una reducción de la contaminación medioambiental.

Cuando el enfoque del análisis de los datos se realizó desde la perspectiva de maximizar la producción de leche, una vez más se observó una asociación positiva entre producción y EUN. Por lo tanto, pareciera que la clave está en lograr optimizar la formulación de raciones para lograr un uso eficiente del nitrógeno aportado en la dieta y maximizar la producción en el vacuno lechero. También destaca la importancia de identificar y minimizar las fuentes de variación relacionadas con la dieta suministrada, para mejorar la utilización del N y, con ello reducir el impacto negativo de la excesiva excreción de N al medioambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Børsting, C. F., T. Kristensen, L. Misciattelli, T. Hvelplund, and M. R. Weisbjerg. 2003. Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livest. Prod. Sci.* 83: 165–178.
- Huhtanen, P. and Hristov, A. N. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 3222–3232.
- Kohn, R. A, M. M. Dinneen and E. Russek-Cohen. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *J. Anim. Sci.* 83: 879–889.

NITROGEN USE EFFICIENCY IN DAIRY CATTLE

ABSTRACT. A comparative study was conducted to determine the dietary and production performance parameters associated with the efficiency of N utilization (g milk protein/100 g N intake) in dairy cattle. Data from published papers on dairy trials conducted in the US (n=35) and the EU (n=43) were collected and results summarized. The higher and lower quartiles were compared. Average efficiency of N utilization was low and similar between the US and EU trials (26.9 and 27.0, respectively). However, the dietary profile and conditions that determined the highest efficiency differed between the two dataset. In the US dataset, with diets based in corn silage, the highest efficiency was obtained in highest producing animals, and increased as the level of non-fiber carbohydrates increased and the level of protein decreased. In the EU dataset, the highest efficiency was also obtained in the highest producing animals, but in diets containing low forage and forage with high fiber and low protein content. Data indicate that highest producing animals have better efficiency of N utilization, and that research to reduce N emission to the environment in the EU should concentrate on the development of forages with high digestibility and intake (low in fiber) but low in protein content.

Tabla 1. Características relacionadas con la dieta y el animal según los datos utilizados en el estudio comparativo del vacuno lechero en Norteamérica y Europa¹.

Item	Estudios en Norteamérica				Estudios en Europa					
	n ³	Media	DE	Percentil 25%	Percentil 75%	n	Media	DE	Percentil 25%	Percentil 75%
<i>Características relacionadas con la dieta e ingestión de nutrientes</i>										
PB en la ración ² , % MS	168	16,8	2,0	17,9	15,4	287	17,2	2,7	20,1	14,8
FND en la ración, % MS	160	31,1	4,9	32,0	29,6	110	37,7	4,0	37,8	36,1
CNF en la ración, % MS	115	41,9	6,9	37,8	44,8	60	32,1	6,3	27,0	39,4
Forraje en la ración, % MS total	165	26,9	4,4	21,9	32,8	305	59,4	11,6	66,5	56,9
Ingestión de MS, kg/d	163	23,2	2,2	23,8	22,8	305	18,7	2,7	17,9	18,9
N ingerido, g/d	168	624	106,1	677	564	305	515	100,4	576	454
<i>Características relacionadas con el animal</i>										
Peso vivo, Kg	160	633	46,6	637	632	221	579	47,6	545	618
Periodo de lactación, d	168	120	60,8	129	112	290	89	39,1	100	84
Producción de leche, kg/d	168	34,3	6,6	30,6	37,8	305	26,8	5,0	24,2	27,9
Producción de leche corregida (PLC; 3.5% grasa), Kg/d	166	34,9	6,2	31,8	38,2	305	29,9	5,4	26,8	31,2
Contenido de PB leche, %	168	3,11	0,2	3,11	3,12	305	3,27	0,3	3,21	3,34
N excretado en leche, g/d	168	165,9	29,2	147,8	184,6	305	137,0	26,3	121,8	145,3
N excretado en orina	80	209,6	55,7	247,3	166,0	48	190,5	68,7	246,8	137,6
EUN (gN en leche/ 100 g N ingerido)	168	26,9	4,42	21,9	32,8	305	27,0	4,3	21,2	32,1
EUN (g N ingerido/ kg PLC)	166	18,2	3,0	21,5	14,8	305	17,4	3,1	21,3	14,5

¹ Datos provenientes de estudios experimentales en Norteamérica (n= 33) y Europa (n= 45). ² Estimado según el contenido de PB en el forraje y el concentrado suministrado.

³ Número de observaciones para la estimación de cada una de las variables.

INFLUENCIA DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN EN LA CEBA DE TERNEROS: PIENSO Y PAJA VS. MEZCLA COMPLETA HÚMEDA.

A. Gómez, J. Gómez*, R. Santos*, E. Díaz**, F. Maroto, J.M. Serradilla
Dpto. Producción Animal. Campus de Rabanales. CN IV km 396. 14014 Córdoba.
pa1gocaa@uco.es

* Grupo de Cárnicos y **Dpto. Nutrición (COVAP)

INTRODUCCIÓN

En España, los sistemas de ceba de terneros más habituales se basan en la uso de pienso compuesto y paja de cereal, suministrados ambos *ad libitum* (García Rebollar et al., 2008). Este sistema facilita un máximo consumo de nutrientes y, como consecuencia de ello, debería asegurar una máxima velocidad de crecimiento. Sin embargo, el alto contenido en almidones de la mayor parte de estos concentrados supone un riesgo latente de provocar acidosis ruminal, lo que, de producirse, mermaría la eficacia del engorde. Por otra parte, este tipo de ración supone un uso poco eficiente de la energía disponible en los alimentos concentrados, que podría ser utilizada de forma más eficiente en la alimentación de los animales monogástricos (cerdos y aves) e, incluso, directamente por el hombre, lo que, en determinados círculos de opinión, es rechazado por inadecuado y antinatural, aunque da lugar a una canal y una carne cuya apariencia es mayoritariamente preferida por la mayor parte de los consumidores.

En el caso del vacuno lechero, para evitar los riesgos de acidosis y alcanzar altas producciones, se utilizan mezclas completas o *unifeed*, en las que se incorpora un nivel inferior de concentrados, mezclados con los forrajes, que son consumidos conjuntamente por el animal, de manera que se consigue un mayor equilibrio en las fermentaciones ruminales. Por otra parte, la incorporación de forrajes verdes introduce un componente que podría otorgar a este sistema, en comparación con el tradicional, una cierta imagen de alimentación más natural. Sin embargo, aunque este sistema se utiliza normalmente en la cría y recría de las novillas de reposición en los rebaños de leche, se desconoce cual puede ser la respuesta productiva en el caso de la ceba de los terneros para carne, en relación al sistema tradicional.

El objetivo del presente trabajo es el de comparar los resultados productivos obtenidos en dos cebaderos de terneros, controlados por una misma empresa cooperativa, utilizando en uno pienso y paja *ad libitum* y mezcla completa húmeda en el otro.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP) existen dos cebaderos de terneros. En el primero (denominado como "pienso"), con 3500 plazas de cebo, se utiliza un sistema de engorde a base de pienso compuesto y de paja, suministrados ambos *ad libitum*. En el segundo (denominado como "mezcla"), con 4800 plazas de engorde, se utiliza un sistema de alimentación a base de mezclas completas, compuestas de pienso (59,7%) ensilado de maíz (33,7%) y paja de cereal (6,6%). En ambos casos se utilizan tres tipos de piensos a lo largo de la fase de engorde (distintos según el sistema de ceba): adaptación, crecimiento y acabado, diferenciándose también en función del sexo del animal, para machos y para hembras.

A la entrada al cebadero los animales fueron pesados individualmente y clasificados en 7 categorías a efectos de pago al ganadero. Una vez cebados se sacrificaron en el matadero de la cooperativa, situado a unos 15 km del primer cebadero y unos 70 km del segundo. El transporte se realizó por la tarde del día previo a la matanza y en cada camión se transportaron sólo animales de un mismo matadero y sexo. La matanza se realizó por desangrado, previo aturdimiento y pesada individual del animal.

Posteriormente se determinó también el peso de su canal, se clasificó ésta según el sistema SEUROP y se valoró su nivel de engrasamiento.

Se han obtenido los siguientes datos de 2759 terneros, que completaron su ceba entre el 15 de febrero y el 15 de junio del año 2010: fechas de nacimiento, de entrada en el cebadero, de salida del cebadero y de sacrificio; cebadero donde se cebó; tipo racial (Avileña; Cruzado 50%; Cruzado 75%; Cruzado (nivel indefinido); Frisón; Morucha; Retinta); sexo; peso individual de entrada, peso medio de salida de los terneros transportados en un mismo camión al matadero, peso individual al sacrificio y peso de la canal caliente; calificación SEUROP de la canal (para valorar este dato se ha asignado el siguiente valor numérico: S = 5; E = 4; U = 3; R = 2; O = 1; P = 0) y engrasamiento de esta, con valores entre 1 (poco engrasada) y 5 (muy engrasada).

Las diferencias entre los valores medios del peso de sacrificio por cebadero y los correspondientes valores medios de salida del cebadero, obtenidos por pesada del camión de cada uno de los lotes sacrificados, se han utilizado para estimar el peso de salida del cebadero de cada uno de los animales en estudio, a partir de su peso de sacrificio y, a partir de este peso de salida, su ganancia media diaria de peso en el cebadero. Se ha realizado un análisis GLM, utilizando el paquete estadístico SPSS, de la ganancia media diaria, el rendimiento canal (obtenido relacionando el peso de la canal caliente con el peso de sacrificio) la conformación y el engrasamiento de la canal, utilizando como factores fijos el cebadero, el tipo racial y el sexo y comparando las diferencias entre las medias mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pérdida media de peso desde la salida del cebadero hasta el sacrificio, obtenida a partir de los pesos medios medidos en el camión y en la línea de sacrificio, ha sido del 3,57% y 5,07%, sobre el peso de sacrificio, para los cebaderos pienso y mezcla, respectivamente. Considerando que en ambos casos el tiempo transcurrido desde la salida del cebadero y el sacrificio es similar, la mayor pérdida de peso de los animales alimentados con mezclas debe ser achacada al mayor contenido de su aparato digestivo, debido al mayor contenido en forrajes de su alimentación (Gómez Cabrera, 1979).

El análisis de las diferencias productivas entre los diferentes tipos raciales se presenta en la Tabla 1. Conviene destacar el hecho de que el 94% de los animales cebados son cruzados (de Charolés y Limousin) con un alto grado de absorción (los cruzados no definidos son claramente asimilables a este grupo). Dentro de las reservas por el escaso número de animales del resto de los tipos raciales, la mayor parte de los resultados se explican por el porcentaje de machos presentes y el tipo racial al que representan, según lo obtenido por (Sañudo Astiz, 2008) aunque destacan los bajos rendimientos productivos del grupo de cruzados 50, que entendemos no representan realmente a este colectivo. De hecho los animales de este grupo fueron calificados a la entrada al cebadero con peor nota que el resto.

En la Tabla 2 se recogen los rendimientos obtenidos en ambos cebaderos, diferenciando entre machos y hembras. Se observa que la ganancia media diaria de peso vivo presenta diferencias significativas de 169 g/d entre los dos cebaderos. Sin embargo, las diferencias en rendimiento canal y engrasamiento, mayores en la alimentación con pienso, y las de conformación de la canal, mayor con la mezcla, fueron pequeñas y no significativas. Esta misma tendencia se observa comparando los resultados del tipo de alimentación para cada uno de los sexos, salvo en el engrasamiento de las hembras, que es mayor con las mezclas. Este último resultado es llamativo y contrasta con las observaciones de Robelin (1986) y, aunque no significativo, debería ser investigado. La ganancia media diaria y el rendimiento canal

son significativamente mayores en los machos, siendo no significativas las diferencias entre sexos en conformación. Las hembras presentan un grado de engrasamiento significativamente mayor, como corresponde a su mayor precocidad, aunque su peso medio de sacrificio fue sólo de 427 kg frente a los 505 kg de los machos. En las diferencias observadas no se ha tenido en cuenta la posible influencia genética de los animales cebados en uno y otro cebadero, por lo que se consideran provisionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García Rebollar, P., Bacha Baz, F., Jimeno Vinatea, V. (2008) Alimentación del ternero en sistemas intensivos de cebo. En *Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España*. Sañudo, C., Jimeno, V., Cerviño, M. Ed. Schering – Plough. Alcobendas (Madrid). pp. 75–88.
- Gómez Cabrera, A (1979) Mejora del valor alimenticio de subproductos agrícolas. Comunicaciones INIA. Ser. Prod. Animal nº 4, 63pp.
- Robelin, J. (1986) Bases physiologiques de la production de viande: croissance et développement des bovins. En *Production de viande bovine*. Micol, D. Ed., INRA, Paris, pp. 35-60.
- Sañudo Astiz, C. (2008) Estudio etnológico-productivo de los bóvidos. En *Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España*. Sañudo, C., Jimeno, V., Cerviño, M. Ed. Schering – Plough. Alcobendas (Madrid). pp. 1 – 63.

Tabla 1. Rendimientos productivos de los distintos tipos raciales utilizados.

Dato/Tipo racial	Avileña	Cruzada 50	Cruzada 75	Cruzada	Frísón	Morucha	Retinta
Nº animales	8	56	2482	55	31	54	73
(% machos)	(100)	(43)	(56)	(67)	(97)	(69)	(84)
GMD pv (kg/día)	1,108 ^{abc}	1,068 ^{ab}	1,206 ^{bcd}	1,290 ^d	1,218 ^{bcd}	1,020 ^a	1,193 ^{bcd}
Rendimiento canal (%)	57,61 ^{cd}	55,90 ^{bc}	58,32 ^d	58,22 ^d	53,57 ^a	54,81 ^{ab}	54,80 ^{ab}
Calificación canal *	2,00 ^b	2,09 ^b	2,32 ^b	2,31 ^b	1,26 ^a	1,98 ^b	1,99 ^b
Engrasamiento canal **	2,88 ^d	2,82 ^d	2,67 ^b	2,65 ^b	2,29 ^a	2,83 ^d	2,88 ^d

^{a,b,c,d} Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05); GMD pv = ganancia media diaria de peso vivo; * Sistema SEUROP (S = 5; E = 4; U = 3; R = 2; O = 1; P = 0); ** Valores entre 1 (poco engrasada) y 5 (muy engrasada).

Tabla 2. Rendimientos productivos en función del sistema de alimentación y del sexo.

Sexo	Alimentación	Nº animales	GMD pv	Rend. Canal	Conformación	Engrasamiento
Hembras	Pienso	378	1,105 ^a	57,10 ^a	2,23 ^a	2,87 ^a
	Mezcla	803	0,949 ^a	56,79 ^a	2,26 ^a	2,93 ^a
Machos	Pienso	521	1,467 ^a	59,09 ^a	2,28 ^a	2,58 ^a
	Mezcla	1057	1,296 ^b	58,85 ^a	2,32 ^a	2,46 ^a
Totales	Pienso	899	1,315 ^a	58,25 ^a	2,26 ^a	2,70 ^a
	Mezcla	1860	1,146 ^b	57,96 ^a	2,30 ^a	2,66 ^a
Hembras	Media	1181	0,999 ^a	56,89 ^a	2,25 ^a	2,91 ^a
Machos	Media	1578	1,352 ^b	58,92 ^b	2,31 ^a	2,50 ^b
Totales	Media	2759	1,201	58,05	2,28	2,68

^{a,b} Letras distintas para un mismo concepto indican diferencias significativas (p<0,05); GMD pv = ganancia media diaria de peso vivo; * Sistema SEUROP (S = 5; E = 4; U = 3; R = 2; O = 1; P = 0); ** Valores entre 1 (poco engrasada) y 5 (muy engrasada).

INFLUENCE OF THE FEEDING SYSTEM ON THE FATTENING OF CALVES: COMPOUND FEED AND STRAW VS. TOTAL MIXED RATION

ABSTRACT: Growth data from 2759 calves grouped in two feedlots, one fed with compound feed and straw and the other with a total mixed ratio, both served *ad libitum*, were analysed using a GL model. Results showed a higher growth rate and carcass yields of animals fed with compound feed and straw and little and non significant differences between both groups for carcass conformation and fat level.

Keyword: calves feedlot, growth, carcass, TMR

ANÁLISIS DIFERENCIAL DEL CRECIMIENTO DEL POLLITO DE *COTURNIX C.* *COTURNIX* SEGÚN EL TIPO DE ALIMENTACIÓN

Caballero de la Calle, J.R.; Morales-Rodríguez, P.A. y Caballero, J.V.
E.U. de Ingeniería Técnica Agrícola. UCLM. Ronda de Calatrava 5. Ciudad Real 13071.
JoseRamon.Caballero@uclm.es

INTRODUCCIÓN

La reducción de ejemplares de codorniz europea procedentes de la migración durante la media veda en España ha favorecido la aparición de granjas cinegéticas de la especie que tratan de conseguir aves de la pureza genética adecuada y que conserven toda su rusticidad, vigorosidad y capacidad de vuelo.

La crianza de este ave en cautividad no es fácil, sin embargo la adaptación de los sistemas de producción de codorniz japonesa (Dalmau, 1994) a las necesidades cinegéticas del animal han conseguido su objetivo. Esto se traduce en la realización de las fases de crecimiento y desarrollo de las aves en suelo y parques de vuelo (granja cinegética).

Sin embargo, la alimentación de las codornices durante la fase cría es un aspecto poco estudiado en cuanto a la composición del pienso, ya que se han utilizado con mucha frecuencia alimentos propios de codorniz japonesa o destinados a otras gallináceas como la perdiz. Estas especies son de mayor tamaño y peso al nacimiento, además de tener un objetivo de producción distinto, por lo que sus necesidades no son las apropiadas para la codorniz europea.

En los últimos años ya aparecen en el mercado piensos de cría específicos para codorniz cinegética teniendo en cuenta sus necesidades nutritivas según su estado fisiológico. Su composición, características nutritivas y precio son diferentes por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la influencia del tipo de pienso sobre la velocidad de crecimiento y el peso final de los pollitos de codorniz europea en la fase de cría.

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo se integra del proyecto de investigación PII109-0174-0915 de la Consejería de Educación y Ciencia de la JCCM y se desarrolla en las instalaciones de la granja cinegética de la finca Dehesa de la Galiana sita en el término municipal de Ciudad Real y perteneciente a la Universidad de Castilla-La Mancha.

Seguimos las pautas tradicionales de manejo y producción de los pollitos en una granja cinegética de codorniz (Caballero de la Calle et al., 1999). En la fase de cría los animales con un día de edad se introducen en naves cerradas sobre abundante paja y utilizando cercos de protección, luz y calor hasta los 10 días de edad. Posteriormente se mantienen en las naves hasta los 30 días. El sistema de alimentación es *ad libitum* con un pienso en migaja de primera edad.

Analizamos dos piensos de iniciación específicos para codorniz de dos casas comerciales diferentes. La composición de los piensos aparece reflejada en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de los piensos de codorniz

Características nutritivas	P1	P2
Proteína Bruta (%)	27,4	28,0
Materias Grasas Brutas (%)	5,4	4,0
Fibra Bruta (%)	3,7	3,5
Cenizas Brutas (%)	8,2	8,7
Metionina (%)	0,36	0,5

Realizamos dos lotes de 250 pollitos cada uno. Todas las aves proceden de la misma partida de incubación. El lote 1 (L1) es alimentado con el pienso 1 (P1), mientras que el lote 2 (L2) se alimenta con el pienso 2 (P2). La experiencia se repite durante 2 años. El número de machos y hembras en cada uno de los lotes es similar, tal y como corresponde en una ratio normal de nacimientos. No obstante según el trabajo de Du Preez y Sales (1997) la diferencia de crecimiento por sexos empieza a producirse en la codorniz a partir de los 25 días de edad.

Todos los pollitos se pesan al nacimiento con 1 día de edad y posteriormente a los 7, 15, 21 y 30 días. Se calcula la ganancia media diaria de las aves durante la fase cría para los dos tipos de alimentación.

Para analizar la influencia del tipo de pienso sobre los pesos y la velocidad de crecimiento de las aves en la fase de cría, se utiliza el programa estadístico SPSS 17.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso medio de los pollitos de codorniz europea al nacimiento fue de $6,85 \pm 0,31$ g. y a las cuatro semanas de edad fue de $74,62 \pm 4,83$ g. La ganancia media diaria (GMD) de las aves fue de $2,26 \pm 0,47$ g.

No encontramos diferencias significativas en los lotes de aves para los piensos utilizados en los dos años del estudio, lo que nos permite pensar que el efecto del pienso puede ser fundamental en el crecimiento de los pollitos.

El pienso P1 produce un crecimiento significativamente menor de los pollitos durante las dos primeras semanas de vida, la GMD de los pollitos alimentados con el P2 en este periodo llegó a los $2,08 \pm 0,54$ g., mientras que en los alimentados con el P1 fue de $1,96 \pm 0,26$ g.

Sin embargo, el efecto es contrario en las dos últimas semanas, siendo la GMD en esta segunda quincena de $2,54 \pm 0,71$ g. y $2,47 \pm 0,16$ g. para los lotes 1 y 2 respectivamente. De tal forma que al final del periodo de cría, cuando las aves alcanzan los treinta días de edad no encontramos diferencias significativas entre los pesos de los dos lotes (Tabla 2).

Tabla 2: Evolución del peso (g.) de los pollitos (0-30 días)

Primer año										
	N	Nacimiento	N	7 días	N	15 días	N	21 días	N	30 días
P1	250	$6,87 \pm 0,17^a$	240	$17,40 \pm 3,42^a$	235	$37,08 \pm 4,34^a$	232	$54,84 \pm 5,77^a$	229	$75,16 \pm 7,34^a$
P2	250	$6,91 \pm 0,21^a$	243	$18,62 \pm 4,83^b$	240	$37,92 \pm 3,84^b$	238	$53,26 \pm 1,75^b$	232	$74,75 \pm 5,85^a$
Segundo año										
P1	250	$6,75 \pm 0,24^a$	238	$17,62 \pm 3,86^a$	232	$36,41 \pm 4,87^a$	229	$55,25 \pm 3,24^a$	228	$74,26 \pm 6,15^a$
P2	250	$6,84 \pm 0,27^a$	245	$19,16 \pm 5,52^b$	240	$38,12 \pm 3,26^b$	236	$52,85 \pm 2,51^b$	231	$75,25 \pm 7,11^a$

La harina de soja es una excelente fuente de proteína para los pollitos ya que cuenta con un perfil equilibrado en aminoácidos excepto en la metionina (Fikha et al., 2009), por este motivo los piensos de crecimiento utilizados para los pollitos de codorniz en este trabajo tienen un suplemento de metionina, aunque en el P1 es menor que en el P2.

El menor contenido en metionina del pienso P1 puede ser una causa del peor crecimiento de los animales del lote 1 en las dos primeras semanas de vida (Hyankova y Knizetova, 2009 en codorniz japonesa), pese a que el contenido en grasa bruta de este alimento sea mayor. Este mayor contenido en grasa bruta puede explicar la recuperación de peso de las aves en la segunda quincena de vida (Correa et al., 2007 en codorniz europea).

Por otro lado la mortalidad de los pollitos fue mayor en los animales del lote 1, es decir en los alimentados con el P1 durante la primera quincena de vida. Este resultado está acorde

con los obtenidos por Parvin et al. (2010) que determinan una mejor respuesta inmunitaria en codornices japonesas alimentadas con piensos mejorados en su nivel de metionina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caballero de la Calle, J.R.; Peña, J.C.; Carrión, E. (1999). ITEA. Vol. Extra 20 N.º 2 (726-728).
- Dalmau, A. (1994). Ed. Dilagro.
- Fikha, M.; Serrano, M.P.; Jiménez Moreno, E.; Habboul, M. y Mateos, G.G. (2009). AIDA Jornadas de Producción Animal. Tomo I, 262-264. Du Preez, J.J. y Sales, J. (1997). British Poultry Science 38: 314-315
- Hyankova, L. y Knizetova, H. (2009). British Poultry Science 50 (4): 451-458
- Correa, G.S.S.; Silva, M.A. et al. (2007). Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia 59 (2): 488-494
- Parvin, R.; Mandal, A.B. et al. (2010) Journal of the Science of Food and Agriculture 90 (3): 471-481

DIFFERENTIAL ANALYSIS OF *COTURNIX C. COTURNIX* CHICK GROWTH DEPENDING ON THE TYPE OF FEED

ABSTRACT:

Feeding of European quails during the breeding phase in captivity has not been widely studied. There are in the market specific breeding feed for game quail of which composition, nutritive characteristics and price are different, so the aim of this study was to determine the influence of type of feed on the growth rate and final weight of European quail chicks in the breeding phase. We followed traditional patterns of management and production of chicks in a game quail farm. We compared two first age feed: F1 (27.4% CP, 5.4% CF and 0.36% Met.) and F2 (28.0% CP, 4% CF and 0.5% Met.). The chicks were weighed at birth and at 7, 15, 21 and 30 days of age. We calculated the average daily gain (ADG) during the breeding phase for the two types of quail feed. The average weight of chicks at birth was 6.85 ± 0.31 g. and at 4 weeks of 74.62 ± 4.83 g. The ADG of the birds was 2.26 ± 0.47 g. F1 feed produced significantly less growth of chicks of group 1 during the first two weeks of their life, ADG of the chicks of the group 2 in this period came to 2.08 ± 0.54 g., while the group 1 was 1.96 ± 0.26 g. The lower content of methionine of F1 may be a cause of the worst growth of the animals in group 1 in the first two weeks of life. The highest crude fat content of F1 could explain the weight gain of the birds in the second two weeks of life. The mortality of chicks was higher in animals fed with the F1 in the first two weeks of life.

Keywords: European quail, growth, methionine, game farm, *coturnix*

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE INVERTEBRADOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE POLLOS DE PERDIZ ROJA

Lachica, M., Vílchez Vivanco, J.A. y Fernández-Figares, I.

Dpto. de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Camino del Jueves s/n, 18100 Armilla, Granada, Spain. E-mail: manuel.lachica@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La perdiz roja (*Alectoris rufa*) en España tiene una gran importancia y presión cinegética. Se cría intensivamente en granjas, soltándose más de 4 millones/año para repoblar zonas con baja densidad o en las que ya ha desaparecido (Rodríguez et al., 2006). Su dieta es fundamentalmente granívora con una alta proporción de invertebrados durante sus primeras semanas de vida (Rueda et al., 1992), asociándose su grado de supervivencia con la abundancia de éstos en el medio (Southwood y Cross, 1969). El cambio brusco de dieta parece ser una de las causas del bajo índice de supervivencia en las repoblaciones (Liukkonen-Anttila et al., 1999) estimándose éste en la perdiz roja de sólo el 5-10% tras un año. La mayoría de los trabajos sobre parámetros productivos han sido realizados en *A. chukar* y *Perdix perdix*. Estudios sobre nutrición en la perdiz roja, así como sobre apetencia por alimento animal vs. vegetal en las primeras semanas de vida son escasos o inexistentes. El objetivo del estudio fue determinar si la inclusión de invertebrados repercute sobre el uso metabólico de una dieta comercial específica para perdigones, mediante la obtención del índice de conversión (IC), y su apetencia por alimento de origen animal vs. vegetal durante las primeras semanas de vida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Perdigones con 1-2 días de vida eclosionados (Woodward, 1982) a partir de parejas de perdiz roja donadas por la Junta de Castilla-La Mancha (Granja Cinegética de Chinchilla; Albacete), fueron trasladados a un laboratorio termostro regulado con un fotoperiodo de 12 h, pesados ($11,8 \pm 0,2$ g PV), identificados y alojados al azar por parejas en jaulas metabólicas. Los pollos fueron divididos en dos grupos de 14 con acceso *ad libitum* durante 45 días a dos tipos de dieta: a un grupo (Control-C) se le ofreció una dieta de perfil comercial a base de cereales y torta de soja (908 g/Kg de MS, 279 g/Kg de PB, 18,0 Mj/Kg de EB) y repartida entre dos comederos/jaula; al otro (Experimental-E), la posibilidad de elegir entre la mencionada dieta y larvas de *Calliphora sp.* (324 g/Kg de MS, 175 g/Kg de PB y 8,63 Mj/Kg de EB) distribuidas separadamente en cada uno de los dos comederos existentes/jaula. Cada tres días se registró ingesta y PV para determinar el IC (g MS alimento/g ganancia PV). La MS del alimento se determinó según el procedimiento estándar (AOAC, 1990), el N total según el de Kjeldahl y la EB se midió en una bomba calorimétrica isoperibólica. Se realizó un ANOVA para establecer el efecto de la dieta y la edad (muestreo) sobre el IC. Sobre la ingesta total de proteína y energía se realizó un ANOVA para determinar el efecto de las dietas; así como sobre el porcentaje en el consumo de larvas en el grupo E. El grado de significación estadística de las diferencias entre la dieta y la edad para las variables medidas se obtuvo mediante el test de Bonferroni.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores medios de IC, PV e ingesta a lo largo de los 45 días experimentales (15 muestreos). El IC fue significativamente mejor en el grupo E que en el C (2,04 y 2,29, respectivamente). Se observó un empeoramiento general a partir del día 30 (Muestreo 10), lo que podría indicar que a partir de esa edad existe una relación inadecuada entre el contenido energético y proteico de la dieta. La interacción Dieta x Muestro fue significativa por lo que se analizó el IC por separado para el grupo C y E (Tabla 2). Para el C el IC se situó en el rango 1,35-3,65, valores similares a los de otras especies con dietas de similar composición (rango 2,1-3,4: Ozek et al., 2003; Ozek, 2004 y 2006). Lachica et al. (2009) obtuvieron el IC entre 2,55-4,48 en pollos de perdiz roja con un pienso similar al grupo C entre la semana 4-7 (en nuestro estudio para ese periodo fue 2,14-3,65; Tabla 2). En el grupo E se observó un empeoramiento en el IC coincidente con el descenso en la proporción de ingestión de larvas (día 30 aprox.). No hubo diferencias significativas entre el grupo C y E en la ingesta de proteína (3,45 y 3,53 g/d, respectivamente) y energía (222,8 y 210,1 KJ/d, respectivamente), así, el mejor IC asociado a este último puede ser debido a una

mejor calidad proteica. En perdigones alimentados con dietas basadas en invertebrados se ha observado un mayor peso (Tabla 2) y desarrollo de las plumas primarias (Liukkonen-Anttila et al., 2002) e índice de supervivencia (Green, 1984). Díaz et al. (2009) observaron que la inclusión de proteína animal (5% de harina de huevo) en el pienso de iniciación de pollos de perdiz roja mejoró el peso y su uniformidad. El mejor IC del grupo E conlleva una mayor eficiencia en la utilización de la dieta que se traduciría en un mejor desarrollo muscular y de plumaje. El nivel de met y cys es mayor en invertebrados que en plantas (Anon., 1970), afecta al desarrollo del plumaje (Bagliacca et al., 1985) y su cantidad puede afectar a su calidad (Murphy y King, 1982).

Liukkonen-Anttila et al. (2002) observaron en perdigones de *Perdix perdix* una mayor apetencia por invertebrados durante las primeras 2-3 semanas de vida. Así, Ford et al. (1938) obtuvieron en la 1-2ª semana una proporción animal de 90, en la 3ª de 50, y a partir de la 4ª de 3%. Rueda et al. (1992) obtuvieron en *A. rufa* un porcentaje durante la 1ª, 2ª y 3ª semana de vida de 80,5, 68,9 y 50,9%, respectivamente. En nuestro estudio obtuvimos una ingestión de larvas vs. dieta comercial para ese mismo periodo de 66,1, 70,6 y 58,1%, respectivamente (Tabla 2). El consumo descendió hasta la semana 4ª aprox. y se estabilizó a partir de ahí (35,2% valor medio). Los valores son superiores a los publicados, indicando que la perdiz no cambia sus hábitos alimenticios por una razón etológica o fisiológica, sino que obedece a la abundancia en el medio del recurso en cuestión.

La inclusión de invertebrados repercute positivamente sobre el uso metabólico de una dieta comercial específica para pollos de perdiz en crecimiento, mejorando significativamente el IC y, en general, su desarrollo; esto aumentaría el índice de supervivencia de los individuos en las repoblaciones. Su ingestión es muy elevada en las primeras semanas de vida; a partir de la 4ª semana inclusive se alcanza un porcentaje estable de ingestión, lo que indica que siempre que exista la posibilidad de encontrar invertebrados en el medio habrá un nivel de consumo de proporción considerable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. 1970. F.A.O. Nutritional Studies No. 24. Rome, 285 p.
- AOAC. 1990. 15th ed. Arlington, VA.
- Bagliacca, M., Chiarocci, M., Mori, B. 1985. Rivista di Avicoltura 54: 29-34.
- Díaz, J.V., Herrero, O., de los Mozos, J. 2009. Las Alternativas 9: 55-57.
- Ford, J., Chitty, H., Middlenton, A.D. 1938. J. Anim. Ecol. 7: 251-265.
- Green, R.E. 1984. J. Appl. Ecol. 21: 817-830.
- Lachica, M., Nieto, R., Aguilera, J.F. 2009. AECA; WPSA ed., p. 259-265.
- Liukkonen, A.T., Putaala, A., Hissa, R. 1999. Wildlife Biol. 5: 147-156.
- Liukkonen-Anttila, T., Putaala, A., Hissa, R. 2002. Wildlife Biol. 8: 11-19.
- Murphy, M.E., King, J.R. 1982. Condor 84: 435-438.
- Özek, K., Yazgan, O., Bahtiyarca, Y. 2003. Brit. Poultry Sci. 44: 419-426.
- Özek, K. 2004. Rev. Med. Vet. 155: 163-166.
- Özek, K. 2006. Int. J. Poultry Sci. 5: 522-525.
- Rodríguez, P., Tortosa, F.S., Gortazar, C. 2006. Eur. J. Wildlife Res. 52: 277-281.
- Rueda, M.J., Baragaño, J.R., Notario, A. 1992. En: La perdiz roja, gestión del hábitat, 1ª Ed. Fundación "La Caixa" p. 27-39.
- Southwood, T.R.E., Cross, D.J. 1969. J. Anim. Ecol. 38: 497-509.
- Woodward, A. 1982. Coop extensión. University of California. Leaflet 21321e.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el Proyecto AGR 03065 de la Junta de Andalucía.

EFFECT OF DIETARY INVERTEBRATES INCLUSION ON GROWTH AND FEEDING BEHAVIOUR OF RED-LEGGED PARTRIDGE CHICKS

ABSTRACT: The aim of this study was to determine whether the inclusion of invertebrates impacts the metabolic use of a specific commercial diet for partridge chicks, by obtaining the feed conversion ratio (FCR), and the voluntary feed intake of animal vs. plant origin food during the first 6 weeks of life. The FCR was improved in the group supplemented with *Calliphora sp.* larvae (2.04 vs. 2.29). Proportion intake of larvae vs. commercial diet was 66.1, 70.6 y 58.1% for 1st, 2^{sd} and 3rd week, respectively; it dropped the 4th week and stabilized (35.2%) until the end of sampling. Whenever there are invertebrates in the environment, partridges will eat them in a steady and considerable proportion. Invertebrates should be included in the diet of hand-reared partridge chicks during their first weeks of life.

Keywords: *Alectoris rufa*, red-legged partridge, chick, invertebrates

Tabla 1. Efecto de la dieta (grupo), del muestreo (edad) y su interacción sobre el índice de conversión (IC, g MS alimento/g ganancia PV) de pollos de perdiz roja que consumieron "ad libitum" una dieta formulada a base de cereales y torta de soja (Control-C) y otra basada en los mismos ingredientes más larvas vivas de "Calliphora sp." (Experimental-E). Peso vivo (PV, g) e ingesta de alimento (g) en cada periodo de muestreo

Dieta (D)	Muestreo (M)															D x M	EEM ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
C	1,33 ^{ab}	1,54 ^{ab}	1,30 ^a	1,67 ^{abc}	1,48 ^{ab}	1,61 ^{abc}	1,67 ^{abc}	1,98 ^{bc}	2,18 ^{cd}	3,11 ^{ef}	1,94 ^{abc}	2,71 ^{de}	3,03 ^{ef}	3,41 ^f	3,51 ^f	0,0033	0,030
PV ³	14,7	18,4	27,0	37,7	51,7	68,2	86,5	105,2	124,6	141,0	161,1	179,0	195,3	208,5	227,4		
Ingesta ³	3,1	10,1	16,9	27,7	29,9	36,7	40,9	50,5	51,5	71,0	45,9	52,1	60,1	62,8	68,5		

¹Cada muestreo corresponde a tres días más de edad. ²Error estándar de la media. ³Medido al final de cada periodo de tres días; PV inicial = 11,8±0,2 g. Para las comparaciones realizadas, los valores dentro de la misma fila con distinto superíndice eran significativamente diferentes (P<0,05).

Tabla 2. Peso vivo (PV, g), ingesta de alimento (g), índice de conversión (IC, g MS alimento/g ganancia PV) y porcentaje de ingestión de larvas (IL, %) de pollos de perdiz roja que consumieron "ad libitum" una dieta formulada a base de cereales y torta de soja (Control-C) y otra basada en los mismos ingredientes más larvas vivas de "Calliphora sp." (Experimental-E) en cada periodo de muestreo

Dieta	Muestreo ¹															EEM ²	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
C	14,3	16,9	24,7	34,5	48,0	64,0	81,9	100,6	119,3	139,1	160,0	176,1	195,7	210,3	226,3		
PV ³	2,7	6,8	10,5	21,0	24,4	29,2	35,9	42,3	45,8	69,6	39,6	51,3	56,9	58,0	63,8		
Ingesta ³	1,88 ^{abc}	1,74 ^a	1,35 ^a	1,93 ^{ab}	1,64 ^a	1,66 ^a	1,85 ^{ab}	2,06 ^{abc}	2,22 ^{abc}	3,20 ^{de}	1,85 ^{ab}	2,93 ^{cde}	2,70 ^{bcd}	3,65 ^e	3,64 ^e	0,045	
E	14,8	20,0	28,8	41,0	55,4	72,4	92,1	109,9	129,8	143,9	162,7	181,9	194,8	205,7	228,7		
PV ³	3,5	13,5	22,2	34,3	35,5	44,2	46,8	58,8	57,3	73,1	55,2	53,0	63,4	67,6	73,1		
Ingesta ³	0,77 ^a	1,33 ^{ab}	1,26 ^{ab}	1,40 ^{abc}	1,31 ^{ab}	1,57 ^{bc}	1,50 ^{abc}	1,90 ^{abc}	2,14 ^{cd}	3,01 ^{ef}	2,04 ^{bcd}	2,49 ^{de}	3,36 ^f	3,16 ^{ef}	3,37 ^f	0,040	
IC	58,1 ^{cdef}	74,1 ^f	70,1 ^{ef}	71,1 ^{ef}	64,9 ^{def}	51,2 ^{abcdef}	47,8 ^{abcde}	53,8 ^{bcddef}	30,6 ^{def}	30,9 ^{ab}	40,5 ^{abcd}	27,8 ^a	38,9 ^{abc}	40,1 ^{abc}	37,3 ^{abc}	1,22	
IL																	

¹Cada muestreo corresponde a tres días más de edad. ²Error estándar de la media. ³Medido al final de cada periodo de tres días. Para las comparaciones realizadas, los valores dentro de la misma fila con distinto superíndice eran significativamente diferentes (P<0,05).

EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE TRIGO Y SUPLEMENTACIÓN CON XILANASAS DEL PIENSO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA INTESTINAL, LA RETENCIÓN DE LOS NUTRIENTES Y LA PRODUCTIVIDAD EN GALLINAS DE 25 A 33 SEMANAS DE EDAD

Mirzaie S.¹, Zaghari M.¹, Aminzadeh S.¹, Serrano M.P.²,
Hivazad M.¹ y Mateos G.G.²

¹ Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Teheran, Karaj, Irán

² Departamento de Producción Animal. UP Madrid. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

correo electrónico: gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

El trigo es un cereal rico en xilanos lo que reduce su potencial en piensos para aves de puesta por su efecto perjudicial sobre la digestibilidad y el porcentaje de huevos sucios (Lázaro *et al.*, 2003). La utilización de xilanasas podría resolver esta problemática y mejorar la productividad de las aves. Diversos autores (Gracia *et al.*, 2003) han estudiado los efectos de la inclusión de xilanasas en el pienso sobre la digestibilidad de los nutrientes y la productividad (Gutiérrez-Álamo *et al.*, 2008). Sin embargo, sus efectos sobre la producción de enzimas endógenas y el pH de los diversos segmentos del tracto gastrointestinal (TGI) han sido poco estudiados. El objetivo de este ensayo fue estudiar la inclusión de una variedad de trigo de alto contenido en xilanos sobre diversas variables digestivas y la productividad en aves de puesta blancas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 240 gallinas blancas Hy-Line W-36 de 25 semanas de edad para estudiar los efectos de la inclusión de un trigo rico en polisacáridos no amiláceos (PAN) (cultivar Phistaz; 4,9 g arabinoxilanos/100 g) sobre la actividad enzimática en duodeno de las enzimas aminopeptidasa, lipasa y amilasa, el pH del contenido de la digesta en diversos segmentos del TGI, la retención de nutrientes (CTTAR) y la productividad de 25 a 33 semanas de edad. Las actividades de las enzimas se determinaron utilizando kits comerciales (Megazyme, Megazyme International Ireland Limited, Bray, Co. Wicklow, Irlanda), el pH mediante un pHmetro (Modelo 507, Crison Instruments S.A., Barcelona, España) y la retención de los nutrientes mediante el método de recogida total de heces utilizando cinco réplicas (gallina individual) por tratamiento al final del ensayo de productividad. El experimento fue completamente al azar con 8 tratamientos organizados de forma factorial con 4 niveles de trigo (0, 23, 46 y 69%) en sustitución de maíz con o sin suplementación con xilanasas producidas por *Trichoderma langibrachiatum* (Marquette, Barceul, Francia). Cada tratamiento se replicó 5 veces y la unidad experimental estuvo formada por una jaula con 6 gallinas. En los tratamientos experimentales el maíz se sustituyó por trigo a los niveles indicados manteniéndose constante el valor nutricional de los piensos, excepto para el contenido en PNA que aumentó y el nivel de ácido linoleico que se redujo al aumentar el nivel de trigo del pienso (Tabla 1). Los diversos parámetros digestivos se midieron a las 33 semanas de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de niveles crecientes de trigo en la dieta no afectó al consumo de pienso, los índices de puesta o las ganancias de peso de las aves pero redujo ($P < 0,001$) el tamaño y la masa de huevo producida (Tabla 2). La suplementación enzimática (SE) mejoró ($P < 0,005$) la ganancia de peso de las aves y la masa de huevo pero no afectó a los índices de puesta, al consumo de pienso, al peso del huevo o a los IC. El efecto negativo de la inclusión de trigo podría deberse, no solo al contenido creciente en PNA de las dietas sino a la reducción del nivel de ácido linoleico de las mismas por debajo de los recomendables (Fedna, 2008). La inclusión de trigo en el pienso redujo ($P < 0,001$) el CTTAR de la grasa a 33 semanas de edad pero no afectó a la retención del N. Asimismo, la SE mejoró ($P < 0,05$) al CTTAR de la grasa pero no la del N. La inclusión de trigo aumentó la actividad específica de la amilasa ($P < 0,001$) y de la lipasa ($P < 0,01$) a nivel duodenal pero no afectó a la actividad de la aminopeptidasa (Tabla 2). La SE no tuvo efecto alguno sobre la actividad de

ninguna de las 3 enzimas estudiadas. El pH de los diversos órganos del TGI no se vieron afectados por el tratamiento (datos no mostrados)

Se concluye que el trigo rico en PNA suplementado con xilanasas puede ser utilizado en piensos para ponedoras en el pico de puesta a niveles de hasta el 69% sin que se vea afectada la productividad o la actividad enzimática a nivel del duodeno. Sin embargo, debe cuidarse el nivel de ácido linoleico del mismo a fin de evitar posibles reducciones en el tamaño del huevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEDNA. 2008. Necesidades nutricionales para broilers y aves de puesta: Normas FEDNA. Lázaro, R., Barroeta, A., Barragán, I. y Mateos, G.G., ed. Fund. Esp. Desarro. Nutr. Anim., Madrid, España.
- Gracia, M. I., Latorre, M. A., García, M., Lázaro, R. y Mateos, G. G. 2003. *Poult. Sci.* 82: 1281–1291.
- Gutiérrez-Álamo, A., Pérez de Ayala, P., Verstegen, M. W. A., Den Hartog, L. A. y Villamide, M. 2008. *World's Poult. Sci. J.* 64: 20–39.
- Lázaro, R., García, M., Aranibar, M. J. y Mateos, G. G. 2003. *Br. Poult. Sci.* 44: 256–265.

EFFECT OF WHEAT INCLUSION AND XYLANASE SUPPLEMENTATION ON DUODENAL ENZYME ACTIVITY, NUTRIENT RETENTION, AND EGG PRODUCTION IN EGG WHITE LAYING HENS FROM 25 TO 33 WKS OF AGE

ABSTRACT

A trial was conducted to examine the effects of increasing levels of wheat in the diet and the supplementation of the diet with a xylanase (ES) on N and ether extract retention, pH of the GIT, productive performance, and endogenous enzyme activity at the duodenum. The basal diet consisted on soybean meal and corn and the wheat was introduced at expenses of corn (Table 1). The experiment was completely randomized with 8 treatments arranged factorially with 4 levels of wheat (0, 23, 46, and 69% that corresponded to a xylans content of the diet of 1.8, 2.0, 2.2, and 2.4 g/100 g, respectively) and two levels of xylanase supplementation (none or added) as recommended by the supplier (*Trichoderma langibrachiatum*; Marquette, Barceul, France). Each treatment was replicated 5 times and the experimental unit was a cage with 6 hens. The inclusion of wheat in the diet did not influence feed intake, egg production or weight gain of the hens but decreased ($P < 0.05$) egg weight and egg mass, and impaired FCR (Table 2). The ES improved egg mass and BW gain ($P < 0.05$) but did not affect feed intake, egg weight, feed efficiency or BW gain. Also, the inclusion of wheat in the diet decreased ($P < 0.001$) fat retention at 33 wks of age but did not influence N retention. The ES improved ($P < 0.05$) fat retention but did not affect that of N. The inclusion of wheat in the diet increased amylase ($P < 0.01$) and lipase ($P < 0.01$) activities in the duodenum but did not affect aminopeptidase activity. The ES did not influence any enzyme activity. Diet did not affect the pH of any of the segments of the GIT. It is concluded that wheat with a high NSP content supplemented with xilanasas, could be used in diets for laying hens at levels of 69% until the peak of egg production without jeopardizing productivity or duodenum enzyme activity. However, the level of linoleic acid has to be taken into account when wheat is included in the diet in substitution of corn to avoid a reduction in egg weight.

Keywords: *duodenal enzyme activity, laying hen productivity, wheat, xylanase.*

Tabla 1. Composición y valor calculado de los piensos experimentales (%).

	Trigo, %			
	0	23	46	69
Ingredientes				
Maíz	65,1	44,5	23,9	3,3
Trigo	0	23,5	47,0	70,5
Hna soja, 44% PB	24,0	19,3	14,6	10,0
Otros ¹	10,9	13,3	15,5	16,2
Análisis calculado				
EMAn, kcal/kg	2750	2750	2750	2750
Proteína bruta ¹	17,1	17,1	17,5	17,3
Lisina total	0,81	0,81	0,81	0,81
Metionina total	0,48	0,48	0,48	0,48
Ácido linoleico	1,30	1,15	1,00	0,85
Xylose ¹	1,8	2,0	2,2	2,4
Arabinosilanos	2,9	3,2	3,5	3,8

¹Incluye macrominerales, aminoácidos industriales y micronutrientes para satisfacer las necesidades de las aves según Fedna (2008).

Tabla 2. Influencia de la dieta sobre la productividad de las aves (25 a 33 sem.).

	IP ¹ , %	Peso huevo, g	Masa huevo, g	Consumo, g/g	IC, kg/kg	Δ PV, g
Trigo, %						
0	89,4	55,9 ^a	50,0 ^a	89,7	1,814 ^b	89,5
23	89,8	55,8 ^a	50,3 ^a	89,2	1,787 ^b	89,3
46	89,3	54,4 ^{ab}	48,7 ^{ab}	89,0	1,847 ^{ab}	89,8
69	87,3	53,9 ^b	47,0 ^b	88,3	1,897 ^a	88,1
SEM	0,812	0,382	0,524	0,511	0,018	0,544
Xilanasas						
-	88,5	54,7	48,4 ^b	88,9	1,853	88,5
+	89,4	55,3	49,6 ^a	89,2	1,819	89,8
SEM	0,574	0,270	0,370	0,361	0,013	0,385
		Probabilidad ²				
Trigo	NS	***	***	NS	**	NS
Xilanasas	NS	NS	*	NS	NS	*

¹Índice de puesta. ²Las interacciones no fueron significativas (P > 0,05).

Tabla 3. Influencia de la dieta sobre la productividad (25 a 33 sem.).

	CTTAR, % ¹		Actividad duodenal ²		
	N	Grasa	Amilasa	Aminopeptidasa	Lipasa
Trigo, %					
0	69,1	80,6 ^a	20,5 ^d	11,3	3,1 ^b
23	68,4	79,7 ^a	22,6 ^c	11,6	3,5 ^{ab}
46	67,9	79,4 ^{ab}	24,1 ^b	12,3	3,4 ^{ab}
69	67,6	76,2 ^b	25,1 ^a	12,4	4,9 ^a
SEM	1,033	0,901	0,166	0,291	0,056
Xilanasas					
-	69,0	78,0 ^b	23,1	11,9	3,8
+	67,5	79,9 ^a	23,0	11,9	3,7
SEM	0,733	0,637	0,11	0,206	3,72
		Probabilidad ³			
Trigo	NS	***	***	NS	**
Xilanasas	NS	*	NS	NS	NS

¹Retención de nutrientes. ²Unidades/mg tejido. ³Las interacciones no fueron significativas (P > 0,05).

EFFECTO DEL CEREAL PRINCIPAL Y EL TIPO DE GRASA EN LA DIETA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS RUBIAS EN EL PERIODO PRODUCTIVO DE 22-54 SEMANAS DE VIDA

Pérez-Bonilla, A.¹, Frikha, M.², Jabbour, C.², Mirzaie, S.², Irandoust, H.²,
J. García¹ y Mateos G.G.²,

¹Camar Agroalimentaria S.L. 45214, Cedillo del Condado, Toledo, España.

²Univesidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid.

gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

Maíz, trigo y cebada son cereales comúnmente utilizados en piensos para ponedoras. A nivel práctico estos piensos incluyen un mínimo de 25 a 30% de maíz para asegurar altos consumos y mejorar el tamaño del huevo. Esta práctica puede estar relacionada con la mejora de la estructura del pienso maíz, así como al mayor contenido en ácido linoléico (LIN) de este cereal, que puede dar lugar en un incremento del peso del huevo, especialmente cuando el consumo es bajo. La adición de grasa al pienso aumenta la concentración energética del mismo y en general, el contenido en LIN (Schutze and Jensen, 1963). En este trabajo se investigó el efecto del tipo de cereal y grasa añadida sobre la productividad en ponedoras rubias. Un segundo objetivo fue evaluar la relación entre contenido en LIN del pienso y el tamaño del huevo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 756 gallinas rubias de la estirpe Lohmann Brown con 22 semanas de vida. Se formularon 9 tratamientos (Tabla 1) formando un factorial con 3 cereales (cebada, trigo y maíz) y 3 grasas (aceite de soja, oleína vegetal y manteca). Debido al diseño, los niveles de LIN variaron entre 0.76% y 3.4%. Se analizaron muestras representativas de cereales y grasas (Tabla 2) según los métodos descritos por la AOAC International (2000). Se controló la puesta a diario y el resto de variables cada 28 días. Se analizaron los efectos del cereal, grasa y de sus interacciones a través de un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM (SAS Institute, 1990). Cuando los efectos del cereal y grasa fueron significativos se utilizó un t-test para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de puesta, el peso del huevo ($P<0.05$) y la masa de huevo ($P<0.05$) producido, fueron superiores ($P<0.05$) para los piensos basados en maíz que para los basados en trigo estando los piensos basados en cebada en una posición intermedia. Sin embargo, ni el consumo de pienso ni el índice de conversión se vieron afectados (Tabla 3). Los peores resultados productivos obtenidos con la utilización de trigo en relación con el maíz eran en parte esperados debido al bajo contenido en LIN de parte de los piensos (manteca y trigo) basados en este cereal (Jensen et al, 1958). El tipo de grasa no afectó a ninguna de las variables productivas a lo largo de todo el periodo experimental. Asimismo, se estudio la correlación entre el nivel de LIN y el peso del huevo, independiente del tipo de pienso, observándose que la correlación era superior cuando se estudiaban niveles de LIN entre 0.78% y 1.30% que cuando se estudiaba entre 1.30% y 3.40% (datos no mostrados). En base a estos se concluye que maíz, trigo y cebada pueden ser utilizados en dietas de gallinas ponedoras en porcentajes superiores al 45% si se controla de forma adecuada el nivel de LIN ($>1,1\%$) del pienso. Asimismo, las 3 fuentes de grasa pueden utilizarse in dietas de ponedoras sin ningún efecto sobre las variables productivas, siempre que el pienso resultante no sea limitante en LIN. Finalmente, las actuales prácticas de formulación de dietas para ponedoras, basadas en niveles mínimos de 1.8% de ácido linoleico no están justificadas.

Tabla 1. Composición de los piensos experimentales (g/kg)

Ingrediente			
Maíz	156,0	102,0	514,0
Trigo	--	450,0	--
Cebada	450,0	--	--
Fuente de grasa ^a	43,0	43,0	43,0
Hna soja, 470g PB/kg	233,0	174,5	220,0
Hna girasol, 320g PB/kg	6,0	109,0	101,0
Metionina-OH, 880 g/kg	1,48	1,23	1,23
L-Lisina-HCL, 780 g/kg	--	0,21	--
Análisis calculado^b			
EMAn (Kcal/kg)	2.750	2.750	2.750
Proteína bruta	175,0	175,0	175,0
Lisina digestible	7,6	6,9	7,4
Metionina digestible	3,7	3,8	3,9
Treonina digestible	5,3	5,1	5,6
Ácido linoleico	30,8	29,8	34,0
Cenizas totales	119,3	119,6	118,8
Calcio	38,0	38,0	38,0
Fósforo	6,8	6,8	7,3

^a La fuente de grasa fue aceite de soja, oleína vegetal o manteca de cerdo según diseño experimental.

^b Según Fedna (2003). Los datos se corresponden con los piensos que incluían aceite de soja.

Tabla 2. Composición química de las grasas experimentales (%)

	Aceite soja	Oleína vegetal	Manteca
Energía bruta (Kcal/kg)	9.374	9.197	9.433
Perfil ácidos grasos			
Ácido Mirístico	0,30	1,0	1,3
Ácido Palmítico	10,0	15,7	23,1
Ácido Palmitoleico	0,2	2,1	3,1
Ácido Margálico	0,2	0,2	0,3
Ácido Esteárico	4,5	5,1	11,6
Ácido Oleico	21,0	47,1	48,8
Ácido Linoleico	58,6	23,9	8,4
Ácido Linolenico	5,0	1,5	0,5
Material elucible	98,5	84,8	92,9
Índice acidez oléica	1,2	52,2	0,1
Índice de peróxidos(meq/kg)	2,0	1,1	4,0
Impurezas	0,1	0,3	0,2
Humedad	0,04	2,7	0,8

Tabla 3. Influencia del cereal y la fuente de grasa de la dieta sobre la productividad en ponedoras rubias de 22 a 54 semanas de edad

		Índice puesta	Peso huevo	Masa huevo	Consumo pienso	IC	IC
		%	g	g/d	g/d	kg/kg	kg/docena
Cereal	Cebada	92,1 ^{ab}	64,1 ^{ab}	59,1 ^a	115,3	1,95	1.50
	Trigo	88,9 ^b	63,4 ^b	56,3 ^b	116,8	2,00	1.51
	Maíz	92,9 ^a	64,5 ^a	59,9 ^a	117,3	2,00	1.55
Grasa	Aceite soja	90,9	64,1	58,4	117,0	1,98	1.51
	Manteca	91,1	63,5	57,8	116,6	1,99	1.52
	Oleína vegetal	91,9	64,4	59,2	115,8	1,99	1.54
EEM ^a (n=4)		1.92	0,45	1,36	1,92	0,029	0,028
EEM ^b (n=12)		1.10	0,26	0,78	1,11	0,017	0,016
Probabilidad ^c							
Cereal		*	*	**	NS	NS	NS
Grasa añadida		NS	NS	NS	NS	NS	NS

^a Error estándar de la media para la interacción. ^b Error estándar de la media para los efectos principales.

^c La interacción entre cereal y grasa no fue significativa (P >0.05).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• AOAC International. 2000. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International*. 17th ed. • Boletín Oficial Estado. 1995. • Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal. 2003. C. de Blas, G. G. Mateos, & P. G. Rebollar. • Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal. 2008. *Necesidades Nutricionales para Avicultura* • Hy-Line International, 2009. *Commercial Management Guide 2009-2011*. • ISA Brown, 2007a. *General Management Guide for ISA Brown hens*. • NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. • Shutze, J. V. & L. S. Jensen. 1963. *Poult. Sci.* 42:921-924.

EFFECTS OF THE MAIN CEREAL AND TYPE OF FAT OF THE DIET ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROWN EGG-LAYING HENS FROM TWENTY-TWO TO FIFTY-FOUR WEEKS OF AGE

ABSTRACT: The influence of the main cereal and type of fat in the diet on productive performance and egg quality from 22 to 54 weeks of age was studied in 756 brown-egg laying hens. The experiment was conducted as a completely randomized design with 9 treatments arranged factorially with 3 cereals (dented corn, soft wheat, and barley) and 3 types of fat (soy oil, acidulated vegetable soapstocks, and lard). Each treatment was replicated 4 times (21 hens per replicate). All diets were formulated to have similar nutrient content except for LIN that ranged from 0.76 to 3.4% depending on the combination of cereal and fat source used. Productive performance was recorded every 4-wk period. For the entire experimental period egg production and egg weight were higher (P < 0.05) for hens fed corn than for hens fed wheat, with hens fed barley being intermediate. It is concluded that the 3 cereals and the 3 fat sources tested can be used indistinctly in diets for laying hens provided that the final diet satisfy the linoleic acid requirements of laying hens.

Keywords: cereal, egg weight, fat source, laying hen performance, linoleic acid.

RELACIÓN ÓPTIMA DE METIONINA+CISTINA/LISINA DIGESTIBLES EN GALLINAS ISA BROWN DE 34 A 42 SEMANAS DE EDAD

Nicodemus N.¹, Callejo A.¹, Calle A.¹, Gutiérrez del Alamo A.², Villamide M.J.¹, Pérez de Ayala P.² y Buxadé C.¹

¹ Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I.Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

² Nutreco Poultry and Rabbit Research Centre. 45950, Casarrubios del Monte, Toledo.

Correo electrónico: nuria.nicodemus@upm.es

INTRODUCCIÓN

Los trabajos previos en los que se han estudiado las recomendaciones de metionina+cistina para gallinas ponedoras son muy numerosos, pero los resultados obtenidos presentan una gran variabilidad y, en algunos casos, son contradictorios. Esta variabilidad se explica por las condiciones en las que se ha realizado el estudio, la edad de las gallinas, la genética y el parámetro a optimizar. En este sentido, Novak et al. (2004) observaron que las necesidades totales de metionina+cistina eran mayores para maximizar el peso del huevo que para optimizar la producción de huevos o la eficacia alimenticia. Estas diferencias fueron menos importantes entre las 20 y 43 semanas (8%), que de las 44 a las 63 semanas de edad (16%). Además, las recomendaciones para optimizar la producción y el peso del huevo fueron un 17% y 11% mayores, respectivamente, en el primer periodo con respecto al segundo. Por el contrario, Waldroup y Hellwig (1995) encontraron que las necesidades totales de metionina+cistina para optimizar la producción y masa de huevo fueron más elevadas (12 y 10%, respectivamente) de 51 a 71 semanas de edad que de 25 a 45. Cuando las recomendaciones se expresan en unidades digestibles, el rango de necesidades de metionina+cistina digestibles con respecto a lisina digestible varía desde un 81 a un 107% (81%: Coon and Zhang, 1999; 90%: FEDNA, 2008; 91%: Rostagno et al., 2005; 93%: CVB, 1996; 94%: Bregendahl et al., 2008; 99%: Brumano et al., 2010a; 100%: Cupertino et al., 2009; Brumano et al., 2010a; 101%: Brumano et al., 2010b; 107%: Schmidt et al., 2009). Como consecuencia de esta alta variabilidad, es necesario seguir investigando sobre cuál sería el ratio óptimo metionina+cistina/lisina digestible para optimizar los rendimientos de gallinas ponedoras. Por tanto, el objetivo de este trabajo es determinar las necesidades óptimas de metionina+cistina digestibles con respecto a lisina digestible de gallinas Isa Brown desde las 34 a las 42 semanas de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 270 gallinas ponedoras Isa Brown de 34 a 42 semanas de edad, alojadas en una nave situada en las instalaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, y de acuerdo al R.D. 1201/2005 sobre protección de animales utilizados para experimentación y otros fines científicos. Las gallinas fueron distribuidas al azar entre seis piensos isonutritivos (PB: 15,4%, Almidón: 41,2%, FND: 12,2%, EE: 4,17%, Ca: 3,75%, P: 0,64 y EM: 2750 Kcal/kg), excepto para los niveles de metionina+cistina/lisina digestibles que fueron: 68, 75, 81, 87, 94 y 100%. Estas seis relaciones se obtuvieron a partir de una ración basal deficitaria en metionina+cistina digestible suplementada con niveles crecientes de DL-metionina. Las dietas se formularon sin ningún tipo de antibióticos o promotores del crecimiento y fueron presentadas en harina. Los animales tuvieron un acceso *ad libitum* al pienso y al agua a lo largo de todo el experimento. Cada tratamiento se replicó 9 veces y la unidad experimental estuvo constituida por cinco gallinas alojadas en una jaula de 508 x 450 x 450 mm (457,2 cm²/ave), con dos bebederos y una longitud de comedero disponible de 10,16 cm/ave. Durante el periodo experimental la temperatura media de la nave fue de 20 ± 2 °C y el periodo luz-oscuridad de 16 h (la luz se encendía a las 06,00 h y se apagaba a las 22,00 h). Al inicio del experimento, a las 4 y a las 9 semanas se pesaron todas las gallinas. Además semanalmente se controló el consumo, índice de puesta y peso del huevo para determinar el índice de conversión y la masa diaria de huevo. La mortalidad se controló diariamente. El efecto de los tratamientos sobre los parámetros productivos de las gallinas se analizó con el procedimiento GLM de SAS (1991) como un diseño completamente al azar con el tipo de

pienso como la principal fuente de variación. Para determinar los óptimos de metionina+cistina digestibles sobre las variables estudiadas se utilizaron contrastes polinomiales lineales y cuadráticos. Las medias se han presentado corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mortalidad fue nula durante el periodo experimental. La inclusión de metionina+cistina digestibles afectó de forma lineal y cuadrática a la masa de huevo diaria, al peso medio del huevo, a la producción de huevos, al consumo medio diario y a la ganancia media de peso de las gallinas durante las nueve semanas experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la inclusión de metionina+cistina digestibles en el pienso sobre los rendimientos de gallinas Isa Brown desde las 34 a las 42 semanas de edad.

met+cist/lisina digestible (%)	MHD (g)	PMH (g)	PH (%)	CMD (g)	PI (g)	GM (g)	IC (g/g)
68	51,7	62,0	83,3	113	2037	-163	2,20
75	56,7	64,6	87,9	120	2039	-50,9	2,12
81	60,0	66,0	91,0	122	2015	15,3	2,07
87	61,8	65,5	94,4	123	2012	5,78	2,01
94	62,1	65,6	94,7	123	2017	-12,0	1,99
100	60,8	65,7	92,7	120	2056	-5,0	1,97
EEM ¹	1,42	0,65	2,27	2,57	11,0	37,2	0,063
P _L ²	<0,0001	0,0017	0,0025	0,0005	0,92	0,0051	0,0014
P _Q ²	0,0002	0,0031	0,0054	0,0008	0,31	0,013	0,58

MHD: masa huevo diaria; PMH: peso medio del huevo; PH: producción de huevos, CMD: consumo medio diario; PI: peso inicial; GM: ganancia media; IC: índice de conversión (g consumidos/g masa huevo).

¹ EEM: error estándar medio (n = 9 réplicas de 5 gallinas en cada tratamiento).

² P_L: probabilidad del efecto lineal; P_Q: probabilidad del efecto cuadrático.

La relación metionina+cistina/lisina digestible óptima para maximizar la masa diaria, el peso y la producción de huevos fue de un 92%, mientras que para optimizar el consumo y la ganancia de las gallinas esta relación fue de un 89%. Estos ratios están próximos a las recomendaciones de FEDNA (2008), Rostagno et al. (2005) y CVB (1996). Sin embargo, son más bajos que los encontrados en otros estudios realizados con estirpes semipesadas (107%: Schmidt et al. (2009), desde las 79 a 95 semanas de edad; 100%: Cupertino et al. (2009), de 54 a 74 semanas). Harms et al. (1967) ya apuntaron que las necesidades de metionina de las gallinas son más altas al principio y al final de la etapa de puesta, lo que podría explicar estas diferencias en los resultados. En otros trabajos realizados con estirpes ligeras también se han encontrado relaciones más elevadas que las obtenidas en este trabajo: 100% de 24 a 40 semanas de edad (Brumano et al., 2010a) y 101% de 42 a 58 semanas de edad (Brumano et al., 2010b). Por el contrario, otros autores (Bregendahl et al., 2008) observaron relaciones más bajas (91%) de 28 a 34 semanas de edad en gallinas ligeras. El índice de conversión por masa de huevo diaria mejoró de forma lineal al aumentar el nivel de metionina+cistina digestibles en el pienso. La mejora de la eficacia de utilización del pienso cuando se incrementan los niveles de aminoácidos azufrados ya ha sido observado por otros autores (Novak et al., 2004; Cupertino et al., 2009) y es debido a que tanto un exceso como un déficit de estos aminoácidos tiene un efecto más negativo sobre el consumo que sobre la producción y el peso el huevo.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el convenio FPA100000PA04 entre NUTRECO S.L. y UPM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., & Hoehler, D. 2008. *Poult. Sci.* 87: 744-758.
- Brumano, G., Gomes, P.C., Donzele, J.L., Rostagno, H.S., da Rocha, T.C. & Lopes de Almeida, R. 2010a. *R. Bras. Zootec.* 39: 1228-1236.
- Brumano, G., Gomes, P.C., Donzele, J.L., Rostagno, H.S., da Rocha, T.C. & Carvalho Mello, H.H. 2010b. *R. Bras. Zootec.* 39: 1984-1992.
- Coon, C. & Zhang, B. 1999. *Feedstuffs* 71: 13-15, 31.
- Cupertino, E.S., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Juarez Lopes, D., Schmidt, M. & de Carvalho Mello, H.H. 2009. *R. Bras. Zootec.* 38: 1238-1246.
- CVB. 1996. *In Dutch. CVB Documentatierapport nr. 14.*
- FEDNA. 2008. Lázaro, R. & Mateos, G.G. Eds. *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid.*
- Harms, R.H., Damron, B.L. & Waldroup, P.W. 1967. *Poult. Sci.* 46: 181-186.
- Novak, C., Yakout, H. & Scheideler, S. 2004. *Poult. Sci.* 83: 977-984.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L. & col. 2005. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia. 186 p.*
- SAS 1991. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.
- Schmidt, M., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Vianna Nunes, R. & Brumano, G. 2009. *R. Bras. Zootec.* 38: 1962-1968.
- Waldroup, P.W. & Hellwig, H.M. 1995. *J. Appl. Poult. Res.* 4: 283-292.

OPTIMAL DIGESTIBLE METHIONINE+CYSTINE/LYSINE RELATIONSHIP FOR ISA BROWN LAYING HENS FROM 34 TO 42 WEEKS OF AGE

ABSTRACT: A total of 270 hens were distributed in a randomized design with 6 diets, 9 replicates per diet and 5 birds per replicate. Animals were fed a basal diet deficient in met+cyst, supplemented with increasing levels of DL-Methionine providing digestible met+cys/lysine ratios of 68, 75, 81, 87, 94 and 100%. Except for levels of digestible met+cys/lysine, diets were isonutritional (CP: 15.4%, Starch: 41.2%, NDF: 12.2%, EE: 4.17%, Ca: 3.75%, P: 0.64 y ME: 2750 Kcal/kg). Animals had *ad libitum* access to the feed, presented in mash form, and water. Hens were kept in a controlled environmental house (temperature $20 \pm 2^\circ\text{C}$ with a light:dark cycle of 16 h). The feed intake, egg mass, feed conversion ratio, egg production, egg weight and weight gain were recorded weekly. A positive linear response ($P_L = 0.001$) to dietary digestible met+cyst/lysine ratio was found on feed conversion ratio per egg mass. Treatments had a linear and quadratic effect on feed intake ($L = 0.0005$; $Q = 0.0008$), egg mass ($P_L < 0.0001$; $P_Q = 0.0002$), egg production ($P_L = 0.0025$; $P_Q = 0.0054$), egg weight ($P_L = 0.0017$; $P_Q = 0.0031$) and weight gain ($P_L = 0.0051$; $P_Q = 0.013$). Feed intake and weight gain reached a maximum for a 89% digestible met+cyst/lysine ratio, whereas 92% was the optimal level for maximize egg mass, egg production and egg weight.

Keywords: Laying Hens, digestible methionine + cystine, requeriment, egg production

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UN HIDROLIZADO DE MUCOSA DIGESTIVA PORCINA (PALBIO 50 RD®) EN PIENSOS DE BROILERS CON NIVELES DIFERENTES DE LISINA

Mohiti-Asli, M.¹, Frikha, M.¹, Jabbour, C.¹, Borda, E.², Cámara, L.¹ y Mateos, G.G.¹

¹Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid.

² I+D Nutrition and Health Care, Bioibérica S.A., Palafoxs, Barcelona.

gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

La alimentación del pollo broiler durante la primera semana de vida es de creciente importancia debido a que la edad de sacrificio ha disminuido de forma constante en los últimos años. Además, consumos elevados durante la primera semana de vida mejoran el desarrollo del aparato digestivo de las aves, favoreciendo el crecimiento de las vellosidades intestinales y la eficiencia alimenticia (Lilburn, 1998, Noy et al., 2005). En los últimos años, el mercado dispone de nuevos productos de origen animal obtenidos durante el proceso de obtención de la heparina para uso farmacéutico. Uno de estos productos comerciales (Palbio 50 RD, Bioibérica S.A., Palafoxs, Barcelona) está formado por la proteína hidrolizada de la mucosa digestiva de porcino limpia de contenidos intestinales, secada mediante un procedimiento especial que incluye la utilización de harina de soja como excipiente. Recientes estudios han demostrado de forma fehaciente el interés de utilizar este ingrediente en piensos de lechones de primera edad (Lindeman, et al., 2000; Corassa et al., 2007) pero los datos existentes en aves son más limitados. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de niveles crecientes de este hidrolizado proteico (PAL) sobre la productividad de pollos que recibían piensos con dos niveles diferentes de lisina total (Lys).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos (Exp.) para evaluar el efecto de niveles crecientes (0,0; 2,5; 5,0 y 7,5%) de PAL en piensos de primera edad que contenían 1,23 o 1,36% Lys. En ambos ensayos se utilizaron los mismos piensos y la misma estirpe de pollos (Ross 308 sin sexar de un día de edad). Todos los piensos fueron formulados para contener la misma EMAN y nivel de aminoácidos indispensables (FEDNA, 2003, 2008), y se suministraron en forma de migajas *ad libitum*. Los niveles de sodio variaron con la incorporación de PAL, desde 0,18% para el control a 0,24% en la dieta con 7,5% PAL. En el Exp. 1 se utilizaron 1.200 pollitos que se distribuyeron en 40 departamentos sobre suelo, con viruta de cama. Cada uno de los 8 tratamientos experimentales se replicó 5 veces y la unidad experimental fue el departamento con 30 pollitos de 1 a 21 d de edad y 15 pollitos de 21 d a sacrificio. Los pollitos recibieron sus respectivos piensos experimentales hasta los 21 días y un mismo pienso común en forma de gránulo (3 mm Ø) entre 21 y 37 d de edad. En el Exp. 2, 280 pollitos se alojaron en 40 jaulas en batería (7 pollitos por jaula) y se asignaron 5 jaulas a cada tratamiento. Los pollitos recibieron sus respectivos piensos experimentales en forma de migajas hasta los 37 días de edad. Los datos de consumo (CMD), ganancia de peso (GMD) e índices de conversión (IC) se calcularon semanalmente y se analizaron de acuerdo a un diseño completamente al azar, con los tratamientos organizados factorialmente (SAS Institute System, 1990). Cuando los efectos principales fueron significativos ($P < 0,05$), las medias se compararon mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de PAL al pienso mejoró los resultados productivos de los pollos en ambos ensayos (Tablas 1 y 2). La inclusión del nivel superior de Lys mejoró también los rendimientos productivos, pero estas mejoras sólo fueron significativas en el Exp. 2. En el Exp. 1 los pollos alimentados con PAL crecieron más de 1 a 21 días que los alimentados con el pienso control ($P < 0,05$) y los mejores resultados se obtuvieron con dosis de PAL alrededor del 2,5%. Dado que el CMD se vio poco afectado ($P = 0,08$) por el nivel de PAL en el pienso, los IC mejoraron con la inclusión del hidrolizado proteico ($P < 0,001$). En este periodo se detectó una interacción ($P < 0,05$) para el CMD entre niveles de PAL y Lys; la inclusión de 7,5% PAL disminuyó el consumo con respecto al control en pollos que recibían

Tabla 1. Efecto de la inclusión de hidrolizado de mucosa digestiva porcina (PAL) y de los niveles de Lys sobre los resultados productivos de pollos criados en suelo (Exp.1).

Lys, %,	PAL,%	1-21d			1-37d		
		GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC
1,23	0,0	49,9	68,7	1,37	69,9	117,5	1,68
	2,5	51,4	68,2	1,33	72,1	120,3	1,67
	5,0	51,9	68,9	1,33	72,1	119,6	1,66
	7,5	49,8	66,2	1,33	69,4	115,4	1,66
1,36	0,0	50,3	68,2	1,35	71,6	119,2	1,67
	2,5	52,4	70,1	1,34	72,5	120,8	1,67
	5,0	51,4	67,8	1,32	73,7	119,4	1,62
	7,5	51,5	68,6	1,33	70,8	119,2	1,68
EEM (n=5) ¹		0,55	0,65	0,008	1,28	1,74	0,014
Lys	1,23	50,7	68,0	1,34	70,9	118,2	1,67
	1,36	51,4	68,7	1,34	72,1	119,7	1,66
EEM (n=20)		0,28	0,33	0,004	0,64	0,87	0,007
PAL	0,0	50,2 ^b	68,5	1,36 ^a	70,8	118,4	1,67
	2,5	51,9 ^a	69,2	1,33 ^b	72,3	120,6	1,67
	5,0	51,6 ^{ab}	68,4	1,32 ^b	72,9	119,5	1,64
	7,5	50,7 ^{ab}	67,4	1,33 ^b	70,1	117,3	1,67
EEM (n=10)		0,39	0,46	0,006	0,90	1,23	0,010
<i>Probabilidad</i>							
Lys		0,104	0,187	0,399	0,169	0,249	0,372
PAL		0,013	0,080	0,001	0,125	0,280	0,111
LysxPAL		0,246	0,024	0,368	0,960	0,681	0,226

¹n=5 replicas de 30 pollitos cada una de 1 a 21 d y de 15 pollos de 21 a 32 d de edad.

^{a,b} Medias por columnas con superíndice distinto son significativamente diferentes (P < 0,05).

Tabla 2. Efecto de la inclusión de hidrolizado de mucosa digestiva porcina (Palbio) y de los niveles de Lys sobre los resultados productivos de pollos criados en batería (Exp.2).

Lys, %,	PAL,%	1-21d			1-37d		
		GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC
1,23	0,0	47,5	67,3	1,42	62,0	103,8	1,67
	2,5	51,7	71,2	1,38	65,1	108,1	1,66
	5,0	49,1	68,6	1,40	65,1	107,0	1,64
	7,5	48,8	68,0	1,40	64,2	106,3	1,65
1,36	0,0	49,3	69,6	1,41	64,6	106,8	1,65
	2,5	50,6	71,3	1,41	66,9	109,9	1,65
	5	51,6	71,3	1,38	69,4	114,1	1,64
	7,5	50,5	69,3	1,37	66,9	108,3	1,62
EEM (n=5) ¹		0,70	0,84	0,016	1,26	1,69	0,021
Lys	1,23	49,3	68,8	1,40	64,1	106,3	1,66
	1,36	50,5	70,4	1,39	67,0	109,8	1,64
EEM (n=20)		0,35	0,42	0,008	0,63	0,85	0,010
PAL	0,0	48,4 ^b	68,5 ^b	1,41	63,3 ^b	105,3 ^b	1,66
	2,5	51,2 ^a	71,2 ^a	1,39	66,0 ^{ab}	109,0 ^{ab}	1,65
	5,0	50,3 ^a	70,0 ^{ab}	1,39	67,3 ^a	110,5 ^a	1,64
	7,5	49,6 ^{ab}	68,6 ^b	1,38	65,6 ^{ab}	107,3 ^{ab}	1,64
EEM (n=10)		0,49	0,59	0,011	0,89	1,20	0,015
<i>Probabilidad</i>							
Lys		0,022	0,010	0,822	0,003	0,007	0,218
PAL		0,003	0,007	0,262	0,028	0,025	0,561
LysxPAL		0,065	0,412	0,276	0,795	0,385	0,886

¹n=5 replicas de 7 pollitos cada una de 1 a 37 d de edad.

^{a,b} Medias por columnas con superíndice distinto son significativamente diferentes (P < 0,05).

piensos con 1,23% Lys, pero no en los que recibían 1,36% Lys. De 21 a 37 días de edad, cuando todos los pollitos recibieron un pienso común, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Al final del ensayo, cuando se introdujo el porcentaje de hembras por réplica como covariable, los pollos que consumieron PAL tendieron ($P = 0,06$) a pesar más que los pollos controles (2.653, 2.703, 2.720 y 2.663 g para 0,0; 2,5; 5,0 y 7,5% PAL, respectivamente; datos no mostrados). En el Exp. 2, de 1 a 21 días de edad, los pollos que recibieron el nivel superior de Lys tuvieron un mayor CMD (70,4 vs 68,8 g; $P = 0,01$) y GMD (50,5 vs 49,3 g; $P < 0,05$) con similares IC. Asimismo, los pollos que recibieron PAL en este periodo consumieron más pienso y crecieron más ($P < 0,01$) que los pollos control. Los mejores resultados productivos se obtuvieron con 2,5% de PAL (GMD de 51,2 g para el pienso con 2,5% PAL y 48,4 g para el pienso control). De 1 a 37 días de edad, los pollos que consumieron 1,36% de Lys también crecieron más y consumieron más pienso ($P < 0,01$) que los que recibieron 1,23% de Lys. En el global de la prueba, la inclusión de PAL mejoró el CMD y la GMD ($P < 0,05$) y los mejores resultados se obtuvieron con 2,5 a 5% PAL (CMD y GMD de 110,5 y 67,3 g para el tratamiento con 5% PAL añadido y de 105,3 y 63,3 g para el pienso control). Se concluye que la inclusión de PAL mejora los resultados productivos, en especial las GMD a todas las edades, y que el nivel más recomendable varía entre 2,5 y 5% de inclusión, en función del criterio utilizado. Asimismo, los pollos que recibieron 1,37% de Lys crecieron más pero tuvieron los mismos IC que los que recibieron 1,23% Lys. Por tanto, se recomienda la inclusión de PAL en piensos de iniciación de pollos que contengan niveles de Lys superiores a 1,23%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corassa, A., Lopes, D.C., de Miranda Pena, S., Silva de Freitas, L., Miranda de Pena, G. 2007. Rev. Bras. Zoot. 36: 2029-2036.
- FEDNA. 2003. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª ed.), Madrid.
- FEDNA, 2008. Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta, Madrid.
- Lindeman, M.D., Cromwell, G.L., Monege, H.J., Cook, H., Soltwedel, K.T., Thomas, S. Easter, R.A. 2000. J. Anim. Sci. 78: 318-327.
- Lilburn, M.S. 1998. J. Appl. Poult. Res. 7: 420-424.
- Noy, Y., Sklan, D. 2005. Poultry Beyond 2010, Auckland, NZ.
- SAS Institute 1996. SAS User's guide: Statistics. V. 7.0; ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE.UU.

EFFECT OF INCLUSION OF HYDROLYZED PORCINE MUCOSE IN BROILER CHICKENS DIETS VARYING IN LYSINE LEVELS

ABSTRACT: Two experiments were conducted to estimate the optimal inclusion level of a product based on hydrolyzed swine intestinal mucosa (PAL, Palbio 50 RD; Biobérica, Palafolls, Barcelona, Spain) for broiler chicks fed diets with two different total lysine (Lys) levels. In Exp. 1, 1,200 one day-old, straight-run Ross 308 chicks were assigned randomly to 8 dietary treatments with 5 pen floor replicates of 30 chicks each. The treatments were arranged factorially with 4 levels of PAL (0, 2.5, 5.0, and 7.5%) and two levels of Lys (1.23 and 1.37%) from 1 to 21 d. All birds were fed a common diet without PAL from 21 to 37 d of age. Lys level did not affect ADG at any age, except for final BW that tended to increase (2,662 vs. 2,707 g) with the higher Lys level (data not shown). Inclusion of PAL tended to improve ADFI ($P = 0.08$) and improved BWG ($P < 0.05$) and FCR ($P < 0.001$) from 1 to 21 d of age. In Exp. 2 the same diets in crumble form were used in birds kept in cages with 5 replicates of 7 birds each per treatment. The trial lasted 37 d and birds were fed the PAL diets during the whole experiment. From 1 to 37 d of age, birds fed 1.37% Lys had higher ADFI and ADG ($P < 0.01$) than birds fed 1.23% Lys. The inclusion of PAL improved ADFI and ADG from 1 to 21 d ($P < 0.01$) and from 1 to 37 d ($P < 0.05$) of age, with the best results observed for the diets that included 2.5 to 5.0% PAL. It is concluded that broilers benefit for the inclusion of the hydrolyzed protein source (Palbio 50 RD) in the diet at levels between 2.5 and 5.0%, irrespective of dietary Lys level. Also, bird performance responds better to diets with 1.37% Lys than to diets with 1.23% Lys.

Keywords: broiler performance, lysine requirements, hydrolyzed digestive porcine mucose.

EFFECTO DE LA DL-METIONINA Y LA HIDROXI-ANÁLOGA DE LA DL-METIONINA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN POLLOS DE ENGORDE

Jiménez-Moreno, E.¹, Frikha, M.¹, Lázaro, R.P.¹, Dapoza C.², Mateos G. G.¹
¹Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, España
²Evonik Degussa International AG
E-mail: gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

Niveles excesivos de proteína bruta aumentan el coste del pienso y pueden perjudicar la fisiología y el desarrollo de las aves (Binder y Lemme, 2007) por lo que es frecuente la incorporación de Metionina (Met) y otros aminoácidos (AA) indispensables en los mismos. La Met es el AA más limitante en dietas comerciales para avicultura. La DL-Metionina (DL-Met) y la forma líquida del hidroxianálogo de la DL-Met ácido libre (MHA-FA) son las principales fuentes utilizadas para suplementar dietas comerciales con Met. El objetivo de este ensayo fue comparar los efectos de niveles crecientes de dos fuentes de Met en pollos de engorde de 1 a 34 días de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 720 broilers Ross-308 machos de un día de edad con un peso inicial de 40,4 g fueron distribuidos en 90 jaulas. El diseño fue completamente al azar con 9 tratamientos experimentales; una dieta control a base de trigo, maíz, harina de soja y guisantes, y sin suplementación alguna de Met, y otras 8 dietas producidas partiendo de la misma dieta basal pero con cuatro niveles de suplementación (0,30, 0,60, 1,00 y 1,50 g/kg) y dos fuentes comerciales de Met (DL-Met; con un 99% de riqueza y MHA-FA, con un 88% de riqueza). El programa de alimentación incluyó tres fases (1 a 13 d; 13 a 26 d y 26 a 34 d de edad) y todos los piensos cubrieron las necesidades de cada uno de los aminoácidos esenciales salvo la Met (Tabla 1). Las dietas tuvieron un contenido de Met total en el pienso que varió según el tratamiento de 3,4 a 4,9 g/kg, en el periodo de 1 a 13 d, de 2,9 a 3,4 g/kg, en el periodo de 13 a 26 d, y de 2,6 a 4,1 g/kg en el periodo de 26 a 34 d. Las dietas fueron ofrecidas en forma de gránulo (2,5-mm Ø). Cada tratamiento se replicó diez veces y la unidad experimental fue una jaula con 8 pollitos. Los controles de peso y consumo de pienso se realizaron a 1, 13, 26 y 34 días de edad. La ganancia media diaria (GMD), el consumo de pienso (CMD) y el índice de conversión (IC) fueron analizados por periodo y para el global de la prueba mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) utilizando un diseño completamente al azar. Los valores presentados en las tablas son medias aritméticas y las diferencias se consideraron significativas cuando el valor de probabilidad fue $P \leq 0,05$. En caso de significancia, la separación de medias se realizó con el test de Tukey Kramer. Para determinar la relación de eficacia entre la MHA-FA y la DL-Met para el peso vivo y el IC se llevaron a cabo regresiones exponenciales según describen Littell et al. (1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad estuvo influenciada por el tipo y nivel de Met en todos los periodos estudiados (Tabla 2). La inclusión de Met, independientemente de la fuente, mejoró la GMD, CMD ($P < 0,05$) y el IC ($P < 0,001$) en todos los periodos considerados. Para un mismo nivel de producto comercial de Met añadido, las mejoras observadas en el IC de 1 a 34 d de edad fueron más evidentes con la inclusión de DL-Met que con la de MHA-FA. Cuando se compararon ambos productos peso a peso, la eficiencia relativa del MHA-FA respecto a la DLM resultó de 71% para el peso vivo y de 51% para el IC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Binder, M. & Lemme, A. 2007. Amino News. Degussa 08(02): 2-3. • FEDNA, 2003. Normas para la formulación de piensos compuestos. Madrid, Spain. • Ross 308. 2008. Aviagen. Newbridge, Midlothian, Scotland, UK. • SAS Institute, 1990. SAS User's Guide. Versión 6,

SAS Institute, Cary, N.C. • Littell, R.C., Henry, P.R., Lewis, A.J. & Ammerman, C.B. 1997. J. Anim. Sci. 75: 2672-2683.

Tabla 1. Composición de las dietas basales (g/kg)

	1 a 13 d	14 a 26 d	27 a 34 d
Ingrediente			
Trigo	260,1	474,7	530,0
Maíz	200	-	-
Harina de soja (480 g/kg CP)	342,8	247,8	191,0
Guisante	100	162,4	167,1
Aceite de soja	51	75,6	70,8
Biolys®	2,6	2,1	2,7
L-Treonina	0,9	0,8	1,0
Otros ¹	42,6	36,6	37,4
Composición nutritiva ²			
EMA _n , MJ/kg	12,6	13,3	13,4
Proteína bruta	235,4	210,0	190,0
Lisina	14,2	12,2	11,1
Metionina	3,4	2,9	2,6
Metionina + Cistina	7,1	6,4	5,8
Treonina	9,6	8,3	7,6

¹Incluye macrominerales, vitaminas y elementos traza en proporciones recomendadas por FEDNA (2003).

²Valores estimados. La proteína bruta y los aminoácidos totales se analizaron por vía húmeda obteniéndose buena concordancia con los valores estimados

COMPARATIVE STUDY OF TWO METHIONINE SOURCES ON PERFORMANCE OF BROILERS FROM 1 TO 34 D OF AGE

ABSTRACT: We compared DL-Methionine (DL-Met) and the liquid hydroxyanalogue form (MHA-FA) as a source of Methionine (Met) in broiler diets from 1 to 34 d of age. The experimental design was completely at random with 9 treatments; a control diet without Met supplementation, 4 extra diets that included 0.30, 0.60, 1.00 and 1.50 g DL-Met source (99% Met)/kg and 4 diets that included 0.30, 0.60, 1.00, y 1.50 g MHA-FA source (88% Met)/kg diet. Diets were based on wheat, corn, peas, and soybean meal. All the feeds met the requirements of broilers for all indispensable amino acids except Met. The Met content was 3.1 g/kg for the control diet and ranged (g/kg) from 3.4 to 4.9, 2.9 to 3.4, and 2.6 to 4.1 g/kg diet for starter, grower and finisher periods, respectively. Diets were offered as 2.5-mm pellets. Each treatment was replicated 10 times and the experimental unit was a cage with 8 chicks. Body weight and ADFI were recorded per replicate at 1, 13, 26, and 34 d of age. For the entire experimental period, the inclusion of Met, irrespective of the source of Met used, improved BW gain ($P \leq 0.001$), ADFI ($P \leq 0.001$), and feed to gain ratio ($P \leq 0.001$). The inclusion of DL-Met provided better broiler growth than the inclusion of MHA-FA. The relative efficacy of MHA-FA with respect to DL-Met in a weight to weight basis was estimated to be 71 and 51% for BW and FCR, respectively.

Keywords: Broiler performance, DL-Methionine, hydroxyanalogue of DL-Methionine.

Tabla 2. Efecto de la fuente y nivel de suplementación de metionina (Met) sobre la productividad en pollos de engorde

Fuente	Suplementación, g/kg	1 a 13 d			13 a 26 d			26 a 34 d			1 a 34 d		
		GMD ¹	CMD ²	IC ³	GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC
Control ⁴		23,5 ^e	29,0 ^b	1,23 ^a	53,9 ^d	94,1 ^b	1,75 ^{ab}	72,7 ^b	146,6 ^b	2,04 ^a	49,0 ^d	82,1 ^b	1,67 ^a
DL-Met, 99%	0,3	25,3 ^d	30,6 ^{ab}	1,21 ^{ab}	58,9 ^c	100,4 ^{ab}	1,70 ^{bcd}	87,2 ^a	166,2 ^{ab}	1,92 ^{abc}	55,4 ^c	88,5 ^{ab}	1,60 ^{abc}
	0,6	27,5 ^{abc}	32,1 ^a	1,17 ^{cd}	63,6 ^{ab}	105,8 ^a	1,66 ^{cde}	93,1 ^a	168,7 ^a	1,81 ^{bcd}	59,6 ^{abc}	93,6 ^a	1,57 ^{bcd}
	1,0	28,1 ^{abc}	32,4 ^a	1,15 ^{de}	64,2 ^{ab}	102,0 ^a	1,59 ^{ef}	94,4 ^a	163,0 ^{ab}	1,72 ^d	60,3 ^{abc}	89,7 ^{ab}	1,48 ^{de}
	1,5	28,9 ^a	32,4 ^a	1,12 ^f	67,2 ^a	106,3 ^a	1,58 ^f	94,2 ^a	160,7 ^{ab}	1,71 ^d	61,9 ^a	90,2 ^{ab}	1,46 ^e
MHA-FA, 88%	0,3	26,6 ^{cd}	31,6 ^a	1,19 ^{bc}	57,5 ^{cd}	102,6 ^a	1,79 ^a	88,3 ^a	170,8 ^a	1,93 ^{ab}	55,4 ^c	91,3 ^a	1,65 ^{ab}
	0,6	27,0 ^{bc}	31,9 ^a	1,18 ^{bcd}	60,3 ^{bc}	103,1 ^a	1,71 ^{bc}	87,3 ^a	162,1 ^{ab}	1,87 ^{abcd}	56,6 ^{bc}	90,0 ^{ab}	1,59 ^{abc}
	1,0	27,5 ^{abc}	32,4 ^a	1,18 ^{bcd}	63,7 ^{ab}	107,4 ^a	1,69 ^{bcd}	91,3 ^a	170,8 ^a	1,88 ^{abcd}	59,2 ^{abc}	94,6 ^a	1,60 ^{abc}
	1,5	28,5 ^{ab}	32,2 ^a	1,13 ^{ef}	65,2 ^a	106,6 ^a	1,64 ^{def}	96,6 ^a	168,3 ^{ab}	1,75 ^{cd}	61,4 ^{ab}	92,9 ^a	1,51 ^{cde}
EEM ⁵ (n = 10)		0,4	0,4	0,01	0,9	1,6	0,02	2,9	4,9	0,04	0,9	1,8	0,02
Probabilidad		***	***	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***

^{a-f} Medias dentro de un columna que no comparten las mismas letras difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

¹ Ganancia media diaria, g; ² Consumo medio diario, g; ³ Índice de conversión; ⁴ Las dietas control contienen 3,4, 2,9 y 2,6 g Met/kg de pienso en los periodos de 1 a 13 d, 13 a 26 d y de 26 a 34 d de edad, respectivamente. ⁵ Error estándar de la media (10 réplicas de 8 pollitos cada una por tratamiento).

*** $P < 0,001$; * $P < 0,05$.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ENERGÍA METABOLIZABLE DE DISTINTAS FUENTES DE LÍPIDOS PROCEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL ACEITE DE SOJA

Irاندoust, H.¹, Samie, A.H.¹, Rahmani, H.R.¹, Pourreza, J.¹, Kadivar, M.¹, Edriss M.A.¹, García-Rebollar, P.¹, Mateos G.G.²

¹Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Tecnología de Isfahan, Isfahan, 841568311 Irán.

²Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid. gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

Los aceites vegetales se utilizan en la alimentación de gallinas ponedoras para aumentar la concentración energética de los piensos y como fuente de ácido linoleico. Además, Mateos y Sell (1981) han demostrado que la inclusión de grasas ralentiza la velocidad de tránsito de la digesta lo que favorece el contacto entre los nutrientes de la dieta y las enzimas digestivas, mejorando su utilización digestiva. Como consecuencia, la inclusión de grasas es una práctica común en la formulación de piensos comerciales para aves de puesta. El aceite de soja (AS) debido a su alto contenido energético y en ácido linoleico es el aceite de elección en piensos para avicultura pero su alto coste limita su utilización en piensos comerciales. Dos co-productos de la industria del aceite de soja, las oleínas (OAS) y el aceite de freiduría (ASR) podrían sustituir al AS en piensos para avicultura. El objetivo de este trabajo es determinar el contenido en energía metabolizable aparente (EMA) de estos aceites y comparar los resultados obtenidos utilizando dos metodologías de cálculo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron dos lotes de AS y de OAS de una refinería comercial (Naz, Isfahan, Irán) y otro lote de ASR de una industria de procesamiento de productos ricos en almidón para consumo humano (Golab, Isfahan, Irán). Las muestras fueron analizadas para humedad, impurezas insolubles y material insaponificable (MIU) de acuerdo a los métodos de la AOAC (2002). El perfil de ácidos grasos se determinó como indica Grobas et al. (1999). Asimismo, se determinó el índice de peróxidos, la acidez oleica y el contenido en ácidos grasos libres (AGL) de los tres aceites (Safaa et al., 2008; Tabla 1).

Tabla 1. Composición química (%) y parámetros de calidad de los aceites de soja

	Aceite refinado	Aceite reciclado	Oleína
	AS	ASR	OAS
Humedad	0,1	0,2	2,3
Impurezas	0,1	0,3	0,5
Insaponificables	0,3	0,8	1,2
Ácidos grasos libres	0,1	0,2	40,7
Índice peróxidos	2,4	5,1	2,8
Ácidos grasos (% grasa)			
C18:0	3,9	3,7	4,4
C18:1	19,5	22,6	22,0
C18:2	55,3	51,7	48,6
C18:3	6,2	5,2	5,9
Relación AGPI:AGS ¹	3,2	2,8	2,3

¹Ácidos grasos poliinsaturados: ácidos grasos saturados.

La dieta basal (maíz y harina de soja) no contenía grasa adicional alguna (Tabla 2). Las dietas experimentales resultaron de mezclar 95% de la dieta basal y 5% del aceite objeto de estudio. Cada dieta se suministró durante 17 días a 6 machos Hy-line W36 de 35 semanas

de edad. Por tanto, hubo 4 dietas experimentales y 6 réplicas individuales por tratamiento. Las aves se alojaron en jaulas metabólicas tipo Petersime con calefactor individual. Los tres últimos días de prueba se controló el consumo individual de pienso y se recogió en su totalidad la producción de excreta. Se analizó en piensos y excreta la materia seca (60°C durante 96 h) y energía bruta (EB) en bomba calorimétrica (modelo 356 Parr Instrument, Estados Unidos). A partir de estos datos se determinó la EMA de los cuatro piensos. El contenido en EMA de los aceites experimentales se calculó utilizando dos metodologías diferentes: 1) por diferencia entre el contenido en EMA de la dieta basal y de las dietas que contenían aceites de soja extrapolando a 100% de grasa, y 2) multiplicando el contenido en energía bruta del aceite por su coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) (Mateos et al., 1980; Huyghebaert et al., 1987). Los resultados se analizaron de acuerdo con el procedimiento GLM del SAS (2001) con el ave individual como unidad experimental. En caso de diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), las medias fueron separadas por un t-test.

Tabla 2. Composición y valor nutricional de la dieta basal (%)

Ingredientes		Valor nutricional	
Maíz	74,7	EMAn, kcal/kg	2.850
Harina de soja, 47%	21,3	Proteína bruta	16,0
Carbonato cálcico	1,6	Extracto etéreo	3,0
Fosfato bicálcico	1,4	Ácido linoleico	1,7
Sal común	0,4	Metionina	0,39
Otros	0,6 ¹	Calcio	1,0
		P total	0,62

¹Incluye 0,10% de DL-Met y el corrector que suministraba todos los micronutrientes (vitaminas y oligoelementos) necesarios en cantidades superiores a las recomendaciones del NRC (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aceites experimentales presentaron diferencias en su composición química para la mayoría de los parámetros analizados. Como era de esperar, el contenido en humedad (2,3 vs 0,1 y 0,2%), impurezas (0,5 vs 0,1 y 0,3%) e insaponificables (1,2 vs 0,3 y 0,8%) fue superior para la OAS que para el AS, con el ARS en posición intermedia. Asimismo, el porcentaje de AGL fue muy superior para la OAS que para los otros dos aceites (40,7 vs 0,2 y 0,1%, respectivamente). El índice de peróxidos fue reducido pero superior para el ASR (5,1 meq/kg) que para los otros dos aceites (2,4 y 2,8 meq/kg para el AS y la OAS, respectivamente). En relación con el perfil de ácidos grasos, todos los aceites presentaron un alto contenido en ácido linoleico pero inferior para la OAS que para el AS, con el ASR en una posición intermedia (48,6 vs 55,3 y 51,7%, respectivamente). El bajo contenido en peróxidos y MIU de la OAS y del ASR indican que el procesado de los mismos fue correcto.

En la Tabla 3 se presenta el CDA y el contenido en EMA del pienso basal y de los tres piensos experimentales, así como el contenido en EB de los aceites y el CDA de la fracción lipídica. El contenido en EMA de la dieta basal fue de 2.850 kcal/kg mientras que el de las dietas que incorporaban un 5% de aceite fue de 3.172, 3.160 y 3.062 kcal/kg para las dietas con AS, ASR y OAS, respectivamente. La EB de las grasas experimentales fue de 9.370, 9.390 y 9.140 kcal/kg para AS, ASR y OAS, respectivamente. Dado que el CDA de estos tres aceites fue de 95,2, 94,5 y 85,9%, el valor de EMA obtenido multiplicando la EB por su CDA fue de 8.916, 8.880 y 7.849 kcal/kg, respectivamente. Estos datos indican que la calidad del AS refinado y del ASR fue similar con solo escaso beneficio a favor del AS lo que estuvo en relación con su contenido en ácido linoleico y en EMA. La OAS presentó un valor energético inferior al AS, aunque superior al encontrado por otros investigadores (Huyghebaert et al., 1987) para este tipo de aceite. Los resultados indican que las oleínas son peor utilizadas que el aceite refinado o el aceite de freiduría reciclado pero que las tres

fuentes de aceites de soja, convenientemente procesadas, pueden utilizarse de forma eficiente en piensos para aves de puesta.

Tabla 3. Determinación de la energía metabolizable aparente (EMA, kcal/kg) de los aceites de soja según dos metodologías diferentes.

	Pienso EMA	Aceite		EMA del aceite, kcal/kg	
		EB ¹	CDA ² , %	Diferencia ³	EB x CDA
Control	2.850	-	-	-	-
95 control + 5 aceite soja	3.172	9.370	95,2 ^a	9.137 ^a	8.916 ^a
95 control + 5 aceite soja reciclado	3.160	9.390	94,5 ^a	8.956 ^a	8.880 ^a
95 control + 5 oleínas de soja	3.062	9.140	85,9 ^b	7.961 ^b	7.849 ^b
EEM ⁴ (n = 6)	35,5	-	2,27	16,3	14,7

¹Energía bruta (kcal/kg); ²Coefficiente digestibilidad aparente; ³Valor energético del aceite calculado por diferencia; ⁴Error estándar de la media. ^{a-b}Valores con superíndice distinto en la misma columna son diferentes ($P < 0,05$)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA, USA.
- Grobas, S., Mendez, J., De Blas, C. & Mateos, G. G. 1999a. *Poult. Sci.* 78:1542-1551.
- Huyghebaert, G., De Munter, G. & De Groote, G. 1988. *Anim. Feed Sci. Tech.* 20:45-58.
- Mateos, G. G. & Sell, J. L. 1980. *Poult. Sci.* 59:369-373.
- Mateos, G. G. & Sell, J. L. 1981. *Poult. Sci.* 60:1925-1930.
- National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Safaa, H.M., Serrano, M.P., Valencia, D.G. & Mateos, G.G. 2008. *Poult. Sci.* 87:1595-1602.

DETERMINATION OF THE APPARENT METABOLIZABLE ENERGY OF DIFFERENT TYPES OF SOY OIL IN POULTRY

ABSTRACT: A trial was conducted to determine the AME concentration of soybean oil (SO), recycled soy bean oil (RSB) and acidulated soy oil soapstocks (ASO) in 35 wk-old Hy-Line W-66 cocks. There were 4 experimental diets that consisted in a basal diet based on corn and soybean meal and 3 additional diets that resulted from the combination of 95% of the basal diet and 5% of the corresponding experimental oils. Each of the 4 treatments was replicated 6 times and the experimental unit was an individual rooster. Oils were analyzed for major quality parameters (peroxide index, free fatty acid content, oleic acid index, MIU, and fatty acid profile). The AME of the oils was estimated by difference in AME between the basal and the experimental diets and then extrapolating to 100% dietary fat, and by multiplying the gross energy of the oil by its apparent digestibility coefficient. The chemical composition of the 3 oils fitted expected value with higher free fatty acid content, peroxide index, and MIU content for the ASO and lower for the SO, with the RSO being intermediate. Also, linoleic acid content was higher for SO than for ASO with RSO being intermediate. The AME of the oils obtained from the GE and the digestibility was higher for SO and RSO than for ASO (8.916, 8.880, and 7.849 kcal/kg, respectively; $P < 0.05$). When AME was calculated by difference between AME of the diets, the same trend was observed although the energy values of the oils were slightly higher (9.137, 8.956, and 7.961 kcal AME/kg oil for SO, RSO, and ASO, respectively; $P < 0.05$). It is concluded that ASO has less energy content than RSO and SO but that the three sources of soy oil, if correctly processed and evaluated, can be used as energy sources in diets for poultry.

Keywords: soy oil, recycled soy oil, acidulated soy soapstocks, metabolizable energy, poultry.

VARIACIONES INTERANUALES Y MENSUALES EN LAS GANANCIAS DE PESO DE TERNEROS EN DOS CEBADEROS DEL SUR DE ESPAÑA

A. Gómez, J. Gómez*, R. Santos*, E. Díaz**, F. Maroto, J.M. Serradilla

Dpto. Producción Animal. Campus de Rabanales. CN IV km 396. 14014 Córdoba.

* Grupo de Cárnicos y **Dpto. Nutrición (COVAP). pa1gocaa@uco.es

INTRODUCCIÓN

No es frecuente disponer de información fiable y sistemática de los resultados reales que se obtienen en los sistemas productivos, por lo que las variaciones temporales que presentan suelen pasar desapercibidas. Consecuentemente, dichas variaciones no son tenidas en cuenta de cara a la mejora de la productividad. Esta situación afecta especialmente a los sistemas extensivos de rumiantes, en parte debido a la alta dependencia de los mismos de una mano de obra que, aunque atesora un gran conocimiento empírico, no está habituada al registro y gestión de resultados técnico-económicos. Como consecuencia, su vulnerabilidad frente a los rápidos cambios en los sistemas productivos actuales es muy elevada.

Por otro lado, aunque en menor medida, en los cebaderos de corderos y de terneros, sigue siendo poco habitual el registro y análisis de información individualizada, aún ahora que los sistemas de control para la seguridad alimentaria obligan a la identificación individual de los animales. La resolución de problemas suele basarse en macro-análisis que, aunque de gran valor informativo, no dejan de ser puntuales (López Garrido et al., 1995; Pérez Almero et al., 1995) y como consecuencia, no operativos a nivel de las explotaciones.

En este sentido, los dos cebaderos de terneros (pienso y paja o mezcla completa) (Gómez et al., 2011) de la Sociedad Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP) son una excepción. En ellos, desde hace algunos años, se lleva a cabo una labor sistemática de mejora en el registro de la información de los rendimientos productivos de los animales engordados, lo que ha supuesto la acumulación de un gran volumen de datos, no totalmente homogéneos, que se han ido completando a lo largo del tiempo.

El objetivo del presente trabajo es utilizar la información acumulada para estudiar el efecto de las variaciones interanuales y mensuales en las ganancias de peso de los animales cebados en los cebaderos de COVAP, desde el año 2006 hasta mediados del año 2010.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado los rendimientos de 47335 terneros de distintos tipos genéticos, el 95% de ellos cruzados a distinto nivel con Charolés o Limousin, el 59% machos y el 41% hembras, sacrificados entre el 1 de enero del 2006 y el 15 de junio del 2010, procedentes de los cebaderos de la Sociedad Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP).

Los datos asociados a cada uno de los animales eran, entre otros: nº **del crotal** del animal; **cebadero**: Alcaracejos o Almadenejos (en el primero, se realizaba la ceba con pienso compuesto en harina y paja de cereal, ambos suministrados *ad libitum*; en el segundo, se utilizaba una ración preparada con carro mezclador, conteniendo un 7% de paja, un 31% de maíz ensilado y un 62% de pienso compuesto, suministrada igualmente *ad libitum*); **fechas de entrada y de salida al cebadero** (sacrificio al día siguiente); **peso de entrada**, obtenido individualmente a la entrada al cebadero; **peso vivo estimado de salida** del cebadero, determinado como el peso medio de los animales cargados en un mismo camión (no se realizaba pesada individual); **peso vivo al sacrificio**, obtenido en la cadena de sacrificio (sólo a partir del 15 de febrero del 2010 y por ello sólo disponían de él 2759 de los animales analizados); y el **peso de la canal caliente**, medida automática obtenida en la cadena de sacrificio.

Para estimar el peso vivo individual al sacrificio se utilizaron los valores de rendimiento canal obtenidos por Sañudo (2008) para los tipos raciales cebados, validados con los rendimientos canal de los 2759 animales con pesos de sacrificio y pesos canal conocidos (Gómez et al., 2011). Los valores adoptados se expresan en la Tabla 1.

A partir del peso medio de sacrificio estimado y el de salida de cada cebadero se han determinado las pérdidas de peso medias en cada cebadero y con ellas se han obtenido los pesos de salida del cebadero de cada animal:

$$\text{PV salida cebadero} = \text{PV sacrificio} * (100 + \% \text{ pérdida peso transporte y estancia})/100$$

Utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS, se han obtenido los valores de las ganancias diarias de peso, anuales y mensuales, en cada cebadero, utilizando como factores fijos el cebadero, el año y el mes de sacrificio. Las medias se han comparado utilizando el test de Tukey.

RESULTADOS

Las diferencias interanuales de las ganancias diarias de peso se recogen en la Tabla 2. Observamos una bajada en las ganancias de peso en los tres primeros años que fueron comunes a ambos cebaderos, aunque la intensidad fue mayor en el caso de Almadenejos (mezcla completa). En los dos últimos años se produjo una recuperación paulatina en el cebadero de Alcaracejos (pienso y paja) pero no así en el de Almadenejos, donde a la fuerte recuperación del año 2009, siguió una caída similar en el último año (2010). Una primera aproximación a los factores que pueden haber provocado estas variaciones podría estar en el número de animales cebados, que en el año 2008 fue cerca del 33% superior a la media, lo que pudo afectar a las condiciones de alojamiento en los parques. En todo caso, ese no debería ser el motivo para la bajada producida en el año 2007, respecto al año 2006, ya que se cebaron un número de animales parecido. Sí ha sido constatado un efecto negativo de las condiciones de los patios en el cebadero de Almadenejos (mezcla) durante el invierno del año 2010. Por el contrario, la importante mejora obtenida en el cebadero de Alcaracejos (pienso) este mismo año, podría ser achacada a la mejora de los silos de descarga del pienso a los comederos, realizada en dicho cebadero el año anterior.

La evolución mensual de las ganancias de peso se refleja en la Tabla 3. Observamos que los peores resultados se obtienen, básicamente, en los animales sacrificados entre febrero y mayo y los mejores entre junio y agosto. La bajada de rendimientos en septiembre y octubre en el cebadero de Almadenejos (mezcla), ocurrida en tres de los cuatro años de estudio, necesita ser contrastada en el futuro.

Un buen control técnico requiere la obtención de datos fiables y su análisis continuo. La obtención actual del peso de sacrificio, permitirá realizar un seguimiento más preciso de los resultados obtenidos, lo que, junto a un análisis más frecuente, facilitará el encontrar las causas de los posibles desajustes y actuar en consecuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez, A., Gómez, J., Santos, R., Díaz, E., Maroto, F., Serradilla J.M. (2011) AIDA (en este mismo número)
- López Garrido, C., Pérez Almero, J.L., Palacios, J. (1995) ITEA Extra 16 (II): 811-813.
- Pérez Almero, J.L., Porras, C., Ojeda, J., Pérez, R., Palacios, J. (1995) ITEA Extra 16 (II): 805-807.
- Sañudo Astiz, C. (2008) En *Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España*. Sañudo, C., Jimeno, V., Cerviño, M. Ed. Schering-Plough. Alcobendas (Madrid). pp. 1-63.

Tabla 1. Rendimientos canal utilizados en la estima del peso de sacrificio

Tipo racial	R canal utilizado (%)		Validación R canal (%)	
	Hembras	Machos	Real	Estimado
Avileña	-	57,5	57,61	57,50
Berrenda	55	57	-	-
Charolés	60	62	-	-
Cruzado 25%	56	58	-	-
Cruzado 50%	56,5	58,5	55,90*	57,36
Cruzado 75%	57	59	58,32	58,11
Cruzado	57	59	58,22	58,35
Frisón	52	53,5	53,57	53,45
Limousin	61	63	-	-
Morucha	53	55	54,81	54,37
Retinta	53	55	54,80	54,67

* Dato no considerado representativo por Gómez et al (2011)

Tabla 2. Evolución anual de las ganancias diarias de peso vivo por cebadero

Año	Animales (n°)	Total (kg/día)	C Pienso (kg/día)	C Mezcla (kg/día)	Diferencia (g/día)
2006	9572	1,325 ^e	1,338	1,315	23
2007	9916	1,239 ^d	1,260	1,219	41
2008	12911	1,171 ^a	1,213	1,139	74
2009	9709	1,222 ^c	1,227	1,220	7
2010	5227	1,199 ^b	1,296	1,148	148

a,b,c,d: Diferencia significativa ($p < 0,05$)

Tabla 3. Evolución mensual de las ganancias diarias de peso vivo por cebadero

Mes	Animales (n°)	Total (kg/día)	C Pienso (kg/día)	C Mezcla (kg/día)	Diferencia (g/día)
Enero	879	1,245 ^{ef}	1,277	1,220	57
Febrero	783	1,202 ^{ab}	1,229	1,182	48
Marzo	901	1,193 ^a	1,201	1,187	15
Abril	886	1,222 ^{bcd}	1,236	1,212	25
Mayo	857	1,217 ^{bc}	1,236	1,204	32
Junio	1001	1,242 ^{def}	1,293	1,204	89
Julio	984	1,259 ^{fg}	1,308	1,236	72
Agosto	1076	1,269 ^g	1,309	1,248	61
Septiembre	834	1,233 ^{cde}	1,311	1,163	148
Octubre	856	1,231 ^{cde}	1,282	1,198	84
Noviembre	792	1,235 ^{cde}	1,238	1,231	8
Diciembre	788	1,214 ^{abc}	1,234	1,197	37

a,b,c,d: Letras distintas indican diferencias significativa ($p < 0,05$)

INTERANNUAL AND MONTHLY CHANGES OF WEIGHT GAIN OF CALVES IN TWO FEEDLOTS IN SOUTHERN SPAIN

ABSTRACT: Weight gains of 43,756 calves fattened in two feedlots, one with concentrate and straw and the other with complete mixed ration, registered between 2006 and mid 2010, were analyzed. The causes of interannual and monthly changes observed are difficult to establish, because of the extensive period covered. The improvement of current information will enables a more accurate and systematic monitoring of results.

Keywords: calves feedlot, feed compound, total mixed ration

USO DEL POLIETILENGLICOL (PEG-6000) COMO INDICADOR DE LA INGESTIÓN EN GANADO VACUNO: PUESTA A PUNTO DEL MÉTODO EN ESTABULACIÓN.

Casasús I.¹, Albanell E.²

CITA-Aragón, Zaragoza; ²G2R, Universitat Autònoma Barcelona. icasasus@aragon.es

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de los animales en pastoreo depende de la cantidad y calidad de pasto ingerido, aspectos difíciles de cuantificar y para los que se han explorado diversos métodos. El uso de Polietilenglicol (PEG) como marcador externo indigestible, suministrado en dosis conocida, y la determinación de su concentración fecal mediante NIRS se considera una técnica sencilla y fiable para estimar la producción fecal total, e indirectamente la ingestión de forraje, dada la digestibilidad de la dieta (Landau et al., 2002; Caja et al., 2009). El método se ha descrito en ganado caprino y ovino, pero hay escasas referencias a su uso en vacuno. Por ello, se realizó un ensayo para la puesta a punto del método en ganado vacuno en estabulación, utilizando heno de pradera en dos planos de ingestión, previa calibración de la estimación mediante NIRS.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las ecuaciones de calibración para la estimación de la concentración fecal de PEG mediante NIRS se obtuvieron según la metodología propuesta por Landau et al. (2003). Ésta consistió en la adición de PEG-6000 (Panreac Química, Barcelona) en polvo a las heces secas y molidas de dos vacas alimentadas con heno de pradera (9.3% PB, 68.0% FND), en incrementos de 0.5% (MS) hasta alcanzar concentraciones finales de 0 a 10% de PEG y por duplicado, diluidas en 90 ml de agua destilada y nuevamente desecadas. Se recogieron los espectros NIRS en un equipo FOSS NIRSystems 5000 (FOSS, Suecia) (región espectral 1100-2500 nm, resolución 2 nm), y el software WinISI III para el desarrollo de la calibración.

El ensayo de ingestión se realizó en la Finca Experimental La Garcipollera con 8 vacas secas de raza Parda de Montaña (peso inicial 622 ± 28 kg), instaladas en jaulas individuales con recolección total de las deyecciones. Durante dos periodos consecutivos los animales recibieron el mismo heno de pradera de montaña usado en la calibración, con dos planos de ingestión (9 vs. 12 kg MF/día: Bajo vs. Alto) aplicados alternativamente en cada periodo a la mitad de los animales. Tras una aclimatación de 10 días a jaulas y dietas, en los siguientes 10 días los animales recibieron diariamente (08:00) mediante sonda esofágica una dosis de 175 ó 235 g de PEG disuelta en 350 ó 470 ml de agua destilada, según recibieran una dieta de 9 ó 12 kg de heno respectivamente (2% sobre MF de la dieta). En los 4 últimos días de cada periodo se realizó una recogida total de las heces, con pesada, homogeneización y toma de dos muestras para determinar su contenido en materia seca, mezcladas por animal y día para determinar la concentración en PEG. El último día de cada periodo se tomaron heces directamente del recto de los animales cada 4 h (6 muestras), para determinar el ritmo circadiano de eliminación del PEG en heces. Las muestras se desecaron a 64°C durante 96 h, y tras la molienda, se analizaron utilizando la metodología NIRS descrita. A partir de la concentración fecal de PEG y de la cantidad de heces recogidas se estimó la tasa de recuperación fecal de PEG, y a partir de la digestibilidad aparente media de la MS se estimó la ingestión de MS y se comparó con los datos reales.

Los datos diarios de concentración fecal de PEG teórica (g suministrados/kg heces totales) y estimada mediante NIRS a partir de las heces totales recogidas durante 4 días, tasa de recuperación fecal del PEG, producción fecal real y estimada, digestibilidad de la dieta e ingestión real y estimada se analizaron con el PROC MIXED para medidas repetidas de SAS (v. 9.1), con el nivel de alimentación y el periodo como efectos fijos, y la vaca como aleatorio. Los datos de las muestras rectales recogidas el último día se analizaron mediante GLM, con la hora de muestreo, el nivel y el periodo como efectos fijos. Se eliminaron los datos fuera del intervalo de confianza de la muestra (3/64 en el primer análisis y 4/96 en el segundo). La comparación entre valores reales y estimados (concentración fecal de PEG, producción de heces e ingestión diaria) se realizó mediante T-tests entre pares de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ecuación de predicción del contenido de PEG en heces de vacuno presentó una alta precisión para la calibración ($R^2=0.999$, $SEC=\pm 7.7\%$) y validación cruzada ($r^2=0.995$).

Los resultados referentes a la ingestión, producción fecal y concentración de PEG real y estimada, así como la digestibilidad de la MS, la tasa de recuperación de PEG y los errores de predicción del método, se muestran en la Tabla 1. No hubo efectos del periodo o la interacción entre nivel y periodo en ninguno de los parámetros estudiados.

Tabla 1. Recuperación fecal de PEG y estimación de la producción fecal y la ingestión de heno en vacas sometidas a dos niveles de alimentación

Nivel de Alimentación	Bajo	e.s.	Alto	e.s.	Nivel	Periodo	N x P
<i>n</i>	32		29				
Concentración fecal PEG, %							
Real	5.71	0.16	6.11	0.18	NS	NS	NS
Estimación NIRS	5.68	0.11	6.04	0.12	*	NS	NS
Producción fecal, kg MS/d							
Real	3.05	0.08	3.81	0.09	***	NS	NS
Estimado ^a	3.09	0.06	3.91	0.07	***	NS	NS
Ingestión heno, kg MS/d							
Real	8.11	0.09	10.18	0.11	***	NS	NS
Estimado ^b	7.98	0.16	10.11	0.18	***	NS	NS
Digestibilidad MS, %							
Real	62.1	0.8	60.7	0.9	NS	NS	NS
Recuperación PEG, %^c							
Real	97.1%	1.5%	95.0%	1.6%	NS	NS	NS
Sobreestimación heces, %^d							
Real	3.4%	1.6%	5.6%	1.7%	NS	NS	NS
Sobreestimación ingestión, %^e							
Real	0.0%	1.9%	6.0%	2.1%	*	NS	NS

^a: Estimación producción fecal = dosis PEG suministrada / estimación NIRS concentración fecal PEG

^b: Estimación ingestión = Estimación prod. fecal * (1- digestibilidad media MS=0.613)

^c: Recuperación de PEG = estimación NIRS concentración fecal PEG / dosis PEG suministrada

^d: Sobreestimación heces = (prod. fecal estimada – prod. fecal real) / prod. fecal real

^e: Sobreestimación ingestión = (ingestión estimada – ingestión real) / ingestión real

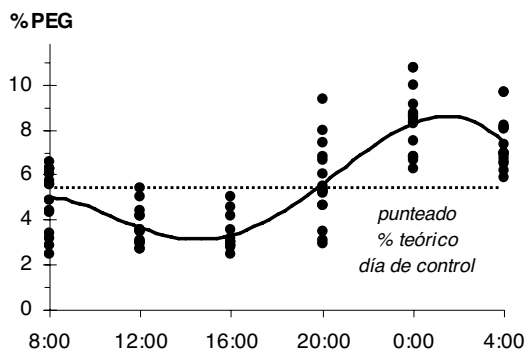
La ingestión de MS fue diferente entre niveles de alimentación, siendo la ingestión de la oferta prácticamente total en el plano Bajo (variación individual de 3.4%), mientras en el plano Alto hubo una media de 0.534 (e.s. 0.114) kg MS rehusado/d, con mayor variabilidad individual (10.3%). La producción fecal total fue por tanto superior en el nivel Alto, sin diferencias entre niveles en la digestibilidad de la MS de la dieta (61.3%, e.s. 0.56%), a diferencia de lo esperado. Por ello, la concentración fecal de PEG, dosificado considerando una posible menor digestibilidad en el plano Alto, fue algo superior en este nivel. La diferencia no alcanzó significación en la concentración teórica de PEG en heces, pero fue detectada en las estimaciones obtenidas mediante NIRS ($P < 0.05$).

La concentración fecal teórica de PEG se encontró en el rango de 5.7 a 7.3% en las muestras individuales analizadas (media 6.12%, e.s. 0.08%), en el rango de estimación de las ecuaciones de calibración y de los sugeridos por Landau et al. (2002) como de mayor precisión en las estimas. La comparación entre la concentración fecal de PEG teórica y estimada indicó que dichos valores eran diferentes ($P < 0.001$), independientemente del plano de alimentación recibido. Esto indicaría una recuperación incompleta del PEG suministrado en ambos niveles, que fue como media del 95.7% (e.s. 1.02%). Esta tasa de recuperación es algo inferior a las obtenidas por Landau et al. (2002, caprino) y Caja et al. (2009, ovino) en establo pero mayor a la observada por Caja et al. (2009) en ovino en pastoreo.

Como consecuencia de la recuperación incompleta del PEG en heces, la estimación de la producción fecal diaria a partir de las estimas NIRS de la concentración fecal de PEG estuvo algo sobreestimada (media 5.2%, e.s. 1.1%), y los valores reales y estimados fueron diferentes tanto en el nivel de ingestión Alto ($P < 0.001$) como en el Bajo ($P < 0.05$).

La ingestión calculada a partir de la producción fecal estimada y la digestibilidad de la MS dependió del nivel de alimentación. La comparación con los valores reales reveló que la predicción era precisa en el plano Bajo, mientras en el plano Alto había una sobreestimación media del 6.0% (e.s. 2.1%, $P < 0.01$). Esto podría deberse al efecto acumulado de una recuperación de PEG y una digestibilidad de la dieta algo superiores en el plano Bajo, si bien estas diferencias no fueron estadísticamente significativas al analizarlas aisladamente.

Figura 1. Concentración fecal de PEG en muestras rectales recogidas cada 4 horas



La concentración de PEG en las muestras rectales (Figura 1) dependió de la hora de muestreo ($P < 0.001$), con alta variabilidad individual en ambos planos (39 y 41% Bajo y Alto, e.s. 3.8%, NS), valores algo superiores a los descritos en vacuno por Hopson y McCroskey (1972). Este efecto no dependió del contenido en MS de las heces, constante a lo largo del día (15%, e.s. 0.1%).

A partir de estos datos, las estimas de producción de heces e ingestión fueron respectivamente de 3.79 y 9.79 kg MS en el nivel Bajo y 4.90 y 12.66 kg en el Alto, diferentes entre niveles y en ambos casos

muy sobreestimadas (en torno al 27%, independientemente del nivel) por la recuperación incompleta del PEG (media 92.3%, e.s. 3.8; valores <60% en los muestreos de las 12:00 y las 16:00). Sólo el valor de las 20:00 no fue significativamente diferente a la concentración teórica de PEG en heces, y permitió estimas más aproximadas de la producción fecal y la ingestión de forraje (sobreestimadas en torno al 19% y con alta variabilidad individual). La utilización de un dato medio diario a partir de las 6 muestras, siguiendo la recomendación de Landau et al. (2002) de realizar un pool con las muestras de distintas horas, también produjo una sobreestimación de la producción fecal en ambos niveles (26.8%, e.s. 5.8%).

En conclusión, la producción de heces estimada a partir de la recolección total de las heces y estimación NIRS de la concentración fecal de PEG suministrado como marcador externo se predijo con distinta precisión en función del plano de ingestión, con una ligera sobreestimación en los animales del nivel Alto y con exactitud en el Bajo. Las estimaciones realizadas a partir de las muestras rectales presentaron una gran variabilidad individual y circadiana, y condujeron a una sobreestimación importante de la producción fecal y la ingestión, por lo que no resultaría un método de elección. Dado que la recolección total de heces no puede realizarse en condiciones de pastoreo, y que en cualquier caso la estima de la ingestión dependería del conocimiento preciso de la digestibilidad de la dieta seleccionada, es necesario reconsiderar el método en el caso de su uso en vacuno.

Agradecimientos: Financiación procedente de INIA (RTA2010-57, RZP 2009-05) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja et al. 2009. *XIII Jornadas Producción Animal*: 358-360
- Hopson y McCroskey 1972. *Journal of Animal Science* 35: 1054-1057.
- Landau et al. 2002. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 1374-1378.
- Landau et al. 2003. *Small Ruminant Research* 48: 37-43.

USE OF POLYETHYLENEGLYCOL AS A MARKER OF FECAL OUTPUT IN COWS

ABSTRACT: Polyethyleneglycol 6000 (PEG) was selected as a potential indigestible estimator of faecal output in cattle. NIRS-calibration equations of PEG faecal content were obtained with faeces from hay-fed cows with 0 to 10% PEG content. A digestibility trial was conducted with 8 dry cows in digestibility cages for two 3-wk periods, during which half the cows received either a Low (9 kg hay, as fed) or High (12 kg hay) feeding level (FL), and were dosed daily during the last 10 d either 175 (Low) or 235 (High FL) g PEG/d. In the last 4 d total faeces were collected, and in the last day rectal samples were obtained every 4 h. Samples were NIRS-scanned to determine faecal PEG content. Faecal PEG recovery was 95.7% in total faeces and 92.3% in rectal samples. Faecal output was slightly overestimated with PEG data from total faeces (+5.2%), and so was calculated feed intake, although only significantly in the High FL (+6.0%), while estimates were accurate in the Low FL. Data from rectal samples led to 27% overestimation irrespective of FL, therefore the practical interest of this technique should be reconsidered.

Keywords: intake prediction, faecal output, external markers, PEG.

EFFECTO DEL NIVEL DE LA PROTEÍNA BRUTA DEL PIENSO Y DEL PESO INICIAL DE LAS POLLITAS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS PONEDORAS RUBIAS

Jabbour, C.¹, Perez Bonilla, A.², Frikha, M.¹, Mirzaie, S.³, Berrocoso, J.¹, Garcia, J.² y Mateos, G.G.¹.

¹ Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

² Camar Agroalimentaria S.L, 45214 Cedillo del Condado, Toledo

³ Universidad de Tehran , Tehran, Iran

gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

Las aves, al igual que el resto de animales monogástricos no precisan de un nivel de proteína bruta (PB) en el pienso sino de niveles adecuados de aminoácidos (AA) indispensables (Keshavarz and Austic, 2004; Junqueira et al., 2006; Novak et al., 2006). Sin embargo, en la práctica es frecuente que los nutricionistas soliciten niveles de PB en exceso de lo recomendado por el NRC (1999) o FEDNA (2008). De hecho, muchos nutricionistas formulan piensos para inicio de puesta en gallinas rubias con más de 18.5% PB, cuando niveles de 16.5% PB podrían ser adecuados. La razón de utilizar niveles altos de PB es desconocido pero podría estar relacionado con el mayor margen de seguridad lo que evitaría que un aminoácido (AA) indispensable no contemplado afecte al tamaño del huevo y a la productividad. Por contra, un nivel alto de PB aumenta el precio del pienso cuando el coste de las fuentes proteicas es elevado. La inclusión de grasa en el pienso mejora el tamaño del mismo y puede mejorar el peso vivo de las aves (FEDNA, 2008). Un problema de la industria productora de huevos es el relacionado con el peso inicial de las pollitas y su influencia sobre las diversas variables productivas. El PV de las aves podría verse afectado por las características del pienso. El objetivo de este ensayo fue estudiar la influencia del nivel proteico de piensos isonutritivos en relación con la EMAn y los aminoácidos indispensables, sobre la productividad en gallinas rubias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 504 pollitas rubias Lohmann Brown de 20 semanas de edad procedentes de un lote de 80.000 aves. Las pollitas se pesaron y se dividieron en dos grupos en base a su PV inicial (1.726 vs.1.987g). Dentro de cada grupo de peso las aves se distribuyeron al azar en 16 réplicas (3 jaulas adyacentes con 7 aves cada una; 32 réplicas en total). Se formularon 4 piensos experimentales con la misma EMAn y contenido en AA indispensables digestibles (Tabla 1). Tres de estos piensos diferían solo en el nivel de PB (16.5, 17.5 y 18.5%) y contenían 1.9% de aceite de soja. El otro pienso experimental contenía 18.5% de PB pero añadía 1.7% de grasa adicional en forma de oleína vegetal. Por tanto, este pienso llevaba más cebada y menos maíz que los otros piensos. Cada tratamiento (factorial 2x4) se replicó 4 veces. Se controló la puesta de forma diaria y el resto de variables productivas (consumo de pienso, tamaño huevo, índice de conversión y ganancia de peso) por periodos de 28 días y globalmente. El peso del huevo se determinó por réplica en todos los huevos puestos durante los dos últimos días de cada periodo. Además, se controló la calidad del huevo (UH y densidad y espesor de la cáscara) en 10 huevos cogidos al azar el último día de cada periodo por cada réplica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de pienso (nivel proteico y nivel de grasa añadida) no influyó sobre los parámetros productivos de las aves. Sin embargo el PV inicial de las pollitas influyó sobre el índice de puesta (93.2 vs. 90.6 %; $P < 0.05$), el peso del huevo (64.9 vs. 62.4g; $P < 0.001$), la masa del

huevo (59.3 vs. 55.4 g/d; $P < 0.001$), el CMD (122 vs. 115g; $P < 0.001$) y la ganancia de peso (233 vs. 289g; $P < 0.01$). Sin embargo, el IC por kg de huevo no se vio afectado por el PV inicial de las pollitas (Tabla 2). Por otra parte, la calidad del huevo no se vio afectada para ninguno de los factores estudiados (datos no mostrados). Los resultados obtenidos indican que el nivel de PB de los piensos no afectó la productividad o la calidad del huevo en aves alimentadas con piensos en los cuales los 6 aminoácidos claves (lys, Met, Met+Cys, Trp, Thr, y Arg) fue similar. Asimismo, la inclusión de grasa extra en el pienso no afectó la productividad de las aves. El peso vivo inicial de las pollitas tiene efectos importantes sobre los diversos parámetros productivos con un menor índice de puesta, tamaño y masa de huevo y consumo de pienso en las aves de menor peso. Sin embargo, en este estudio las aves más ligeras presentan una mayor ganancia de peso sin que los IC se vieran afectados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. • FEDNA. 2008. Lázaro, R. & Mateos, G. G. (Eds). Necesidades nutricionales para avicultura. FEDNA, Madrid, .España. • Junqueira, O. M., de Laurentiz, A. C., da Silva Filardi, R., Rodrigues, E.A & Casartelli, E. M, 2006. *J.Appl Poult. Res.*15:110-115. • Keshavarz, K. & Austic, R.E. 2004. *Poult. Sci.* 83:75-83. • Novak,C.,Yakout, H.M. & Scheideler, S.E., 2006. *Poult. Sci.* 85:2195-2206. • NRC.1994 Nutrient Requirements of Poultry, 9th rev. ed. Natl. Academy Press, Washington, DC • SAS Institute, 1990. *SAS user's guide: statistics*. Cary, NC: SAS Institute, Inc, USA.

EFFECT OF CRUDE PROTEIN CONTENT OF THE DIETS AND INITIAL BODY WEIGHT OF THE PULLETS ON PRODUCTIVE PERFORMANCE AND EGG QUALITY TRAITS OF BROWN EGG LAYING HENS

ABSTRACT. A trial was conducted with 504 Lohmann Brown-egg laying hens to study the effect of initial BW and crude protein (CP) and supplemented fat level of diets with similar indispensable amino acids and AMEn content on performance and egg quality traits of hens from 22 to 49 weeks of age. The experiment was conducted as a completely randomized design with 8 treatments arranged factorially with 4 diets, 3 of them containing 1.9% soy oil and differing in CP content (16.5, 17.5, and 18.5% CP) and an extra diet with 18.5% CP that included 3.6% fat (1.9% soy oil and 1.7% acidulated vegetable soapstocks) and two initial BW of the pullets (1,726 vs.1,987g). Each treatment was replicated 4 times and the experimental unit was formed by 21hens (3 adjacent cages: groups of 7 hens). Productive performance, egg quality, and BW were recorded by replicate by period and cumulatively. For the entire experimental period, diet did not affect any of the productive or egg quality traits studied. In contrast, pullets with heavier initial BW presented improved egg production ($P < 0.05$), egg weight ($P < 0.001$), egg mass ($P < 0.001$), and ADFI ($P < 0.001$) as compared with pullets with lighter BW. Hen mortality, FCR per kg of eggs, and egg quality traits, however, were not affected by the initial BW of the pullets. Moreover, BW gain was higher for the lighter hens (289 vs. 233g). In conclusion, crude protein content of otherwise isonutritive diets did not affect hen performance from 22 to 49 weeks of age. Also, heavier hens are preferred to lighter hens when egg size is of economic interest.

Keywords: Body weight, crude protein, egg quality, egg weight, productive performance.

Tabla 1. Composición y valor nutritivo de los piensos experimentales (% sobre sustancia fresca)

	18.5% PB, 3.6% grasa	18.5% PB, 1.9% grasa	17.5% PB, 1.9% grasa	16.5% PB, 1.9% grasa
Ingrediente				
Cereales ¹	61.10	59.00	61.60	64.15
Harina de soja , 47%PB	24.30	28.00	24.70	21.40
Harina girasol ,32%PB	-	-	0.70	1.40
Aceite de soja	1.90	1.90	1.90	1.90
Oleína vegetal ²	1.70	-	-	-
Otros ³	11.00	11.10	11.10	11.15
Análisis calculados				
EMAn (Kcal/Kg)	2750	2750	2750	2750
Proteína bruta	18.5	18.5	17.5	16.5
Met+ Cys digestible	0.64	0.64	0.64	0.64

¹ Maíz, trigo y cebada en cantidades variables según el tratamiento

² Contenía por análisis 25% de ácido linoleico

³ Incluye aminoácidos de síntesis, macrominerales y corrector que satisfacían las necesidades en vitaminas y microminerales de las aves, según FEDNA (2008).

Tabla 2. Influencia del nivel proteico y de la grasa añadida al pienso sobre los parámetros productivos de las aves de 22 a 49 semanas de edad

Proteína	Grasa	Peso	Índice	Peso	Masa	Consumo	Índice	Ganancia
bruta	añadida	corporal ²	puesta	huevo	huevo	pienso	conversión	peso
%	%		%	g	g/d	g/d	n	g
							kg/kg	
18.5	3.6 ¹	Alto	93.2	65.2	60.9	123	2.02	241
		Bajo	89.2	63.0	55.6	114	2.05	290
18.5	1.9	Alto	92.1	65.2	58.5	122	2.09	233
		Bajo	91.5	62.0	55.9	115	2.06	275
17.5	1.9	Alto	94.4	65.0	59.1	122	2.07	224
		Bajo	91.6	62.5	55.3	116	2.10	332
16.5	1.9	Alto	93.1	64.3	58.7	121	2.06	234
		Bajo	90.0	62.4	54.9	114	2.07	260
Efectos principales								
Pienso								
			91.2	64.1	58.2	118	2.03	266
			91.8	63.6	57.2	119	2.07	254
			93.0	63.7	57.2	119	2.08	278
			91.5	63.3	56.8	117	2.06	247
PV inicial								
			93.2	64.9	59.3	122	2.06	233
			90.6	62.4	55.4	115	2.07	289
SEM(n=4)			1.52	0.49	1.09	1.38	0.04	29.98
Probabilidad²								
Pienso			NS	NS	NS	NS	NS	NS
Peso vivo inicial			*	***	***	***	NS	*

¹ 1.7% de oleína vegetal extra sobre el 1.9% de aceite de soja común a todos los piensos

² El PV medio fue 1.726 y 1.987 kg para las pollitas de alto y bajo peso, respectivamente

³ Las interacciones no fueron significativas (P<0.05)

EFFECTO DE LA INCUSION DE HIDROLIZADO DE MUCOSA DIGESTIVA PORCINA (PALBIO 50 RD®) Y DEL NIVEL DE LISINA DEL PIENSO SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE 1 A 21 DIAS DE EDAD

Frikha, M.¹, Mirzaie, S.¹, Irandoust, H.¹, Mohiti-Asli, M.¹, Chetrit, C.² y Mateos, G.G.¹.

¹ Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

² I+D Nutrition and Health Care, Bioibérica, S.A. Palafolls, Barcelona.

gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

El hidrolizado de mucosa digestiva de porcino (Palbio 50 RD®, Bioibérica, S.A., PAL) se utiliza con resultados óptimos en la alimentación de lechones recién destetados (Lindeman et al. 2000; Corassa et al. 2007). En un trabajo reciente, Mohiti-Asli et al. (2011) observaron que la inclusión de PAL mejoraba los resultados productivos en pollos de engorde a cualquier edad. En este trabajo se demostró que los niveles más recomendables de utilización de PAL teniendo en cuenta razones productivas y económicas, era el 2,5%. En esta investigación se estudio el efecto de la inclusión de 2,5% de PAL en piensos para pollos con niveles crecientes de lisina total (LYS, 1,1 a 1,4%). El objetivo fue estudiar si los efectos beneficiosos del PAL sobre la productividad de los pollos eran independientes o no del nivel de LYS del pienso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó en un total de 1280 pollos Ross 308 sin sexar de 1 d de edad, el efecto de inclusión de PAL (0 y 2,5%) y del nivel de LYS (1,1; 1,2; 1,3 y 1,4%) sobre los parámetros productivos. Se utilizaron piensos en migaja valorados conforme a FEDNA (2010) y con el perfil nutricional recomendado por FEDNA (2008, Tabla 1).

Tabla 1. Composición y análisis calculados de las dietas experimentales (% , ssf)

Items	Pensos sin PAL ¹				Pensos con PAL			
	Niveles de LYS				Niveles de LYS			
	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%
Trigo	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Harina de soja, 48% PB	30,57	30,03	29,50	28,96	27,61	27,07	26,55	26,01
Cebada	8,68	9,04	9,37	9,73	9,57	9,93	10,25	10,61
Aceite de soja	4,66	4,57	4,49	4,40	4,37	4,28	4,20	4,11
PAL	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50
Otros ²	4,09	4,36	4,64	4,91	3,95	4,22	4,50	4,77
Celite ³	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Análisis calculados								
EMAn (kcal/kg)	3020	3020	3020	3020	3020	3020	3020	3020
Proteína bruta	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
LYS	1,10	1,20	1,30	1,40	1,10	1,20	1,30	1,40
Sodio	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

¹ Producto comercial en base a hidrolizado de mucosa digestiva porcina sobre un base vegetal (Palbio 50 RD®; Bioibérica, S.A., Palafolls, Barcelona).

² Incluye minerales, vitaminas y amino ácidos industriales a los niveles recomendados por FEDNA (2010) y enzimas (β-glucanasas y β-Xylanasa en las dosis recomendadas por el proveedor).

³ Tierra de diatomea (Celite Ibérica, Alicante, España) utilizado para la determinación posterior de la digestibilidad de los nutrientes

Todos los piensos fueron isonutritivos excepto para el nivel de sodio que fue superior en los piensos con PAL, y para el nivel de cloro que aumentó con el nivel de LYS (Tabla 1). Los piensos experimentales se suministraron de 1 a 21 d de edad. De 21 a 32 d se suministró un pienso común granulado (3,5 mm de diámetro). El diseño experimental fue completamente al azar con 8 tratamientos organizados de forma factorial con 2 niveles de PAL (0 y 2,5%) y 4 niveles de LYS (1,1; 1,2; 1,3 y 1,4%). Cada tratamiento se replicó 5 veces y la unidad

experimental fue el departamento sobre suelo con cama de viruta (1 m x 1,5 m) y con 32 pollitos de 1 a 21 d y 15 pollos de 21 a 32 d de edad. Se controló el peso y el consumo de pienso por réplica semanalmente. A partir de estos datos se calculó la ganancia de peso (GMD), el consumo de pienso (CMD) y la conversión alimenticia (IC) por periodo y global. La mortalidad media fue baja (3,4%) y se utilizó para corregir los datos productivos. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 1990) para diseños completamente al azar y se analizaron los efectos principales y las interacciones. Los resultados se presentan en tablas como medias normales. Se consideró que los valores de $P < 0,05$ eran significativos y en este caso las medias se compararon mediante el test de Tukey. Valores entre 0,05 y 0,10 se consideraron como tendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 0 a 7 d y 1 a 21 d de edad el nivel óptimo de LYS total que permitió maximizar los IC y las GMD fue el 1,3% (Tablas 2 y 3). De 1 a 21 d de edad, los pollitos alimentados con PAL comieron menos (62,8 vs. 64,6 g/d; $P < 0,05$) pero tendieron a crecer más (44,9 vs. 44,2; $P = 0,10$) que los pollos controles. Consecuentemente, la inclusión del PAL al 2,5% mejoró el IC en este periodo (1,40 vs. 1,46; $P < 0,01$). De 1 a 7d de edad se detectó una interacción ($P < 0,05$) entre la inclusión del Pal y el nivel de LYS del pienso para el IC y el CMD; la inclusión de PAL fue más beneficiosa para ambas variables en los piensos con menores niveles de LYS. De 21 a 32 d de edad, una vez que los pollos recibieron un pienso común, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para la GMD y los IC pero el consumo de pienso siguió favoreciendo a las aves que recibieron PAL ($P < 0,05$). Se concluye que los pollitos necesitan al menos 1,3% de LYS en piensos con 3.020 kcal EMAn/kg de 1 a 21 d de edad y que la inclusión del hidrolizado de mucosa porcina en este periodo mejora los resultados productivos.

Tabla 2. Efecto de la inclusión del hidrolizado de mucosa digestiva porcina (PAL) y del nivel de lisina total (LYS) sobre los parámetros productivos en pollos de 1 a 21 d de edad

Item	0-7 d			7-21 d			
PAL, %	LYS, %	GMD ¹	CMD ²	IC ³	GMD	CMD	IC
0.0	1,1	19,1	22,6	1,19	53,8	84,3	1,57
	1,2	21,7	24,2	1,12	55,2	86,0	1,56
	1,3	22,4	24,2	1,08	57,8	84,6	1,47
	1,4	22,4	25,3	1,13	55,9	84,6	1,52
2.5	1,1	20,7	22,9	1,10	54,6	82,1	1,50
	1,2	21,9	24,3	1,11	56,9	82,6	1,45
	1,3	22,5	24,4	1,09	57,3	82,3	1,44
	1,4	22,3	23,9	1,08	56,6	81,9	1,45
EEM (n=5) ⁴		0,25	0,60	0,028	0,75	1,66	0,034
PAL							
	0,0%	21,4	24,11	1,13	55,7	84,88	1,53
	2,5%	21,9	23,90	1,09	56,4	82,21	1,46
EEM(n=20)		0,13	0,30	0,013	0,38	0,83	0,017
LYS							
	1,1%	20,0 ^b	22,8 ^b	1,14	54,2 ^b	83,08	1,53
	1,2%	21,8 ^a	24,3 ^{ab}	1,11	56,2 ^{ab}	84,08	1,50
	1,3%	22,5 ^a	24,4 ^{ab}	1,08	57,5 ^a	83,31	1,45
	1,4%	22,3 ^a	24,6 ^a	1,10	56,3 ^{ab}	83,12	1,48
EEM (n=10)		0,18	0,42	0,019	0,53	1,17	0,024
Probabilidad							
PAL		0,023	0,612	0,082	0,185	0,031	0,010
LYS		0,001	0,017	0,149	0,002	0,914	0,108
LYS x PAL		0,005	0,477	0,265	0,570	0,984	0,733

¹ Ganancia media diaria, g. ² Consumo medio diario, g. ³ Índice de conversión, ⁴n=5 replicas de 32 pollitos

Tabla 3. Efecto de la inclusión del hidrolizado de mucosa digestiva porcina (PAL) y del nivel de lisina total (LYS) sobre los parámetros productivos globales en pollos de 1 a 32 d de edad

Item	1-21 d			21-32 d			1-32 d		
	GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC
PAL %									
0,0	44,2	64,6	1,46	90,2	151,4	1,68	60,0	94,5	1,57
2,5	44,9	62,8	1,40	90,5	155,1	1,72	60,5	94,5	1,56
EEM (n=20) ⁴	0,26	0,54	0,014	0,84	1,00	0,015	0,40	0,50	0,011
LYS %									
1,1	42,8 ^b	63,0	1,47 ^a	89,9	151,9	1,69	59,0 ^{ab}	93,5	1,59
1,2	44,7 ^a	64,2	1,44 ^{ab}	89,3	153,7	1,72	60,1 ^{ab}	94,9	1,58
1,3	45,8 ^a	63,7	1,39 ^b	91,9	154,5	1,68	61,7 ^{ab}	94,9	1,54
1,4	45,0 ^a	63,6	1,41 ^{ab}	90,3	153,7	1,70	60,5 ^{ab}	94,6	1,56
EEM (n=10)	0,37	0,77	0,020	1,19	1,43	0,022	0,56	0,71	0,015
Probabilidad ⁵									
PAL	0,104	0,022	0,005	0,827	0,017	0,107	0,372	0,969	0,411
LYS	0,001	0,737	0,042	0,444	0,562	0,621	0,015	0,443	0,110

¹Ganancia media diaria, g. ²Consumo medio diario, g. ³Índice de conversión, ⁴n=20 replicas de 32 pollitos cada una de 1 a 21 d y de 15 pollos de 21 a 32 d de edad. ⁵Las interacciones no fueron significativas (P > 0,05).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Corassa, A., Lopes, D. C., de Miranda Pena, S., Silvia de Freitas, L., & de Miranda Pena, G. 2007. *Rev. Bras. Zootec.* 36: 2029-2036. • FEDNA. 2010. De Blas, C., Mateos, G. G. & Rebollar, P. G. (Eds). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3^a ed. FEDNA, Madrid, España. • FEDNA. 2008. Lázaro, R. & Mateos, G. G. (Eds). Necesidades nutricionales para avicultura. FEDNA, Madrid, España • Lindemann, M. D., Cromwell, G. L., & Monegue, H. J. 2000. *J. Anim. Sci.* 78: 318-327. Mohiti-Asli et al. 2011. ITEA (pendiente de publicación)

INFLUENCE OF INCLUSION OF HYDROLYZED PORCINE DIGESTIVE MUCOSE (PALBIO 50 RD) AND LYSINE CONTENT OF THE DIETS ON PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILERS FROM 1 TO 21 DAYS OF AGE

ABSTRACT. A total of 1,280 straight-run Ross 308, one-d-old chicks was used to study the effect of the inclusion of 2.5% hydrolyzed porcine digestive mucose (Palbio 50 RD[®], Bioibérica, S.A., Barcelona; PAL) in feeds with a total lysine (LYS) content of 1.1, 1.2, 1.3, and 1.4% on productive performance. The experimental design was completely randomized with 8 treatments arranged factorially with 2 levels of PAL and 4 levels of LYS from 1 to 21 d of age. There were 5 floor pen replicates per treatment (32 chicks each). All the birds received a common commercial diet from 21 to 32 d of age. From 1 to 21 d of age, PAL supplementation reduced ADFI (P ≤ 0.05) and improved FCR (P ≤ 0.01) and BWG (P = 0.10). Also, increasing the LYS level of the diet increased BWG (P ≤ 0.001) and improved FCR (P ≤ 0.05) but did not affect ADFI. From 1 to 7 d of age, the beneficial effects of PAL inclusion were more evident in the diets with lower LYS content. From 21 to 32 d of age, when all birds were fed a common diet, no differences were observed for any trait except for ADFI that was higher (P ≤ 0.01 for the PAL containing diets). It is concluded that the inclusion of 2.5% of PAL in the diet results in improved performance of the birds at any dietary LYS concentration. Also, broilers require at least 1.3% dietary LYS from 1 to 21 d of age to maximize growth performance.

Keywords: hydrolyzed porcine digestive mucose, broilers performance, lysine requirement.

CATETERIZACIÓN DE LA VENA PORTA Y ARTERIA CARÓTIDA PARA ESTUDIOS DE METABOLISMO DE NUTRIENTES EN CERDOS IBÉRICO Y LANDRACE

Rodríguez-López, J.M., Lachica, M., González-Valero, L. y Fernández-Figares, I.
Dpto. de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Camino de Jueves s/n,
18100 Armilla, Granada, Spain. E-mail: manuel.lachica@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La cateterización de vasos sanguíneos a nivel de tejidos del sistema porta (TSP) es indispensable para estudiar el metabolismo de nutrientes a partir de las diferencias porto-arteriales. La combinación de procedimientos quirúrgicos es amplia, con pocos descritos para cerdos -aún menos para razas no mejoradas-, generalmente con una cateterización directa de la vena porta (VP) y la arteria carótida (AC) con bloqueo del flujo de ésta. El objetivo de este trabajo es describir el diseño de catéteres y del procedimiento quirúrgico para el estudio del metabolismo de nutrientes en los TSP en una raza moderna (Landrace) y otra no mejorada (Ibérico). Se describe un experimento piloto donde se determinó el flujo neto de glucosa en ambas razas para validar el diseño de los catéteres y procedimientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cerdas en crecimiento, 3 Ibéricas y 3 Landrace, alimentadas *ad libitum* con una dieta estándar (160 g/Kg PB; 14-14,5 Mj EM/Kg MS). Tras la cirugía eran alimentadas una vez al día (85% *ad libitum*). Se construyeron 3 catéteres de 60 cm de longitud: para la VP (Tygon, d.i. 1,27 mm, d.e. 2,29 mm), vena ileal (VI) y AC (Tygon, d.i. 1,02 mm, d.e. 1,78 mm). Cada catéter llevaba con una separación de 2 mm dos anillos de 2 y 5 mm (Tygon, d.i. 1,6 mm, d.e. 3,2 mm), distal y proximal, respectivamente, al extremo craneal del mismo y pegados con Loctite (Super Glue). Antes del pegado, la parte craneal del anillo de 5 mm fue cortado en 30°. El anillo proximal estaba a 6, 10 y 12 cm del extremo craneal del catéter portal, ileal y carotídeo, respectivamente. El extremo craneal de los catéteres fue cortado en 45° en el lado opuesto a su tendencia de enrollamiento. Los catéteres fueron autoclavados. En la cirugía la anestesia fue inducida usando una combinación I.M. de Ketamina (15 mg/Kg PV):Azaperona (2 mg/Kg PV) y mantenida con halotano (0,5-2%) y O₂ (22-44 ml/Kg PV y min). Las condiciones asépticas y estériles fueron muy estrictas durante todos los procedimientos. Para la cateterización de la VP y VI se realizó en el lado derecho del cerdo una incisión paracostal (20-25 cm) paralela y lo más cercana posible (2-3 cm) a la última costilla. Las capas musculares y el peritoneo fueron cortados con tijeras. Se localizó una rama de la VP en la superficie visceral del lóbulo lateral izquierdo del hígado. Una aguja 14G fue insertada a través del parénquima al final de la parte visible de la rama, retirada e introducida una guía metálica (0,89 mm × 70 cm) para insertar (6 cm) el catéter portal hacia el inicio de la ramificación de la VP en el hígado. Se fijó al parénquima mediante una doble sutura no absorbible (0, 1/2 círculo, cuerpo redondo), la primera anudada entre los dos anillos y la segunda tras el anillo distal, tratando de evitar cualquier daño en la rama de la VP situada bajo el catéter. La adecuada localización del catéter se realizó tomando sangre simultáneamente del propio catéter y directamente de la VP determinando la saturación de O₂ en la hemoglobina mediante un hemoxímetro. A través de la misma incisión, una rama de la VI era disecada y pinchada con una aguja 18G; el catéter se introdujo 10 cm cranealmente, y se aseguró con dos suturas no absorbibles (1, 1/2 círculo, punta triangular invertida), una entre los anillos y otra tras el distal, y alrededor del vaso. Los catéteres fueron llenados con una solución salina heparinizada (250 U.I./ml) y sus extremos cerrados mediante dos nudos. Ambos catéteres eran enhebrados en una aguja colchonera (150×2,5 mm) y exteriorizados a través del proceso lateral de la vértebra situada entre la parte caudal del diafragma y la parte craneal del riñón derecho. La incisión se suturó en tres capas con el peritoneo incluido en la primera capa muscular usando una sutura absorbible (1, 1/2 círculo, cuerpo redondo) continua para la primera y segunda, y una sutura no absorbible (0, 1/2 círculo punta triangular invertida) interrumpida simple para la piel. Un parche (10×8 cm) de venda cohesiva fue pegado con cola de contacto a la piel junto con los catéteres a unos cm del orificio de salida para su protección y mantenerlos enrollados sobre la línea media de la espalda. Para la AC, los cerdos se colocaron en posición dorsal. Se realizó una incisión (10 cm aprox.) a lo largo del surco yugular. La disección sobre la superficie dorsal del músculo esternocefálico expuso la vaina que contiene la arteria. Tras la disección del tejido conectivo

(2-4 cm), la arteria expuesta se trató con dos gotas de lidocaína para evitar su vasoconstricción. Dos pequeños hemostáticos curvos se situaron bajo ella para elevarla, craneal y caudal al punto de inserción del catéter, lo que a su vez bloqueó el flujo sanguíneo. Una sutura no absorbible (4/0, 3/8 círculo, punta triangular invertida) en bolsa de tabaco fue realizada sobre la superficie de la arteria sin perforarla formando un cuadrado (2x2 mm). Mediante un corte en el centro del mismo, el catéter fue insertado (simultáneamente el hemostático craneal era retirado) hacia el arco aórtico. La sutura era apretada y anudada entre los anillos; y una segunda sutura tras el anillo distal asegurada a los tejidos adyacentes. El catéter se exteriorizó caudoventralmente a la oreja y pegó como los anteriores. La capa muscular subcutánea se cerró con una sutura absorbible (1, 1/2 círculo, cuerpo redondo) continua y la piel mediante una no absorbible (0, 1/2 círculo, punta triangular invertida) interrumpida simple.

Se usó Buscapina Compositum como analgésico (5 ml I.M.). Las incisiones fueron tratadas con antibiótico local; además se inyectó I.M. antibióticos de amplio espectro (Duphaphen Strep; 5-10 mg/Kg PV y día) durante cuatro días. Los cerdos recibieron 25, 60 y 100% de la ración diaria el primer, segundo y tercer día tras la cirugía, respectivamente.

El funcionamiento de los catéteres era testado cada 7 días durante 8 semanas. Los catéteres eran cortados lo más cercano al nudo craneal, una jeringa acoplada para el lavado con la solución heparinizada y cerrados de nuevo como ya se ha descrito anteriormente.

Se realizó un experimento piloto para determinar el flujo neto de glucosa a través de los TSP (28 Kg PV). Una dosis de 15 ml de ácido para-aminohipúrico (PAH, 2% w/v) fue infundida en la VI 45 min antes del inicio del muestreo de sangre, seguido de una infusión continua de 0,8 ml/min. Muestras de sangre eran tomadas simultáneamente en tubos heparinizados de la AC y VP -5 min y 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 5 y 6 h después de ingerir 25% de la ración diaria, centrifugados para determinar hematocrito, y el plasma conservado a -20°C hasta su análisis de PAH (Smith et al., 1945; Lobley et al., 1995) y glucosa (Precision PCx Blood Glucose Test Strips). El contenido en hemoglobina fue medido directamente en sangre mediante un hemoxímetro. El flujo de sangre y el neto de glucosa fueron calculados según el principio de Fick. El periodo de muestreo no fue significativo estadísticamente y los datos fueron tratados en conjunto usando un ANOVA-I y un test de Tukey para la comparación múltiple de rangos entre razas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cerdos, el diseño de catéteres es variado (van Leeuwen et al., 1995; Hooda et al., 2009; Yen y Killefer, 1987; Jørgensen et al., 2010). El anillo proximal era cortado en 30° para mantenerlo tangencial al vaso y evitar su bloqueo al doblarse (van Leeuwen et al., 1995). El extremo craneal del catéter fue cortado en 45° y en el lado contrario al enrollamiento natural de éste para evitar su obstrucción si aquél se situaba contra la pared del vaso. El bloqueo del catéter es un problema en estos estudios. Durante las 8 semanas en que fueron testados sólo tuvimos problema en sacar sangre en alguno de ellos y se solucionó siguiendo las pautas de Huntington et al. (1989).

La mayoría de los trabajos describen un acceso directo a la VP (Rerat et al., 1984; Yen y Killefer, 1987), sólo unos pocos describen un acceso indirecto a través del hígado mediante corte o incisión (Olesen et al., 1989; Jørgensen et al., 2010) lo que produce un tiempo mayor de recuperación que con nuestro método (la ración completa era consumida 3 días después de la cirugía). Aunque la oclusión de una de las AC no ofrece ningún perjuicio para el animal, decidimos usar una sutura en bolsa de tabaco para anclar el catéter y permitir el flujo sanguíneo para disminuir el riesgo de infecciones locales. Quirúrgicamente, las diferencias entre Landrace e Ibéricos se encontraron en el mayor depósito de grasa y menor distancia entre el riñón y el diafragma de éstos, con el consiguiente peligro de causar un pneumotórax en la exteriorización de los catéteres.

El chequeo de los catéteres es diario en la mayoría de trabajos publicados. Sin embargo, se realizó una vez por semana (Smith et al., 1991) evitando así contaminaciones causantes del bloqueo de los mismos. Su periodo de funcionamiento es variable (12 semanas mínimo reportó van Leeuwen et al., 1995). Fueron mantenidos durante 8 semanas, periodo suficiente para realizar estudios de cinética de nutrientes en animales en crecimiento.

Para Landrace el flujo portal (Tabla 1) fue similar a los datos publicados (Yen y Killefer, 1987; van der Meulen et al., 1997; Yen et al., 2004; Hooda et al., 2009; Jørgensen et al.,

2010). No así para Ibéricos, menor ($P<0,05$) que en Landrace, con un mayor hematocrito y concentración de hemoglobina ($P<0,05$), lo que explicaría su menor flujo portal. El valor de flujo neto de glucosa (Tabla 1) está en el rango de los publicados (Rérat et al., 1984; Prior y Gross, 1995; van der Meulen et al., 1997; Kristensen et al., 2009), si bien, diferencias en composición de la dieta pueden afectarlo y la comparación tiene que tomarse con cautela. La metodología aplicada es adecuada para cerdos y permite explicar diferencias en las capacidades digestivas y de absorción entre razas modernas y no mejoradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hooda, S., Matte, J.J., Wilkinson, C.W., Zijlstra, R.T. 2009. J. Anim. Sci. 87: 2013-2019.
- Huntington, G.B., Reynolds C.K., Stroud, B.R. 1989. J. Dairy Sci. 72: 1583-1595.
- Jørgensen, H., Serena, A., Theil, P.K., Engberg, R.M. 2010. Livest. Sci. 133: 57-60.
- Kristensen, N.B., Nørgaard, J.V., Wamberg, S., Engbæk, M., Fernández, J.A., Zacho, H.D., Poulsen, H.D. 2009. J. Anim. Sci. 87: 2815-2822.
- Lobley, G.E., Connell, A., Lomax, M.A., Brown, D.S., Milne, E., Calder, A.G., Farningham, D.A.H. 1995. Br. J. Nutr. 73: 667-685.
- Olesen, H.P., Sjøntoft, E., Tronier, B. 1989. Lab. Anim. Sci. 39: 429-432.
- Prior, R.L. Gross, K.L. 1995. J. Nutr. 125: 251-263.
- Rerat, A., Vaissade, P., Vaugelade, P. 1984. Br. J. Nutr. 51: 517-529.
- Smith, H.W., Finkelstein, N., Aliminosa, L., Crawford, B., Graber, M. 1945. J. Clin. Invest. 24: 388-404.
- Smith, S., Dawson, S., Hennessey, R., Andrew, M. 1991. Am. J. Pediatr. Hematol. Oncol. 13: 141-143.
- van der Meulen, J., Bakker, G.C.M., Bakker, J.G.M., de Visser, H., Jongbloed, A.W., Everts, H. 1997. J. Anim. Sci. 75: 2697-2704.
- van Leeuwen, P., Leuvenink, H.G.D., Haasbroek, W.M., Priem, G., Bosch, M., van Kleef, D.J. 1995. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.) 73: 38-46.
- Yen, J.T., Killefer, J. 1987. J. Anim. Sci. 64: 923-934.
- Yen, J.T., Varel, V.H., Nienaber, J.A. 2004. J. Anim. Sci. 82: 1740-1755.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL 2006-05937/GAN del Ministerio de Educación y Ciencia de España (fondos FEDER).

Tabla 1. Flujo portal pre y postprandial, hematocrito, concentración de hemoglobina y flujo neto de glucosa en cerdos Ibéricos y Landrace ($n=3$; valores medios \pm EEM para 10 medidas postprandiales)

	Ibérico	Landrace	EEM ¹
Flujo portal (ml/min)			
Preprandial ²	563 ^a	1059 ^b	36
Postprandial	866 ^a	1464 ^b	45
Hematocrito (%)	30,3 ^a	25,9 ^b	0,27
Hemoglobina (mmol/L)	6,3 ^a	5,7 ^b	0,03
Flujo neto de glucosa (mg/min)	221 ^a	225 ^a	35

¹Error estándar de la media.

²Valores medios \pm EEM para una medida preprandial.

^{ab}Para las comparaciones realizadas, valores dentro de la misma fila con distinto superíndice eran significativamente diferentes ($P<0,05$).

CATHETERIZATION OF PORTAL VEIN AND CAROTID ARTERY FOR STUDIES OF NUTRIENT METABOLISM IN IBERIAN AND LANDRACE PIGS

ABSTRACT: The aim of the present work is to report the catheters design and the surgical method followed for long-term nutrient metabolism studies of the portal drained viscera on a modern (Landrace) and a native (Iberian) breed. It is described a pilot experiment where net flux of glucose was measured to validate the functionality of the catheters design and catheterization method using three Landrace and three Iberian gilts fitted with catheters in carotid artery and portal vein for blood sampling, and ileal vein for para-aminohippuric acid infusion to measure blood flow, and glucose net flux rates. Surgery recovery, catheter patency and results from pilot experiment were excellent. The procedure followed is suitable for pigs and could explain differences in digestive and absorptive capacities between modern and native breeds.

Keywords: catheterization, Iberian pig, portal drained viscera

EFFECTO DEL PORCENTAJE DE INCLUSIÓN DE LISINA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN CERDOS DE CEBO

Cámara, L.¹, Serrano, M. P.¹, Berrocoso, J.¹, Alcázar, E.², Sánchez, J. L.² y Mateos, G. G.¹

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

²S.A.T. Vallehermoso. Ctra. La Solana a Infantes, km 9. 13248, Alhambra, Ciudad Real.
gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

Las necesidades en lisina (Lys) de cerdos de altos crecimientos sacrificados para venta en fresco han sido estudiadas en detalle (NRC, 1998; BSAS, 2003; FEDNA 2006). Sin embargo, las necesidades de cerdos destinados a la obtención de productos curados, en los que se precisa obtener canales con porcentajes de grasa óptimos, han sido poco estudiadas (Beaulie *et al.*, 2009). A ello hay que sumarle que en los últimos años la genética se ha centrado en mejorar la eficiencia alimenticia, lo que en muchos casos penaliza el contenido graso de las partes nobles (Blanchard *et al.*, 1999; Latorre *et al.*, 2003). Conocer las necesidades en Lys de cerdos de alta producción es clave; un déficit de Lys conlleva un menor crecimiento mientras que el exceso es caro. Por ello, el objetivo de este estudio fue estudiar el efecto del nivel de inclusión de Lys sobre los rendimientos productivos en cerdos de alta selección sacrificados a 113 kg destinados a la producción de productos curados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 480 cerdos cruce de hembras Genepplus (Large White x Landrace cruzadas con macho Duroc) con macho PIC 410. La mitad de los animales fueron hembras enteras (HE) y la otra mitad machos castrados (MC) a los 4 días de edad. A su llegada a la granja experimental, los animales se identificaron y se pesaron de forma individual y a continuación se repartieron en sus respectivos tratamientos de manera que el peso vivo (PV) medio fue similar para todas las cuadradas. La nave disponía de ventilación natural con suelo totalmente enrejillado. Los piensos estaban basados en cereales y harinas proteicas y se suministraron *ad-libitum*. El nivel de proteína bruta, aminoácidos y macrominerales de los piensos se redujeron con la edad. Para la fabricación de estos piensos se formularon las dos dietas extremas (Tabla 1) que fueron isoenergéticas (2.425 kcal EN/kg) y a partir de las mismas y mediante mezcla a diferentes porcentajes, se obtuvieron los cinco piensos experimentales. El porcentaje de inclusión de Lys digestible en el pienso control fue de 1,02, 0,86, 0,75, 0,70 y 0,58 % para los PV comprendidos entre 26 y 44 kg, 44 y 63 kg, 63 y 80 kg, 80 y 104 kg y 104 y 113 kg de PV, respectivamente, (Tabla 2). Se controló el crecimiento, el consumo de pienso y la eficiencia alimenticia (IC). Cada tratamiento se replicó 8 veces (12 cerdos/departamento; 6 MC y 6 HE) y la unidad experimental fue el departamento en todos los casos. Los resultados se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) para diseños al azar y se utilizó un test t para comparación de medias. El modelo incluyó el porcentaje de inclusión de Lys como efecto principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 25,9 a 44,0 kg PV (Tabla 2) no se observaron diferencias entre tratamientos para la ganancia (GMD) o el consumo (CMD) medio diario. Sin embargo, los animales que consumieron los piensos con un +12% y +6% Lys presentaron mejor IC que aquellos que consumieron la dieta control o las dietas con -6% y -12% Lys ($P < 0,001$). De 44 a 63 kg de PV, el nivel de Lys no influyó sobre los rendimientos productivos, pero el IC tendió a mejorar con el nivel de Lys. De 63 a 80 kg PV, ni la GMD ni el CMD se vieron afectados por el nivel de Lys, pero los IC fueron mejores para los piensos con niveles altos de Lys (+12% y +6% Lys) ($P = 0,029$). En el resto de los periodos el porcentaje de Lys del pienso no influyó sobre los rendimientos productivos. En el global del ensayo, (26 a 113 kg PV) el nivel de Lys del pienso mejoró los IC ($P < 0,05$) pero no sobre la GMD o el CMD. De acuerdo con estos resultados, Campbell y Taverner (1988), tampoco encontraron diferencias en el CMD en cerdos alimentados con dietas isoenergéticas en las que el contenido en proteína bruta variaba. En nuestro ensayo, los cerdos que consumieron dietas con +12% y +6% Lys convirtieron mejor que los que consumieron dietas con -6% y -12% Lys, con los cerdos que recibieron el pienso

control mostrando una posición intermedia. Estos datos concuerdan con lo esperado para cerdos sacrificados a pesos elevados (Witte *et al.*, 2000; Main *et al.*, 2008). Se concluye que bajo las condiciones del presente ensayo y tipo de cerdo se recomienda un nivel de Lys digestible superior a 1,08% de 26 a 44 kg, 0,91% de 44 a 63 kg, 0,80% de 63 a 80 kg, 0,70% de 80 a 104 kg y 0,58% de 104 a 113 kg de peso vivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Beaulieu, A. D., Williams, N. H., y Patience, J. F. 2009. *J. Anim. Sci.* 87: 965-976. • Blanchard, P.J., Warkup, C.C., Ellis, M., Willis, M.B. y Avery, P. 1999. *Anim. Sci.* 68: 495-501. • BSAS. 2003. Nutrient requirement standards for pigs. BSAS, Penicuik, Midlothian, Reino Unido. • Campbell, R. G. and Taverner, M. R. 1988. *J. Anim. Sci.* 66: 676-686. • Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2006. De Blas, C., Gasa, J. y Mateos, G.G. (eds). Fedna, Madrid, España. • Latorre, M. A., Lázaro, R., Gracia, M.I., Nieto, M. y Mateos, G.G. (2003). • Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband R. D., Nelssen, J. L. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 2190-2207. • National Research Council. 1998. National Academy Press. Washington DC, EEUU. • Statistical Analysis Systems Institute. 1990. SAS user's guide: statistics. Versión 6, 4ª edición. Cary, NC: SAS Institute, Inc, USA. • Witte, D. P., Ellis, M., McDeith F. D. y Wilson, E. R. 2000. *J. Anim. Sci.* 78: 1272-1276.

Tabla 1. Composición de los piensos extremos

Ingredientes, %	Alta proteína	Baja proteína
Cebada	37,2	58,7
Hna soja, 47% PB	28,1	6,15
Trigo	14,7	16,9
Maíz	12,2	12,0
Manteca	4,05	2,83
Carbonato cálcico	1,18	1,18
Fosfato monocálcico	0,91	1,08
Lisina L50	0,54	0,29
Metionina L	0,16	0,01
Treonina	0,14	0,04
Sal	0,42	0,42
Corrector ¹	0,40	0,40

¹ Aporta por kg de dieta: Vitamina A (trans-acetato de retinol): 6.000 U.I.; vitamina D₃ (colecalférol): 1.200 U.I.; vitamina E (alfa tocoferol): 11 U.I.; vitamina K₃ (bisulfato de menadiona): 0,5 mg; riboflavina: 2,5 mg; ácido pantoténico (D-pantotenato de Ca): 8 mg; vitamina B₃ (niacina): 8 mg; piridoxina (piridoxina HCl): 2,5 mg; vitamina B₁₂ (cobalamina): 0,015 mg; Fe (FeSO₄·7H₂O): 80 mg; Mn (MnO₂): 50 mg; Zn (ZnO): 110 mg; Co (CoSO₄): 0,10 mg; Se (Na₂SeO₃): 0,2 mg; I (Ca (IO₃)₂): 0,5 mg.

Tabla 2. Diseño de los piensos experimentales¹

PV, kg	Lys digestible ² , %				
	+12%	+6%	Control	-6%	-12%
25,9-44,0	1,14	1,08	1,02	0,96	0,89
44,0-63,3	0,96	0,91	0,86	0,80	0,75
63,3-80,3	0,84	0,80	0,75	0,70	0,66
80,3-103,7	0,78	0,74	0,70	0,65	0,61
103,7-113,4	0,65	0,61	0,58	0,54	0,51

¹ Los piensos estuvieron basados en cereales, salvados y harinas proteicas y todos ellos contenían 2.425 kcl EN/kg.

² El resto de aminoácidos siguieron el concepto de proteína ideal.

Tabla 3. Efecto del nivel de inclusión de lisina (Lys) sobre los rendimientos productivos de 67 a 157 días de edad

Variables	Lys					EEM ¹	P
	+12%	+6%	Control	-6%	-12%		
PV a 67 d, kg	26,0	26,0	25,9	25,9	25,9	0,79	1,000
PV a 157 d, kg	113,8	114,4	113,5	113,5	111,8	1,80	0,896
<i>De 67 a 88 d de edad (25,9 a 44,0 kg de PV)</i>							
GMD, kg	0,873	0,874	0,847	0,858	0,844	0,01579	0,525
CMD, kg	1,412	1,406	1,418	1,450	1,148	0,02538	0,612
IC	1,62 ^b	1,61 ^b	1,68 ^a	1,69 ^a	1,72 ^a	0,0205	<0,001
<i>De 88 a 109 d de edad (44,0 a 63,3 kg de PV)</i>							
GMD, kg	0,942	0,930	0,932	0,922	0,887	0,02018	0,159
CMD, kg	1,999	1,980	2,010	1,997	2,002	0,04742	0,986
IC	2,13	2,13	2,16	2,17	2,26	0,0336	0,051
<i>De 109 a 126 d de edad (63,3 a 80,3 kg de PV)</i>							
GMD, kg	1,011	1,040	0,990	0,996	0,981	0,02720	0,581
CMD, kg	2,447	2,525	2,458	2,540	2,492	0,05239	0,661
IC	2,42 ^b	2,43 ^b	2,49 ^{ab}	2,56 ^a	2,55 ^a	0,0372	0,029
<i>De 126 a 147 d de edad (80,3 a 103,7 kg de PV)</i>							
GMD, kg	1,112	1,119	1,130	1,142	1,088	0,02180	0,544
CMD, kg	3,061	3,138	3,142	3,217	3,141	0,05796	0,474
IC	2,75	2,81	2,78	2,82	2,89	0,0335	0,085
<i>De 147 a 157 d de edad (103,7 a 113,4 kg de PV)</i>							
GMD, kg	0,917	0,934	0,969	0,929	0,998	0,03041	0,372
CMD, kg	3,151	3,205	3,248	3,254	3,221	0,05361	0,735
IC	3,45	3,44	3,39	3,50	3,24	0,101	0,481
<i>De 67 a 157 d de edad (25,9 a 113,4 kg de PV)</i>							
GMD, kg	0,976	0,982	0,973	0,973	0,954	0,02262	0,530
CMD, kg	2,322	2,355	2,358	2,396	2,367	0,06604	0,666
IC	2,38 ^b	2,40 ^b	2,42 ^{ab}	2,46 ^a	2,48 ^a	0,0218	0,011

¹Error estándar de la media con 8 réplicas por tratamiento. ^{a-b} Medias dentro de la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes (P < 0,05). No hubo mortalidad durante el desarrollo de la prueba.

EFFECT OF LYSINE INCLUSION PERCENTAGE ON PRODUCTIVE PERFORMANCE IN ON GROWING-FINISHING PIGS

ABSTRACT: The aim of this trial was to study the effect of dietary lysine (Lys) level on productive performance of pigs slaughtered at 113 kg BW. A total of 480 pigs (Large White x Landrace females crossed with Duroc male) with PIC 410 sires were used. Half of the animals were gilts (GI) and half were castrated males (CM) at 4 days. The feeding program consisted of five periods with all diets having the same NE content. For each feeding period, five diets were formulated that had the same NE content but differed in Lys content (control diet and ± 6 and $\pm 12\%$ over the control diet). Each treatment was replicated 8 times (12 pigs / department; 6 CM and 6 GI). The experimental unit was the pen. From 26 to 44 kg BW, pigs fed diets with +12%, +6% Lys had better FCR than those fed with control diet and with diets with -6% and -12% Lys (P < 0.001). From 63 to 80 kg BW pigs fed diets with +12% and +6% Lys had better FCR than those with -6 and -12% Lys (P = 0.029), with pigs fed the control diet being intermediate. Cumulatively, pigs fed +12% and +6% Lys diets had better FCR (P < 0.05) than pigs fed -6% and -12% Lys diets. It is recommended to use 1.08%, 0.91%, 0.80%, 0.70% and 0.58% digestible Lys for each of the periods considered.

Keywords: Growth, Lysine, Pigs

EMPLEO DE DDGS DE TRIGO EN DIETAS PARA CERDOS DE CEBO. VALORACIÓN ZOOTÉCNICA Y DE LA CANAL SEGÚN PORCENTAJE DE INCLUSIÓN

Gómez-Fernández¹, J., De Mercado¹, E., Tomás², C., Olmedo de la Cruz¹, S., Gómez-Izquierdo¹, E.

¹Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Hontalbilla, 40353-Segovia. E-mail: *gomferjs@itacyl.es

²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe (Castellón).

INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha de plantas industriales para la obtención de bioetanol da lugar a una cantidad notable de granos y solubles de cereales (Distillers Dried Grains: DDGS de maíz, cebada, trigo, triticale, sorgo), subproductos con interés en nutrición animal. Las características de los DDGS dependen de la calidad de la materia prima original y del procesado al que son sometidos; ambos determinan la concentración de nutrientes, que puede llegar a triplicarse, y su biodisponibilidad. Concretamente, como se observa en la **Tabla 1**, el porcentaje de proteína bruta (PB) es muy elevado (la PB del trigo blando nacional es de 11,2% según FEDNA 2010), pero ve penalizada su digestibilidad en relación con el grano entero sin procesar (70% vs 87%). La lisina es el aminoácido limitante más afectado, con una variación extraordinaria de la digestibilidad (DIS: digestibilidad ileal estandarizada), según los orígenes y debido a las temperaturas de procesado (DIS: 9 a 83%, Cozannet *et al.*, 2007); este problema se compensa en parte al encontrarse en una concentración elevada (Vilaríño *et al.*, 2007). De igual modo debemos contemplar, si se trabaja con cerdo graso o ibérico, que la mitad de la grasa se compone de ácido linoleico, pudiendo influir en la elaboración de piezas nobles.

El porcentaje práctico de DDGS incorporados a la dieta de ganado porcino es muy variable (3 a 10%), dependiendo no sólo del animal y fase productiva (lechón, cebo, madres, ibérico), sino del tipo de producto final (elevado contenido de grasa poliinsaturada). En el ensayo que se presenta, se estimó el efecto zootécnico (producción y calidad de la canal) de diferentes porcentajes de DDGS de trigo (0%, 6%, 12%, 18%) en el cebo de cerdos sacrificados con menos de 110 kg de peso (machos sin castrar).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 192 cerdos (PI*LW x LR*LW) mitad de cada sexo (machos enteros), con 60 días de edad y un peso medio de 23,83 ± 2,4 kg, que se distribuyeron según peso inicial y sexo en 4 salas de 12 departamentos (n=12). Se suministraron cuatro piensos únicos *ad libitum* en gránulo de 3,5 mm, con distinto porcentaje de DDGS de trigo: A control; B: + 6% DDGS; C: + 12% DDGS; D: + 18% DDGS. Se controló el crecimiento (GMD), el consumo (CMD) y la conversión (IC), así como el estado sanitario. Los animales, previo ayuno de 18 horas, se sacrificaron con un peso medio de 108,18 ± 8,65 kg. (N=72; n=18).

Los datos fueron analizados por los procedimientos GLM y REG de SAS® (1999), para diseños de bloques al azar, siendo los efectos principales el pienso y el sexo, y la sala (bloque) el efecto fijo. Se realizó un análisis de covarianza de estructura: $Y_{ijkl} = \mu + SC_i + T_j + \text{Sexo}_k + \alpha P_0 + \varepsilon_{ijkl}$, donde: Y: variable productiva (Peso, GMD, CMD e IT), μ : media general, SC: efecto sala (bloque), T: pienso, α : coeficiente de regresión parcial entre Peso inicial e Y, ε : error residual. Para la calidad de la canal el modelo fue: $Y_{ijk} = \mu + T_j + \text{Sexo}_k + \varepsilon_{ijk}$. Se tuvieron en cuenta los contrastes ortogonales: A vs BCD; B vs CD; C vs D.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de la **Tabla 2** reflejan diferencias significativas exclusivamente en el CMD de los 102 a 130 días de vida (d/v), decreciendo de manera lineal según aumenta el porcentaje de DDGS; como también se manifiesta en los contrastes A vs BCD y B vs CD (P<0,05). La tendencia de la GMD, es igualmente, a disminuir con el incremento de DDGS (P=0,07). No hay otras significaciones en el resto de periodos analizados ni globalmente (60 a 157 d/v). El IC se mantiene con valores muy similares a lo largo de todo el ensayo (P>0,05).

Hay numerosos trabajos que valoran piensos con distintos porcentajes de DDGS, si bien, la mayoría de los procedentes de EEUU y Canadá se refieren a DDGS de maíz. En el caso de Whitney *et al.* (2006b), obtienen menores ganancias según aumentan el porcentaje hasta el 20 y 30% sin que se afecte el CMD; sin embargo Linneen *et al.* (2008) indican una tendencia a reducirse tanto el CMD y la GMD como el rendimiento de la canal (R canal), a partir del 15% de inclusión. Widner *et al.* (2008), con el 20%, y Xu *et al.* (2010), con el 30%, reflejan resultados similares a los nuestros, sin diferencias a lo largo del ciclo productivo ($P>0,05$).

Otros experimentos con DDGS de trigo reflejan la misma variabilidad: en inclusiones del 20% aumenta el CMD sin variar la GMD ni el R canal ($P<0,05$; Guillou *et al.*, 2008). Emiola *et al.* (2009) adicionan complejos multienzimáticos para mejorar la digestibilidad en niveles de hasta un 30%.

A las ventajas del empleo de DDGS, en este caso de trigo, puestas de manifiesto en sanidad intestinal (Whitney *et al.*, 2006a), aceptación por los cerdos (Guillou *et al.*, 2008), y digestibilidad del fósforo (Pedersen *et al.*, 2008; Thaler, 2008), se opone una más que notable variación nutricional debida al procesado-origen de los mismos. La homogeneidad en el caso de esta materia prima es un objetivo clave: se impone un tratamiento menos agresivo para evitar, en la medida de lo posible, la degradación de los nutrientes y en consecuencia una pérdida notable de digestibilidad (Stein *et al.*, 2006; Vilariño *et al.*, 2007; Cozannet *et al.*, 2009).

Sin reflejar los datos debidos al efecto del sexo, podemos concluir que en las condiciones experimentales en las que se realizó este ensayo, los DDGS de trigo pueden ser utilizados en la dietas para cerdos de cebo en porcentajes de hasta un 18%, sin que se afecten negativamente los parámetros de productividad o de calidad de la canal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cozannet, P., Primot, Y., Gady, C., Métayer, J. P., Callu, P., Lessire, M., Le Tutour, L., Geraert, P. A., Skiba, F. & Noblet, J. 2009. Journées Recherche Porcine, 41, 117-130.
- de Blas, C., Mateos, G. G. & García Rebollar, P. FEDNA 2010. Avances de Tablas 2010.
- Emiola, I. A., Opapeju, F. O., Slominski, B. A. & Nyachoti, C. M. 2009. J Anim Sci 87:2315-2322.
- Guillou, D., Launay C. & Landeau, E. 2008. Journées Recherche Porcine, 40, 219-220.
- Linneen, S. K., DeRouchey, J. M., Dritz, S. S., Goodband, R. D., Tokach, M. D. & Nelssen, J. L. 2008. J Anim Sci 86: 1579-1587.
- Pedersen, C., Boersma, M. G., & Stein, H. 2007. J Anim Sci 85: 1168-1176.
- SAS. 1999. User's guide. SAS Institute Inc, Cary, NC
- Stein, H., Gibson, M. J., Pedersen, C. & Boersma, M. G. 2006. J Anim Sci 84: 853-860.
- Thaler, B. 2008. Market information workshops.
- Vilariño, M., Skiba, F. & Callu, P. 2007. Journées Recherche Porcine, 39, 157-158.
- Whitney, M. H., Shurson, G. C. & Guedes, R. C. 2006 (a). J Anim Sci 84: 1870-1879.
- Whitney, M. H., Shurson, G. C., Johnston, L. J., Wulf, D. M. & Shanks, B. 2006 (b). J Anim Sci 84: 3356-3363.
- Widmer, M. R., McGinnis, L. M., Wulf, D. M. & Stein, H. H. 2008. J Anim Sci 86: 1819-1831.
- Xu, G., Baidoo, S. K., Johnston, L. J. Bibus, D. J., Cannon, E. & Shurson G. C. 2010. J Anim Sci 88: 1398-1410.

EFFECT OF DIFFERENT PERCENTAGES OF WHEAT DDGS IN DIETS FOR GROWER-FINISHER PIGS. GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY.

ABSTRACT: The objective of this study, was to value the effect of different levels of wheat DDGS in the feed of grow-finish pig, on growth performance and carcass traits. For this purpose 192 pigs were used (LR*LW x LW*PI), 50% of each sex, with initial Body Weight of 23,83±2,4 kg were distributed according initial BW and sex, in 4 rooms with 12 departments and 4 pigs in each (n=12). The four treatments were: A, control; B+6%; C+12% and D+18%. In the period of 102 to 130 days of age, the CMD in the treatment A was significantly superior in connection with C and D ($P<0,05$), and the GMD had a numeric reduction in the animals that consumed the feed with 18% of DDGS ($P=0,07$), not varying the feed conversion ($P>0,05$). In the other calculated periods and overall (60-158 days of age), there were not significantly differences ($P>0,05$). Individual carcass data were collected at the slaughterhouse. The weight and carcass yield was similar in the four treatments ($P>0,05$).

We conclude that under our experimental conditions, the wheat DDGS can be used in feed for grow-finish pigs until 18% without affecting the parameters of productivity and carcass quality.

Keywords: DDGS, pig, growth, carcass.

Tabla 1. Análisis de nutrientes de los DDGS de trigo utilizados en el ensayo según materia húmeda (PB: proteína bruta; GB: grasa bruta; FB: fibra bruta; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente.

Humedad	Cenizas	PB	FB	GB	Almidón	FND	FAD	LAD
10,1	4,4	29,2	6,1	5,4	3,1	27,6	6,6	1,7

Tabla 2. Resultados productivos por fases y durante el periodo global: A, control; B + 6% DDGS; C + 12% DDGS; D + 18% DDGS. Datos de calidad de la canal.

Variables ¹	% DDGS (n=12)						Contrastes		
	A	B	C	D	EEM ²	P ³	A vs BCD	B vs CD	C vs D
60-102 d/v									
CMD	1,53	1,53	1,47	1,51	0,02	0,41	0,48	0,21	0,36
GMD	0,718	0,744	0,711	0,719	0,13	0,36	0,69	0,09	0,66
IC	2,12	2,05	2,07	2,09	0,02	0,23	0,09	0,32	0,49
102-130 d/v									
CMD	2,06 ^a	2,02 ^{ab}	1,94 ^b	1,92 ^b	0,03	0,03	0,02	0,05	0,68
GMD	0,854	0,838	0,798	0,788	0,02	0,07	0,05	0,07	0,72
IC	2,41	2,42	2,44	2,44	0,03	0,92	0,59	0,66	0,95
130-158 d/v									
CMD	2,46	2,43	2,35	2,38	0,05	0,51	0,24	0,39	0,70
GMD	0,938	0,923	0,903	0,943	0,02	0,63	0,58	0,99	0,23
IC	2,63	2,62	2,62	2,53	0,03	0,13	0,30	0,21	0,07
60-158 d/v									
CMD	1,93	1,91	1,84	1,86	0,03	0,14	0,09	0,10	0,69
GMD	0,817	0,820	0,788	0,800	0,01	0,37	0,38	0,16	0,56
IC	2,36	2,33	2,34	2,33	0,02	0,57	0,20	0,88	0,59
P0 (60d/v)	23,87	23,90	23,78	23,78	-	-	-	-	-
P1 (74d/v)	31,18	31,87	31,60	31,59	0,24	0,26	0,08	0,34	0,98
P3 (102d/v)	54,02	55,11	53,70	54,07	0,58	0,36	0,69	0,09	0,66
P5 (130d/v)	77,94	78,57	76,06	76,14	1,01	0,21	0,39	0,05	0,95
P7 (157d/v)	102,34	102,6	99,55	100,68	1,39	0,38	0,39	0,16	0,57
P7 mat	109,3	109	108,77	107,6	1,78	0,90	0,66	0,71	0,63
P canal kg	85,24	84,65	84,81	83,61	1,48	0,88	0,60	0,81	0,57
R canal %	77,9	77,67	77,93	77,68	0,34	0,88	0,59	0,75	0,61

¹Variables: d/v: días de vida; P: Peso kg; CMD: Consumo Medio Diario kg; G: Ganancia Media Diaria kg; IC: Índice de Conversión kg/kg; P7 mat: peso de sacrificio (N=72); P canal: peso de la canal; R canal: rendimiento de canal. ²EEM: Error Estándar de la Media (n=12). ³P-valor: Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05).

UTILIZACIÓN DE BOLSAS ANKOM® EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA *in vitro* EN CONEJOS

Abad R., García J., Ibáñez M., Rodríguez J.D., Menoyo D., y Carabaño, R.
Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
Correo electrónico: rosa.carabano@upm.es

INTRODUCCIÓN

La metodología de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DMS_{iv}) desarrollada por Ramos et al. (1992) para predecir la digestibilidad de la materia seca y valor nutricional de diferentes alimentos comúnmente utilizados en la alimentación de conejos, ha sido estandarizada y validada por diferentes laboratorios (Villamide et al. 2008 y Carabaño et al. 2008), demostrándose su fiabilidad, reproducibilidad y repetibilidad. Uno de los puntos críticos de las metodologías gravimétricas es la filtración con crisol, ya que las propiedades físicas junto con la composición química de diversas materias primas dificultan este proceso y aumentan la variabilidad en los resultados (Mertens, 2002). Por otra parte la digestión individual de las muestras limita la capacidad de análisis. Con la finalidad de corregir estas limitaciones se propuso como alternativa el uso de bolsas ANKOM®, ya utilizadas en el análisis secuencial de Van Soest (Kenneth et al., 1999), digeridas colectivamente en un mismo recipiente. Además de la utilización de bolsas, como novedad se incluyó al final de la digestibilidad un lavado adicional de las bolsas. El objetivo de este trabajo fue determinar la validez de esta modificación en la digestibilidad *in vitro* ileal (dos pasos) y fecal (tres pasos).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 piensos de conejos (descritos en estas jornadas en Abad et al., 2011) y 6 materias primas (lignocelulosa, paja de cereal, cascarilla de girasol, pectinas de pulpa de remolacha, pulpa de remolacha –PR-, fibra insoluble de pulpa de remolacha), con un amplio rango de digestibilidad. Primero se identificó y pesó las bolsas ANKOM®, para lo cual previamente se las secó a 103°C en la estufa durante 12 h. Dentro de cada bolsa se pesó 0.5 g de muestra \pm 0.1 mg, se sellaron con calor y se las agitó para obtener una mejor dispersión de la muestra dentro de la bolsa. Éstas (hasta un máximo de 30) se situaron colectivamente dentro de una botella de vidrio (3.6 L., mantenida en rotación durante la digestibilidad en un sistema de incubación *in vitro* Daisy-II de ANKOM®). Tanto en el caso de utilizar crisoles como bolsas la digestión se realizó en dos y/o tres pasos. En el paso 1, las muestras fueron sumergidas en una solución tampón fosfato (0.1 M, pH 6, tampón A), 25 ml/muestra, más 10 ml HCl 0.2 M/muestra. Esta solución se ajustó a pH 2 con HCl o NaOH 1 M. Se añadió por muestra 1 ml pepsina diluida en HCl 0.2 M (25 mg/ml) y 0.5 ml de una solución de cloranfenicol (0.5 g/100ml etanol), y se incubó a 40°C durante 1.5 h en la estufa. En el paso 2, se añadió por muestra 10 ml de solución tampón fosfato (0.2 M, pH 6, tampón B) y 5 ml de NaOH 0.6 M, se ajustó el pH a 6.8 ± 0.01 con HCl o NaOH 1 M, se añadió por muestra 1 ml de una solución de pancreatina (100 mg Porcine, grade IV, P-1750/ml de tampón B) y se incubó a 40°C durante 3.5 h en la estufa. En el paso 3, se ajustó el pH a 4.8 con ácido acético y se añadió por muestra 0.5 ml de viscozyme (complejo enzimático microbiano), incubándose durante 16 h a 40°C en la estufa. Tras la digestión, los crisoles se lavaron como indica la técnica original, mientras que las bolsas se lavaron con tres soluciones (para evitar la adherencia de sustancias en el exterior de la bolsa): en primer lugar con agua destilada a 40 °C durante 30 minutos y en rotación dentro del sistema de incubación *in vitro* Daisy-II, con dos aclarados con agua a 40°C de 5 minutos, seguidamente

lavó consecutivamente con etanol al 96% y acetona (cada una durante 5 minutos). Las muestras se pre-secaron a temperatura ambiente y se introdujeron en la estufa a 103°C durante 16 horas. La digestibilidad de la materia seca in vitro (DMSiv) se calculó con la siguiente fórmula:

$$DMSiv = \frac{\text{Peso bolsa post digestión} - \text{peso de la bolsa vacía}}{\text{Peso muestra seca}} \times 100$$

Los valores obtenidos con bolsas se corrigieron con un blanco tal como describe al técnica ANKOM®. Para validar la modificación de la metodología junto a cada análisis con bolsas ANKOM®, se realizó la metodología descrita por Ramos et al. (1992) utilizando 0.5 g de muestra por muestra. Se hicieron DMSiv con dos (digestibilidad ileal) y tres pasos (digestibilidad fecal). Se realizaron las digestibilidades en 3 tiempos, con dos réplicas por alimento, método y tiempo, calculándose el valor medio de cada alimento por método y tiempo. Los resultados se analizaron de acuerdo con una estructura factorial: 2 métodos x 10 alimentos x 3 tiempos, para la digestibilidad de dos y tres pasos. Además se determinó la correlación existente entre ambos métodos.

Tabla 1. Determinación de la digestibilidad in vitro en conejos: Comparación del método convencional de filtrado en crisol con el uso de bolsas ANKOM® en digestiones colectivas (Bolsa C).

Muestras	FDT [‡]	% DMSiv ₁₂		% DMSiv ₁₂₃	
		Crisol	Bolsa C	Crisol	Bolsa C
<i>Pienso¹</i>					
A	35.1	63.8	64.1	66.8	67.8
B	39.7	64.7	63.9	68.5	69.9
C	40.4	60.7	58.4	71.6	70.6
D	36.2	63.0	64.3	73.2	73.4
<i>Materias primas</i>					
Lignocelulosa ²	95.9	2.41	1.56	5.56	3.95
Pectinas remolacha ³	93.4	98.9	98.5	99.2	99.9
Pulpa remolacha, PR	64.6	33.6	33.8	81.5 ^a	79.1 ^b
Fibra insoluble PR	80.5	13.0	15.2	67.2	67.1
Cascarilla de girasol	84.1	13.5	11.3	23.2 ^a	20.6 ^b
Paja de cereal	78.5	17.4	17.2	21.5 ^a	19.5 ^b
Media método		43.1	42.8	57.8	57.2
rsd			1.40		0.92
P _{método}			0.44		0.009
P _{alimento}			< 0.001		< 0.001
P _{alimento x método}			0.16		0.002

¹ DMSiv₁₂: Digestibilidad de la materia seca in vitro 2 pasos. DMSiv₁₂₃: Digestibilidad de la materia seca in vitro 3 pasos. [‡] Fibra dietética total (AOAC, 985.29). ¹ Los ingredientes de los piensos se muestran en la comunicación de estas jornadas Abad et al. (2011). ² Arbocel®. ³ Betapec RU 301. Para cada combinación de método (bolsa colectiva vs. crisol) y DMSiv (dos o tres pasos) cuando la interacción fue significativa se han colocado para cada alimento en el que los valores de los métodos difirieron con P < 0.05 superíndices distintos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En comparación con los valores de DMSiv obtenidos con crisoles, aquéllos obtenidos con bolsas digeridas colectivamente no fueron distintos para el conjunto de los alimentos al hacer la digestibilidad en dos pasos (43.1 vs. 42.8%, respectivamente. P = 0.44. Tabla 1),

sin detectarse efecto de la interacción alimento x método. Sin embargo, en el caso de la DMSiv en tres pasos se observó un ligero descenso en la digestibilidad determinada con bolsas en colectivo con respecto a los crisoles (- 0.6 unidades porcentuales. $P = 0.009$). Esta pequeña diferencia probablemente se debió a la reducida variabilidad de estas determinaciones, como ya han observado con anterioridad Carabaño et al. (2008). Además, se observó una interacción alimento x método ($P = 0.002$) debido a que la digestión colectiva en bolsas mostró menores valores para la pulpa de remolacha, cascarilla de girasol y paja, sin afectar al resto de materias primas ni a los piensos. En todo caso, estas diferencias fueron pequeñas, estando entre 2.0 y 2.6 unidades porcentuales. Al estudiar la correlación entre el crisol respecto a las bolsas colectivas tanto en la digestibilidad de 2 y 3 pasos se obtuvieron correlaciones muy elevadas ($r \geq 0.98$. $P < 0.001$). Los resultados obtenidos indican que las bolsas ANKOM[®] pueden ser utilizadas como método alternativo al crisol en la DMSiv de 2 y 3 pasos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Carabaño R., Nicodemus N., Garcia J., Xiccato G., Trocino A., Pascual J.J., Falcao-e-Cunha L., Maertens L. 2008. *World Rabbit Sci.* 16: 195-203 • Ramos M., Carabaño R., Boisen S., 1992. *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 938-946. • Mertens D.R. (2002) *J. AOAC Int.* 85: 1217-1240. • Kenneth V., Jeffrey P., Steven M. and John T. 1999. *Crop. Sci.* 39:276-279. • Villamide M.J., Carabaño R., Maertens L., Pascual J., Guidene T., Falcao-E-Cunba L., Xiccato G. (2009). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 153:283-294.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL2008-00627 y una beca del SENESCYT-Ecuador. Los autores de este trabajo agradecen su colaboración a Andrés Caidas.

USE OF ANKOM[®] BAGS FOR IN VITRO DRY MATTER DIGESTIBILITY IN RABBITS

Abstract: The aim of this work was to compare the use of ANKOM[®] bags vs. crucibles to determine in vitro dry matter digestibility (ivDMD, performed in two or three steps corresponding to ileal and faecal digestibility, respectively) of four rabbit diets and six raw materials with a wide range of DM digestibility (from beet pectins to lignocellulose). Crucibles were compared to bags placed collectively (up to 30 in a 3.6 L Daisy jar in a rotating in vitro incubator system Daisy-II). Once digested, samples placed collectively were washed with water (40°C, 30 min, rotating in Daisy system, and additionally rinsed two times 5 min. in water), ethanol and 96% acetone (each one for 5 min.). Bag samples were corrected with blanks. Each analysis was done at three different times being replicated twice each time and using the average of each time and feed for statistical analysis. Values obtained for ivDMD in two steps were similar using crucibles or bags for the whole feeds ($P = 0.44$, 43.1 vs. 42.8%, respectively), with no interaction feed x method. However, ivDMD in three steps decreased in collective bags compared to crucibles (- 0.6 percentage units. $P = 0.009$). This narrow difference is probably detected due to the reduced variability observed in this determination. Besides, an interaction feed x method was found for three steps ivDMD ($P = 0.002$), as digestion in collective bags was lower than that of crucibles for sugar beet pulp, sunflower hulls and straw, with no effect on the other feeds and in none diet. In general, these differences were small, ranging between 2.0 to 2.6 percentage units. Correlation between two and three step ivDMD with crucibles and bags was very high ($r \geq 0.98$. $P < 0.001$). These results suggest that ANKOM[®] bags can be used as an alternative to crucibles in ivDMD.

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON ÁCIDO FOSFÓRICO Y CALOR SOBRE EL APROVECHAMIENTO RUMINAL E INTESTINAL DEL GUISANTE DE PRIMAVERA¹

Díaz-Royón, F., González, J¹., Alvir, M. R., Arroyo, J. M.

¹Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica. 28040 Madrid.

Email: javier.gonzalez@upm.es

INTRODUCCIÓN

La protección de proteínas frente a la degradación ruminal mediante el tratamiento sucesivo con soluciones ácidas y calor se ha demostrado como un método eficaz para aumentar el valor proteico de alimentos muy degradables como la harina de girasol (Arroyo y González, 2009). En este trabajo se ha pretendido comprobar la eficacia de este tratamiento en otro alimento altamente degradable como es el guisante de primavera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos fracciones de 12,5 kg de guisante molido se pulverizaron de forma manual y sucesiva en una hormigonera con una solución 4N de ácido ortofosfórico a dosis de 200 g/kg (0,75 equivalentes gramo/kg). Tras tratar la segunda fracción, se mezclaron ambas, se dejó reposar la masa durante una hora y se seco ésta en una estufa, aplicando una temperatura media de 120 °C, durante 1 h, aprovechándose posteriormente el calor residual hasta el enfriamiento de la estufa para completar el secado de la muestra.

Se utilizaron 3 corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una dieta de heno de avena (HA, 45%) y concentrado (55%), distribuida a 45 g/kg P^{0,75}, en 6 comidas / día. La dinámica de partículas en el rumen – incluyendo sus tasas de conminución (k_c) y salida (k_p) - se estudió mediante el ajuste (Dhanoa et al., 1985) de la evolución, durante 96 h, de la concentración de Iterbio (Yb) en 22 muestras de digesta duodenal, tomadas tras una dosis simple de guisante marcado (10 mg de Yb/g de alimento). La degradación ruminal se estudió en 2 incubaciones, a tiempos de 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h, utilizando muestras duplicadas (3 g; molidas a 2 mm), contenidas en bolsas de nylon (dimensiones internas: 7 x 11 cm; 46 µm de poro). De forma previa y durante estos estudios se infundió en el rumen una sal de ¹⁵N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para corregir la contaminación microbiana de los residuos. Las bolsas, tras ser extraídas del rumen, fueron someramente lavadas con agua corriente y conservadas a - 20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3 x 5 min.). Este proceso de lavado también se utilizó para establecer el valor a 0 h. Las bolsas se liofilizaron y pesaron inmediatamente para determinar la degradación aparente de la MS, ajustándose su evolución en cada animal a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979). Los valores de degradabilidad ruminal (DE) se determinaron por integración matemática en base a considerar simultáneamente k_c y k_p (González *et al.*, 2006). A partir de las cinéticas de degradación y tránsito de la MS, se generó para cada cordero una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado, mezclando los residuos de incubación obtenidos en los distintos tiempos en proporciones determinadas en base a las funciones que describen este flujo según el método propuesto por González *et al.* (2009). Las muestras así obtenidas fueron analizadas para MS, cenizas, N, ¹⁵N y almidón. Los valores aparentes y reales (corregidos por la contaminación microbiana) de DE para la materia orgánica (MO), PB y almidón se calcularon a partir de sus concentraciones en la muestra compuesta (Y) y en el alimento (X) y del valor de DE de la MS: $DE = 1 - [Y (1 - DE_{MS})/X]$. Los valores de digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de la PB se determinaron en estas muestras compuestas con la técnica de micro-bolsas móviles (mismo material; Ø = 2,2 cm), utilizándose 12 replicas (200 mg) por cordero. Las bolsas se introdujeron por la cánula duodenal y se recuperaron en las heces, lavándose en la forma ya indicada. Seguidamente, las bolsas se desecaron en estufa a 80 °C durante 48 h y se pesaron para establecer la DIE

de la MS. Los residuos de incubación se mezclaron para cada cordero previamente a su análisis de N, ^{15}N y almidón. Los valores de DIE de la PB y almidón se calcularon a partir de sus concentraciones en el residuo no digerido (Z) y en la muestra compuesta (Y) y del valor de DIE de la MS: $\text{DIE} = 1 - [\text{Z} (1 - \text{DIEMS}) / \text{X}]$. Estos valores, al igual que los de DE, fueron corregidos a partir de la contaminación microbiana producida en el rumen.

Los efectos del tratamiento y de la contaminación microbiana se consideraron respectivamente como factores principal (contrastado frente a su interacción con los animales) y secundario de un diseño split-plot de análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química (g/kg de MS) de la muestra de guisante utilizada – PB: 221, FND: 190, FAD: 81,0 y almidón: 412 - puede considerarse normal excepto por el elevado contenido en FND. Los valores obtenidos de k_c y k_p (%/h) fueron $57,2 \pm 8,93$ y $5,72 \pm 1,27$ (media \pm desviación típica), respectivamente. Así, el considerar el atrapamiento de partículas en el rumen incrementa el tiempo medio de permanencia definido por la salida de partículas de éste compartimento en un 10%. Este aumento del tiempo de permanencia debe ser considerado al comparar con los valores indicados en sistemas que únicamente consideren k_p .

El tratamiento empleado redujo la DE de todas las fracciones estudiadas alcanzándose la máxima reducción para la PB. El tratamiento no afectó, en cambio, a la DIE de las fracciones testadas (Tabla 1). La corrección de la contaminación microbiana aumentó la DE de todas las fracciones, o lo que es lo mismo, redujo la estima de la fracción by-pass, así como su DIE (Tabla 1). Esta corrección fue menor para la DE que para la DIE, correspondiendo, además, las mayores variaciones a la PB. Estas variaciones se justifican al considerar que la contaminación con N de la muestra representativa del flujo ruminal (9.10% y 5.62% del N total, como valor medio para el guisante sin tratar y tratado, respectivamente) fue muy superior a la observada en términos de biomasa seca (3.09% y 2.55%, para estas mismas muestras). Dado que las bacterias adherentes asociadas a estas muestras se digieren en una proporción muy elevada en el intestino, la corrección es más importante a este nivel, especialmente cuanto menor sea la DIE real de la fracción del alimento considerada (González et al., 2009).

El tratamiento ensayado desplaza el sitio de digestión hacia el intestino. Así, la proporción de proteína by-pass digestible se multiplica por 2,5, aunque el aporte absoluto sigue siendo muy limitado (6,60 vs. 15,7 g/kg de MS de alimento). Así mismo, la proporción de almidón digerido en el intestino aumenta en 63,5%. Sin embargo, el tratamiento no resulta de interés, ya que la reducción de la síntesis microbiana asociada a la de MO fermentada en el rumen contrarresta el efecto anterior. Así, utilizando los datos corregidos por la contaminación microbiana y estimando el aporte de proteína microbiana digestible en base a la DE de la MO y los parámetros del sistema PDI (INRA, 2007), el aporte total de proteína digestible en el intestino fue similar (77,8 y 76,1 g/kg MS en el guisante sin tratar y tratado, respectivamente). Esta falta de eficacia contrasta con el elevado aumento en el aporte de proteína metabolizable con la protección de la proteína de la harina de girasol tratada de forma similar (Arroyo y González., 2009) y puede atribuirse, de una parte, al limitado aumento en términos absolutos obtenido para la proteína by-pass, y, de otra a la baja digestibilidad de ésta. Así, el valor aparente obtenido para el guisante sin tratar (35.2%) es marcadamente inferior al 91% propuesto en las tablas INRA (2007). Por el contrario, los valores de DE obtenidos para esta muestra son próximos a los indicados en estas tablas: 80, 86 y 79% para MS, PB y almidón, respectivamente. Consecuentemente, cabe suponer la existencia de importantes diferencias entre muestras en el aprovechamiento intestinal de este alimento. Con independencia de la baja digestibilidad de la proteína, de los resultados parece inferirse que el interés de esta técnica de protección es mayor para alimentos con

una elevada concentración proteica, de forma que el incremento de proteína by-pass compense ampliamente la reducción de la síntesis microbiana atribuible al alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Arroyo, J.A., González, J. 2009. *Ruminant physiology. Digestion, metabolism, and effects of nutrition on reproduction and welfare*. 116-117. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. • Dhanoa, M.S., Siddons, R.C., France, J. Gale, L., 1985. *Brit. J. Nutr.* 53, 663-671. • González, J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., M.R. Alvir. 2006. *Anim Feed Sci Technol.* 125, 89-98. • González J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., Centeno, C. 2009. *Arch Anim Nutr.* 63, 304-320. • INRA, 2007. *Alimentation des bovins, ovins et caprins* Tables INRA. Éditions Quae, Francia • Ørskov, E.R., McDonald, I. 1979. *J Agric Sci Camb.* 92, 499-503.

Agradecimientos: Trabajo financiado por la CICYT (nº AGL 2006-08300)

Tabla 1. Efecto del tratamiento con ácido fosfórico y calor sobre la utilización ruminal e intestinal del guisante

	ST		TF		ESM y efectos ¹	
	NC	C	NC	C	Corrección	Tratamiento
<u>Degradabilidad efectiva</u>						
Materia Seca	79,4	80,0	69,8	70,6	0,11*	1,23*
Materia Orgánica	79,0	79,4	68,6	69,2	0,08**	1,21*
Proteína bruta	87,0	88,1	73,9	75,3	0,19**	1,39*
Almidón	84,6	84,6	74,1	74,2	0,01*	1,53*
<u>Digestibilidad intestinal</u>						
Materia Seca	32,1	30,8	35,9	34,7	0,31*	1,94
Proteína bruta	35,2	24,8	38,6	29,8	2,35*	0,76
Almidón	64,7	64,2	62,7	62,1	0,15	2,95

ST: sin tratar: TF: tratado con fosfórico y calor.

NC: no corregido por la contaminación microbiana. C: corregido.

¹ Las interacciones no fueron significativas

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

EFFECTS OF THE COMBINED USE OF PHOSPHORIC ACID AND HEAT ON THE RUMINAL AND INTESTINAL USE OF FIELD SPRING PEA

ABSTRACT: The interest of an acid-heat treatment to improve the digestive use of the field pea was studied on 3 rumen and duodenum cannulated wethers feed a mixed diet using transit, in situ and ¹⁵N infusion techniques. The grounded pea was sprayed by hand in a mixer with a 4N solution of phosphoric acid at a dose of 200 g / kg. After a 1 h resting period, the treated mass was dried in an oven, applying a mean temperature of 120 °C during 1 h. Then, the residual heat of the oven was used to finish the drying procedure. The treatment reduced the ruminal degradability of all tested fractions (dry matter, crude protein and starch) and did not alter their intestinal digestibility. The treatment moves the digestion site to the intestine, increasing the digestible by-pass protein by 2.5. However, this fraction is still scarce and, therefore, it has not interest, because the lower microbial synthesis associated with the reduced feed fermentation counteracts the above effect. This lack of interest may be associated with the low intestinal digestibility of the crude protein of this sample (35.2% as apparent value), which was too much lower than usual recommended values.

Keywords: Protein protection, ruminal efective degradability, intestinal effective digestibility, field pea

EFFECTOS DEL ACEITE DE AJO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE DIETAS CON DIFERENTE PROPORCIÓN DE CONCENTRADO

Mateos, I.¹, Ranilla, M.J.^{1,2}, Saro, C.^{1,2} y Carro, M.D.^{1,2}

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071 León.España.

² Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León. (mdcart@unileon.es)

INTRODUCCIÓN

Estudios previos han demostrado que la suplementación con aceite de ajo a cultivos *in vitro* de microorganismos ruminales reduce la producción de metano y la relación acetato:propionato (Busquet *et al.*, 2005a; Calsamiglia *et al.*, 2007; Kongmun *et al.*, 2010), pero los efectos están relacionados con la dosis. Nuestra hipótesis fue que los efectos del aceite de ajo pueden depender de las poblaciones microbianas ruminales en el inóculo, y por tanto de la dieta de los animales donantes y del sustrato incubado. El objetivo de este estudio fue por consiguiente analizar los efectos de diferentes dosis de aceite de ajo en la fermentación *in vitro* de dos dietas en cultivos no renovados de microorganismos ruminales (CNRMR) cuando se utilizó como inóculo líquido ruminal procedente de ovejas alimentadas con las mismas dietas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ocho ovejas merinas canuladas en el rumen fueron utilizadas como donantes de líquido ruminal. Cuatro de las ovejas recibieron una dieta con un 50% de heno de alfalfa y un 50% de concentrado para ovejas lecheras (MC) y las otras cuatro fueron alimentadas con una dieta con un 15% de paja de cebada y un 85% de concentrado para corderos en cebo (AC) durante 10 días antes del comienzo de las incubaciones *in vitro*. Muestras (300 mg) de las dietas MC y AC se incubaron con 30 mL líquido ruminal tamponado en CNRMR. Cada CNRMR fue inoculado con líquido ruminal de las ovejas que ingerían la misma dieta incubada. El aceite de ajo fue añadido a las botellas a dosis de 0, 20, 60, 180 o 540 mg/L de medio de incubación (A20, A60, A180 y A540, respectivamente). La dosis 0 mg/L fue utilizada como control (CON) para analizar los resultados obtenidos. Después de 16 horas de incubación a 39°C, se midió la presión dentro de las botellas con un medidor de presión y se determinó el volumen de gas producido con una jeringa calibrada. A continuación, se recogieron unos 10 mL de gas en un tubo de vacío (Vacutainer®) para analizar su concentración en metano. Posteriormente, se abrieron las botellas, se midió el pH de su contenido y se tomaron muestras para analizar la concentración en ácidos grasos volátiles (AGV), amoníaco y lactato. Las incubaciones fueron repetidas en cuatro días no consecutivos para obtener 4 réplicas por tratamiento. Adicionalmente, en cada una de las incubaciones se tomaron muestras de los inóculos para analizar los parámetros ruminales citados anteriormente.

Los datos fueron analizados como un modelo mixto usando el procedimiento MIXED del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Cinco concentraciones de aceite de ajo, la dieta y la interacción del aceite de ajo y la dieta fueron incluidas en el modelo como efectos fijos, y el día de incubación (inóculo) fue incluido como efecto aleatorio. Las diferencias entre tratamientos se consideraron significativas a valores de $P < 0,05$ y los valores de P entre 0,05 y 0,10 fueron considerados como una tendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias significativas en los parámetros ruminales de los dos inóculos utilizados para las incubaciones *in vitro*. El inóculo de las ovejas que ingerían la dieta MC presentó mayores ($P < 0,05$) valores de pH, proporción de acetato, relación acetato:propionato, y concentración de amoníaco y total de AGV que el inóculo de las ovejas que recibían la dieta AC. Sin embargo, la proporción de propionato fue mayor ($P < 0,05$) con la dieta AC que con la dieta MC.

Como puede observarse en la Tabla 1, tras la incubación *in vitro* no se observó efecto del aceite de ajo sobre el pH ($P = 0,155$) y las concentraciones de amoníaco ($P = 0,980$)

y lactato ($P=0,396$), ni tampoco se detectaron interacciones aceite de ajo x dieta ($P=0,253$ a $0,849$). Los CNRMR con la dieta MC presentaron valores más elevados ($P>0,001$) de pH y concentración de amoníaco que los cultivos con la dieta AC, pero no se detectaron diferencias en la concentración de lactato ($P=0,106$).

No se observó efecto ($P=0,258$) del aceite de ajo sobre la producción total de AGV, pero sí sobre las proporciones molares de los principales AGV. Las dosis crecientes de aceite de ajo redujeron de forma lineal ($P<0,001$) la proporción de acetato y la relación acetato:propionato, y aumentaron ($P<0,001$) las proporciones de propionato y butirato. Calsamiglia *et al.* (2007) y Busquet *et al.* (2005b; 2006) obtuvieron resultados en la misma línea en fermentadores de doble flujo y CNRMR. En los cuatro parámetros citados anteriormente la interacción aceite de ajo x dieta fue significativa ($P<0,05$) y los efectos fueron más acusados para la dieta MC que para la dieta AC.

La producción de metano disminuyó linealmente ($P<0,001$) al aumentar la dosis de aceite de ajo, pero existió una interacción ($P=0,001$) aceite de ajo x dieta. Busquet *et al.* (2005b) observaron que dosis de 300 mg/L de aceite de ajo disminuían la producción de metano, pero en nuestro estudio se observaron reducciones con dosis más bajas (20 y 60 mg/L para las dietas AC y MC, respectivamente). Estas diferencias pueden deberse a diferencias en la composición del aceite de ajo utilizado en los diferentes experimentos. La recuperación de hidrógeno disminuyó linealmente ($P<0,001$) a medida que aumentó la dosis de aceite de ajo con las dos dietas, lo que concuerda con otros estudios en los que se utilizaron compuestos del ajo (Kamel *et al.*, 2008).

Los resultados de este trabajo indican que los efectos del aceite de ajo sobre la fermentación ruminal *in vitro* dependen de la dosis administrada, del sustrato incubado y de la dieta de los animales donantes de líquido ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, P. W. Cardozo, and C. Kamel. 2005a. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. *J. Dairy Sci.* 88:2508-2516.
- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, P. W. Cardozo, & C. Kamel. 2005b. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. *J. Dairy Sci.* 88:2508-2516. (Abstr.)
- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 89:761-771.
- Calsamiglia, S., M. Busquet, P. W. Cardozo, L. Castillejos, and A. Ferret. 2007. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Kamel, C., H.M.R. Greathead, M.L. Tejido, M.J. Ranilla, and M.D. Carro. 2008. Effect of allicin and diallyl disulfide on *in vitro* rumen fermentation of a mixed diet. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 145:351-363
- Kongmun, P., M. Wanapat, P. Pakdee, and C. Navanukraw. 2010. Effect of coconut oil and garlic powder on *in vitro* fermentation using gas production technique. *Livestock Science.* 127:38-44.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por la C.I.C.Y.T. (AGL2008-04707-C02-02) y la Junta de Castilla y León (Ref. GR158).

GARLIC OIL EFFECTS ON *IN VITRO* RUMINAL FERMENTATION OF DIETS WITH DIFFERENT CONCENTRATE PROPORTION

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effects of four doses (20, 60, 180 and 540 mg/L incubation medium) of garlic oil (GO) on *in vitro* fermentation of two substrates (MC, 50:50 alfalfa hay:concentrate, and AC, 15:85 barley straw:concentrate) in batch cultures of mixed rumen micro-organisms from the rumen of sheep fed the same diets. There were no effects ($P=0.155$ to 0.980) of GO on pH or concentration of ammonia-N and total lactate. Diet x GO interactions ($P=0.050$ to <0.001) were observed for most of the measured parameters. Total volatile fatty acid production was not affected by any dose of GO. Increasing doses of GO reduced linearly ($P<0.001$) methane production and molar proportion of acetate, whereas molar

proportions of propionate and butyrate were increased ($P<0.001$). The results indicate that GO may show different effects depending on the administered dose, substrate composition and microbial populations in the inoculum.

Keywords: garlic oil, methane, ruminal fermentation, diet

Tabla 1. Efectos de cinco dosis de aceite de ajo (0, 20, 60, 180 y 540 mg/L para CON, A20, A60, A180, A540, respectivamente) en pH, amoníaco, lactato, ácidos grasos volátiles (AGV) totales, proporciones molares (PM) de los principales AGV, metano y recuperación de hidrógeno (Rech) en cultivos no renovados de microorganismos ruminales en los que se incubaron dietas (300 mg) con un contenido medio (MC) y alto (AC) de concentrado durante 16 horas ($n = 4$).

Variable y dieta	Tratamiento					DEM ¹	Valor de P		
	CON	A20	A60	A180	A540		A	Dieta	A x Dieta
pH									
MC	6,63	6,66	6,64	6,67	6,65	0,027	0,155	0,001	0,253
AC	6,51	6,52	6,53	6,54	6,53				
Amoníaco (mg/L)									
MC	232	228	231	243	230	8,81	0,861	<0,001	0,849
AC	95,1	99,0	93,3	91,4	90,2				
Lactato (mg/L)									
MC	13,0	9,8	9,9	9,6	10,5	1,78	0,121	0,106	0,573
AC	9,9	10,1	9,0	9,4	7,5				
Total VFA (μmol)									
MC	2069	2068	2083	1993	1929	57,4	0,258	<0,001	0,451
AC	2196	2258	2233	2178	2203				
PM (μmol/100μmol)									
Acetato									
MC	62,9	62,5	60,8*	56,9*	54,7*	0,53	<0,001	<0,001	<0,001
AC	52,5	53,3	52,9	50,8*	47,9*				
Propionato									
MC	21,5	21,8	23,3*	25,6*	26,8*	0,60	<0,001	<0,001	0,057
AC	30,9	30,6	30,9	32,6*	35,0*				
Butirato									
MC	10,6	10,8	11,2*	12,4*	13,8*	0,29	<0,001	<0,001	<0,001
AC	14,0	13,5	13,5	14,0	14,5†				
Acetato:Propionato (μmol/μmol)									
MC	2,93	2,87	2,62	2,23	2,05	0,006	<0,001	<0,001	<0,001
AC	1,70	1,75	1,71	1,57	1,57				
Metano (μmol)									
MC	541	532	472*	316*	197*	22,0	<0,001	<0,001	0,001
AC	467	422*	424*	349*	179*				
Rech (%)									
MC	90,2	89,7	85,5†	75,6*	65,7*	2,61	<0,001	0,018	0,056
AC	92,2	84,4*	87,8	83,8*	71,2*				

*Para cada dieta y variable, las medias difieren de CON ($P<0,05$)

†Para cada dieta y variable, las medias difieren de CON ($P<0,10$)

¹ Desviación estándar de la media

ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE ADITIVOS ORGANOSULFURADOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE DIETAS DE DISTINTA DEGRADABILIDAD EMPLEANDO LIQUIDO RUMINAL DE CAPRINO

Martínez¹, G., Abecia¹, L., Martín-García¹, A.I., Soto¹, E. C., Molina-Alcaide¹, E., García-Pareja³, M. P., Ranilla², M.J. y Yáñez-Ruiz¹, D. R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada.

²IGM/Universidad de León, Departamento Producción Animal, 24071, León.

³DMC Research Center SL (Grupo DOMCA), Camino Jayena 18620, Alhendín, Granada.

gonzalo.martinez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La prohibición del uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación del ganado en Europa (Regulation, 2003) ha estimulado la búsqueda de compuestos alternativos. Existen numerosos productos con una gran potencial para modificar la fermentación ruminal, entre los que destacan los productos derivados del ajo. El ajo (*Allium sativum*) ha sido utilizado desde la antigüedad por sus efectos beneficiosos para la salud (Rivlin, 2006). Las especies del género *Allium* contienen gran cantidad de compuestos sulfurados con propiedades antimicrobianas (Koch y Lawson, 1996). Recientemente el uso de compuestos derivados del ajo ha despertado un gran interés como aditivos para manipular la fermentación microbiana (Kamel et al., 2008; Ruiz et al., 2010). Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora son variables y contradictorios, y los trabajos se restringen al ganado vacuno y ovino. Parte de esa variabilidad está relacionada con la naturaleza de la dieta que el animal recibe y, fundamentalmente, con su degradabilidad en el rumen (Hart et al., 2008). Además, el ecosistema microbiano del rumen de caprino presenta ciertas peculiaridades con respecto a los del vacuno y ovino (Kamra, 2005) por lo que cualquier intento de introducir aditivos en la dieta del ganado caprino requiere del estudio de sus efectos específicos en esta especie animal. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la adición de distintas cantidades de aditivos organosulfurados derivados del ajo, sobre la fermentación ruminal *in vitro* de dietas de distinta degradabilidad utilizando como inóculo líquido ruminal de caprino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon cultivos no renovados de microorganismos ruminales usando el sistema Ankom^{RF} Gas Production (Ankom, NY, EEUU) para incubar durante 24 h dos dietas a base de heno de alfalfa y un concentrado (1:1), que contenía habas y avena (dieta R) o torta de girasol y maíz (dieta L) como fuentes principales de proteína y almidón, respectivamente. Se realizaron tres series de incubaciones y en cada una se incubaron muestras (1g, 1mm) en frascos de vidrio de 310 ml de capacidad, con o sin aditivo, heno de alfalfa como estándar y un blanco. Los aditivos estudiados fueron PTS (propyl propane thiosulfinate), PTSO (propyl propane thiosulfonate), Diallyl disulfuro y Garlicon®, que se adicionaron a cuatro dosis (40, 80, 160 y 320 μ l/l). A cada frasco se le añadió 120 ml de un medio de cultivo compuesto por líquido ruminal filtrado y una disolución tampón (Menke and Steingass 1988) en una relación 1:3. El líquido ruminal se obtuvo de 3 cabras de raza granadina, canuladas en rumen y alimentadas a base de heno de alfalfa y avena. El contenido ruminal de cada animal se extrajo antes de la toma de alimento, se filtró a través de 2 capas de gasa bajo un flujo de CO₂ y se mezcló con la disolución tampón. Los frascos se mantuvieron en un baño a 39° C, se abrieron a las 24 h de incubación y se tomaron alícuotas del contenido de cada botella para analizar su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) mediante cromatografía de gases (Isac et al., 1994). La presión en los frascos se registró automáticamente y los valores se utilizaron para calcular el volumen total de gas producido mediante la fórmula $V=V_i^*P_{psi}^*0.068004084$. El análisis estadístico de los datos experimentales se realizó mediante un modelo univariante GLM del programa SPSS 19.0®. Las diferencias entre medias se establecieron utilizando el test DMS (P < 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de 320 μ l/l y 160 μ l/l de PTS disminuyó (P<0,001) la producción de gas a las 24 h promovida por ambas dietas (Tabla 1). La producción de AGV sólo disminuyó (P=0,039) con la dieta L a la dosis de 320 μ l/l, mientras que la proporción acético:propiónico no se vio afectada (P=0,786). El PTSO disminuyó (P<0,05) la producción de gas con la dieta L a las 24 h y a las dosis de 80, 160 y 320 μ l/l, lo que puede indicar su posible efecto antimicrobiano (Ruiz et al., 2010). La producción de AGV disminuyó (P=0,018) con la dieta L observándose un efecto de la dieta,

aunque no se observó interacción entre la dosis y la dieta ($P=0,112$). En cambio, la proporción acético:propiónico no se vio afectada ($P=0,844$). Ninguna de las dosis de Garlicon modificó la producción de gas a las 24 h, ($P=0,907$), ni la producción de AGV ($P=0,978$). La relación acético:propiónico tampoco se vio afectada ($P=0,978$). Por último, el diallil disulfuro, produjo un descenso ($P=0,043$) de la producción de gas promovida por ambas dietas a las dosis de 80, 160 y 320 $\mu\text{l/l}$, y no se observaron efectos sobre la producción de AGV ($P=0,674$) ni la proporción acético:propiónico ($P=0,700$), lo que contradice otras observaciones (Kamel et al., 2008), lo que se deba posiblemente a las diferentes dosis utilizadas. La interacción dieta-dosis fue significativa ($P<0,016$ y $P<0,021$, respectivamente para el PTS y PTSO) para la producción de gas. A su vez existió efecto del tipo de dieta sobre la producción de gas a las 24 horas en el PTS y PTSO ($P<0,001$), similar a lo descrito por Hart et al. (2008), siendo en la dieta L en la que se observó una mayor disminución. La producción de AGV no se vio afectada ($P>0,05$) por la adición de PTS, PTSO y diallil disulfuro a la dieta R. La adición de PTS y PTSO, por el contrario, disminuyó ($P<0,05$) la producción de AGV con la dieta L.

Estos resultados muestran que determinadas dosis de compuestos organosulfurados tienen el potencial de modificar la fermentación ruminal en caprino y que este potencial depende, en gran medida, de la dieta que el animal ingiera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● Hart K. J., Yáñez-Ruiz D. R., Duval S. M., McEwan N. R. & Newbold C. J. 2008. *Animal Feed Sci. and Technology* 147:8-35. ● Isac M. D., García M. A., Aguilera J. F. & Molina Alcaide E. 1994. *Archv. Tieremahr.* 46:37-50. ● Kamel C., Greathead H., Tejido M., Ranilla M. y Carro M. 2008. *Animal Feed Sci. and Technology* 145:351-363. ● Kamra D. N. 2005. *Current Sci.* Vol. 89, Nº 1. ● Koch H. y Lawson L. 1996. Maryland: Williams & Wilkins xv, 329p. ISBN. ● Menke, K. H. & Steingass, H. 1988. *Animal Research and Development*, 7 – 55. ● Regulation C. 2003. *Official Journal of the European Union* L 268. ● Rivlin R. 2006. *J. of Nutrition* 136:713S. ● Ruiz R., García M., Lara A. y Rubio L. 2010. *Veterinary Microbiology* 144:110-117.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto AGL2008AGL2008-04707-C02-01). G. Martínez agradece la concesión de una beca predoctoral del programa FPI 2009 del Ministerio de Ciencia e Innovación. También se agradece la ayuda técnica a J. Fernández, I. Jiménez y T. García.

ADDITION OF ORGANOSULPHUROUS ADDITIVES ON THE RUMEN IN VITRO FERMENTATION OF DIETS WITH DIFFERENT DEGRADABILITY USING RUMEN LIQUOR FROM GOATS

ABSTRACT: Different doses of 4 organosulphurous compounds were incubated *in vitro* for 24 hours in diluted goat's ruminal fluid with two experimental diets consisting of a 50:50 forage:concentrate mix, in which the main source of protein and energy differed in the concentrate: diet R (faba beans and barley) and diet L (corn and sunflower meal). Treatments were: control (no additive) and increasing concentrations (40, 80, 160 y 320 $\mu\text{l/l}$) of four organosulphurous compounds (PTS, PTSO, diallyl disulfide and Garlicon). The system used for gas production measure was the new automated *in vitro* system developed by Ankom[®]. The 24 hours gas production decreased ($P<0,05$) at the doses 160 $\mu\text{l/l}$ and 320 $\mu\text{l/l}$ for PTS, PTSO and the doses 80 $\mu\text{l/l}$, 160 $\mu\text{l/l}$ and 320 $\mu\text{l/l}$ for diallyl disulfide. Diet had an effect ($<0,001$) on gas production with PTS and PTSO after 24 hours incubation, as gas production was decreased in a higher extent with L diet. The VFA production decreased ($P<0,05$) only in PTS and PTSO with the L diet. Our results showed the potential of some organosulphurous compounds to manipulate rumen fermentation in goats and this potential depends on the nature of the diet.

Keywords: additives, goats, organosulphurous, rumen fermentation

Tabla 1. Efecto del PTS, PTSO, Alilil disulfuro y Garlicon sobre la producción de gas a las 24 horas, AGV totales y la proporción acético:propiónico a las 24 horas de incubación.

Aditivo	Dosis (µl/l)	Producción de gas, ml/24 h						AGV totales, mM						Acetato:Propionato											
		Dieta		Significación (P=)		Dieta		Significación (P=)		Dieta		Significación (P=)		Dieta		Significación (P=)		Dieta		Significación (P=)					
		R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D	R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D	R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D	R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D
PTS	0	150,0 ^a	155,2 ^a	2,12	<0,001	<0,001	0,016	31,4	32,4 ^a	0,51	0,511	0,039	0,103	3,52	3,33	0,10	0,997	0,786	0,728						
	40	150,7 ^a	146,5 ^a					31,3	33,0 ^a					3,40	3,56										
	80	152,6 ^a	134,3 ^{ab}					31,2	30,2 ^{ab}					3,34	3,26										
	160	143,8 ^{ab}	121,3 ^b					29,3	30,9 ^a					3,20	3,66										
	320	131,1 ^b	86,6 ^{bc}					30,1	23,4 ^b					3,29	2,95										
PTSO	0	150,0	155,2 ^a	1,77	<0,001	0,335	0,021	31,4	32,4 ^a	0,22	0,018	0,018	0,112	3,52	3,33	0,13	0,625	0,844	0,989						
	40	152,5	139,3 ^b					31,6	29,4 ^b					3,63	3,29										
	80	151,5	142,9 ^b					30,3	29,7 ^b					3,35	3,23										
	160	163,2	129,0 ^c					31,3	28,4 ^b					3,30	3,30										
	320	154,1	126,0 ^c					29,7	28,3 ^b					3,03	3,06										
Alilil disulfuro	0	150,0 ^{ab}	155,2 ^a	2,77	0,075	0,043	0,500	31,4	32,4	0,47	0,807	0,674	0,829	3,52	3,33	0,07	0,193	0,700	0,743						
	40	164,0 ^a	143,5 ^b					31,1	32,2					3,26	3,66										
	80	148,7 ^b	139,4 ^{bc}					31,4	29,6					3,20	3,50										
	160	145,2 ^{bc}	122,2 ^c					30,2	31,1					3,07	3,32										
	320	132,4 ^c	128,3 ^c					30,1	30,1					3,09	3,34										
Garlicon	0	150,0	155,2	2,49	0,144	0,907	0,554	31,4	32,4	0,57	0,352	0,978	0,997	3,52	3,33	0,10	0,503	0,978	0,942						
	40	146,2	145,1					31,5	33,2					3,45	3,64										
	80	155,9	148,0					31,9	32,8					3,48	3,72										
	160	157,7	143,3					31,9	32,3					3,47	3,68										
	320	160,5	141,2					32,3	33,7					3,47	3,67										

R: Dieta degradabilidad rápida, L: Dieta degradabilidad lenta, PTS: propyl propane thiosulfinate, PTSO: propyl propane thiosulfonate, SEM: error estándar de la media, D*D: Interacción dosis x dieta. Medias con superíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas en la misma columna ($P < 0.05$).

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CONCENTRADO POR BLOQUES MULTINUTRIENTES QUE INCLUYEN DESTRIOS DE INVERNADEROS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES EN CAPRINO

Romero-Huelva¹, M, Martín-García¹, A. I., Nogales¹, R. y Molina-Alcaide¹, E.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1, 18008 Granada

manuel.romero@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La producción de pequeños rumiantes en el área mediterránea se encuentra limitada por la escasez de pastos, siendo una práctica frecuente en el sector ganadero el uso de concentrados basados en cereales. En los últimos años se ha producido un aumento creciente de los precios de los cereales y otras materias primas (FAO, 2010), como consecuencia de las malas cosechas en los principales países productores, la creciente demanda de los países en vías de desarrollo, su uso para la producción de biocombustibles y la crisis financiera. Es esencial encontrar alternativas locales al uso de cereales en la alimentación del ganado. Los invernaderos del área mediterránea, entre los que predomina el cultivo del tomate, generan grandes cantidades de destrios (650.000 Tm) que podrían incorporarse a las dietas de rumiantes incluidos en bloques multinutrientes (Ben Salem y Nefzaoui, 2003; Molina-Alcaide et al., 2009, 2010). Los rumiantes juegan un papel importante en el cambio climático, contribuyendo aproximadamente con el 45% de las emisiones de metano, gas con mayor potencial de efecto invernadero (Steinfeld et al., 2006) que el CO₂. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la sustitución, en la dieta de caprino en mantenimiento, de un 50% de un concentrado comercial por bloques multinutrientes que incluyen destrios de tomate, o pepino sobre la fermentación ruminal, la producción de metano y la utilización de la energía y nutrientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuatro cabras de raza granadina (45,2 ± 2,15 kg PV), dotadas de cánula ruminal, se alimentaron a nivel de mantenimiento energético (Prieto et al., 1990) con una dieta constituida por heno de alfalfa y concentrado (Tabla 1) en la relación 1:1 (AC) o heno de alfalfa, concentrado y bloque, que incluía destrios de tomate o de pepino (dietas ACBI y ACBII, respectivamente). Además, se empleó una dieta en la que la mayor parte de los carbohidratos del bloque procedían de cebada grano (dieta ACBIII). Siguiendo un diseño en cuadrado latino 4 x 4 se estudió el efecto de la sustitución del 50% del concentrado por los bloques multinutrientes sobre la fermentación ruminal, la producción de metano y la utilización de los nutrientes. La ingesta de bloques fue de 200 ± 17,5 g de materia fresca/animal/día. Tras 25 días de adaptación a las dietas los animales se alojaron en jaulas individuales y durante 5 días se cuantificaron las cantidades de alimento consumido y rechazado y de heces y orina producidas para determinar la digestibilidad de nutrientes. Posteriormente, durante 2 días se midió la producción de metano utilizando cámaras individuales de metacrilato (1,80 x 1, 80 x 1,50 m; Yáñez Ruiz et al., 2008) y un analizador de gases ADM MGA3000 (Spurling Works, Herts, UK). La composición de las muestras de alimento, rehusos, heces y orina se analizó según los procedimientos de la AOAC (2005). El último día de cada experimento se tomaron muestras de contenido ruminal de los animales, se midió el pH y se tomaron alícuotas para el análisis de ácidos grasos volátiles (AGV) y N amoniacal (N-NH₃) siguiendo la metodología descrita en trabajos anteriores del grupo (Molina-Alcaide et al., 2009). El análisis estadístico de los datos se realizó según un modelo de medidas repetidas del procedimiento GLM, con el programa SPSS 15.0[®]. Las diferencias entre medias se establecieron mediante el test DMS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad aparente de la energía y de los nutrientes así como la energía digestible y la metabolizable de las distintas dietas (Tabla 2) eran similares (P ≥ 0,16), al contrario de lo observado por Ben Salem y Nefzaoui (2008), que encontraron diferencias en la disponibilidad de nutrientes entre dietas que incluían bloques con pulpa de tomate y dietas con bloques de subproductos del olivar. Estas diferencias pueden deberse a la composición en ingredientes de los bloques utilizados en estos estudios.

Tabla 1. Composición química de los ingredientes de las dietas experimentales (g/kg materia seca)

	Heno de alfalfa	Concentrado	Bloque I	Bloque II	Bloque III
MS, g/kg de materia fresca	918	925	906	908	898
MO	896	908	800	791	810
PB	155	183	149	149	143
FND	576	379	473	452	475
FAD	406	145	281	270	283
LAD	108	25	49	49	50
Extracto etéreo	9,00	27,1	5,06	3,84	3,76
EB, MJ/kg de MS	17,3	18,5	15,5	14,9	15,3

Tabla 2. Digestibilidad aparente de los nutrientes, utilización de la energía y parámetros de la fermentación ruminal en caprino alimentado con las dietas experimentales.

	Dieta ¹				P-valor	EEM ²
	AC	ACBI	ACBII	ACBIII		
Digestibilidad, %						
Materia seca	66,4	62,4	63,6	66,2	0,184	1,53
Materia orgánica	69,9	65,9	66,9	69,3	0,159	1,31
FND	56,9	58,3	57,2	59,2	0,915	1,23
FAD	54,9	49,1	58,5	59,1	0,653	5,07
LAD	26,2	30,3	33,8	32,9	0,963	2,68
Proteína	71,1	70,6	72,0	73,2	0,785	2,17
Energía	69,3	65,9	65,8	67,8	0,446	0,016
ED, MJ/kg materia seca	12,4	11,2	11,3	11,6	0,164	0,27
EM, MJ/kg de materia seca	10,4	9,61	9,54	9,67	0,295	0,30
pH	6,94	7,05	7,09	7,09	0,232	0,035
N-NH ₃ , mg/100ml	34,6	31,2	34,0	32,0	0,709	2,85
AGV, mmol/L	16,4 ^a	19,4 ^b	20,0 ^b	16,3 ^a	0,001	0,97
Acético	10,9 ^a	13,5 ^b	14,2 ^b	11,3 ^a	0,001	0,84
Propiónico	1,80 ^a	2,88 ^b	2,57 ^b	2,28 ^b	0,001	0,16
iso-butírico	0,57 ^b	0,85 ^b	0,69 ^b	0,30 ^a	0,019	0,016
Butírico	2,15 ^b	1,03 ^a	1,35 ^a	1,56 ^a	0,004	0,035
iso-valérico	0,69 ^a	0,87 ^b	0,85 ^b	0,61 ^a	0,002	0,016
Valérico	0,27	0,29	0,38	0,24	0,180	0,047
Acético/Propiónico	6,06 ^b	4,69 ^a	5,53 ^b	4,96 ^a	<0,001	0,072
CH ₄ , ml/g MS ingerida	29,3 ^c	18,5 ^a	25,4 ^b	28,2 ^c	<0,001	0,66

¹AC = heno de alfalfa y concentrado (1:1); ACBFI = heno de alfalfa, concentrado (1:0,5) y bloque con tomate; ACBII = heno de alfalfa, concentrado (1:0,5) y bloque con pepino; ACBIII = heno de alfalfa, concentrado (1:0,5) y bloque con cebada; ²Error estándar de la media

Los valores de pH y la concentración de N-NH₃ también resultaron similares (0.232 y 0.709, respectivamente) para las distintas dietas. Sin embargo el tipo de dieta determinó concentraciones diferentes ($P \leq 0,019$) de AGV totales, acético, propiónico, iso-butírico, butírico e iso-valérico, producción de CH₄ y relación acético/propiónico. Los valores de AGV, acético, e iso-valérico más altos correspondían a las dietas ACBI y ACBII. La concentración de propiónico presentó el valor más bajo ($P=0,001$) para la dieta AC en comparación con las otras 3; la de isobutírico mostró el valor más bajo ($P=0,019$) con la dieta ACBIII; el butírico era más abundante ($P = 0,004$) para la dieta AC. La relación acético/propiónico mostró valores mayores ($P<0,001$) para las dietas AC y ACBII en comparación con ACBI y ACBIII. Estos resultados indican un incremento de la fermentación microbiana ruminal en las cabras que recibían las dietas con bloques, coincidiendo con las observaciones de otros autores (Sudana y Leng, 1986; Doyle et al. 1988; Molina-Alcaide et al., 2009). La producción de metano se redujo en los animales alimentados con dietas que incluían destríos de tomate y

pepino siendo la reducción especialmente importante ($P < 0.001$) para los primeros (-36,8%) aunque las concentraciones de propiónico, un posible sumidero de H_2 , que podría competir con la formación de metano en el rumen, no eran diferentes para las dietas ACBI y ACBII. La sustitución de la mitad del concentrado en la dieta de caprino por bloques multinutrientes, que incluyen destríos de invernadero, no afecta a la utilización de nutrientes y de la energía de la dieta y modifica la fermentación ruminal, que resulta en una mayor concentración de AGV y una menor producción de metano lo que puede contribuir a reducir el impacto ambiental de la producción de caprino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA., 2005. 18th ed.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A. 2003. *Small Rum. Res.* 49:275-288.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A. 2008. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147:206-222.
- Doyle, P. T., Dove, H., Freer, M., Hart, F. J., Dixon, R. M., Egan, A. R. 1988. *J. Agric. Sci., Camb.* 111:503-511.
- FAO, Índice de Precios de los Alimentos. 2010. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/FoodPricesIndex/en/>.
- Molina-Alcaide, E., Pascual, M. R., Cantalapiedra-Hijar, G., Morales-García, E. Y. & Martín-García, A. I. 2009. *J. Anim. Sci.* 87:1321-1333.
- Molina-Alcaide, E., Morales-García, E. Y., Martín-García, A. I., Ben Salem, H., Nefzaoui, A., & Sanz-Sampelayo, M. R. 2010. *J. Dairy Sci.* 93:2076-2087.
- Prieto, C., Aguilera, J. F., Lara, L., & Fonollá, J. 1990. *Br. J. Nutr.* 63:155-163.
- Steinfield, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., & Rosales, M. 2006. Food & Agriculture Organization of the UN FA; 9251055718.
- Sudana, I.B., Leng, R.A. 1986. *Anim. Feed Sci. Technol.* 16:25-35.
- Yáñez-Ruiz, D. R., Hart, K.J., Martín-García, A. I., Ramos, S., and & Newbold, C. J. 2008. *Aust J Exp Agric.* 48:186-188.

Agradecimientos: trabajo financiado por la Junta de Andalucía (Proy. Excelencia P05-AGR-00408 y P07-RNM-02746). Gracias a J. Fernández y T. García por su ayuda técnica. Manuel Romero agradece al CSIC por la beca JAE-pre concedida.

EFFECT OF THE PARTIAL REPLACEMENT OF CONCENTRATE WITH FEED BLOCKS INCLUDING GREENHOUSE WASTES ON RUMINAL FERMENTATION AND NUTRIENT UTILIZATION IN GOATS

ABSTRACT

Ruminant's production in the Mediterranean area is limited by pastures scarcity and por quality. Concentrates based on cereals are frequently used to overcome that limitation but increase in cereals prices is driven the attention of ruminant nutritionist toward local alternatives. Greenhouse cultures are very important in that area and wastes could be an alternative to cereals in ruminants feeding. The effect of substituting 50% of concentrate in diet with feed blocks including wastes of tomato, or cucumber on energy and nutrients utilisation and on ruminal fermentation and methane emission was evaluated using 4 Granadina goats ruminally fistulated fed a diet based on alfalfa hay and concentrate (AC) or alfalfa hay, concentrate and feed blocks including tomato, cucumber or barley grain (diets ACBI, ACBII and ACBIII, respectively) in a 4 x 4 Latin square design. Neither the apparent digestibility nor the energy utilization ($P \geq 0.16$) was affected by the diet. Diet modified ($P \leq 0.019$) some ruminal fermentation parameters, showing an increase of the microbial activity with ACBI and ACBII diets. The CH_4 production was reduced by 36.8% with ACBI diet. In conclusion, 50% replacement of concentrate with feed blocks including greenhouse wastes did not affect energy and nutrient utilization but ruminal fermentation was modified toward higher VFA concentration and lower methane production, which can contribute to diminish the environmental impact of goats production.

Keywords: concentrate feed, feed blocks, methane, greenhouse wastes

COMPARACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA EN CABRAS LECHERAS MEDIANTE META-ANÁLISIS

G. Caja, X. Roca y A. K. K. Salama

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La alimentación supone uno de los costes más importantes en caprino lechero. Su importancia varía según el estado fisiológico, nivel de producción y sistema productivo utilizado, lo que determina las necesidades alimenticias y capacidad de ingestión de las cabras. Estos aspectos condicionan la densidad de la ración y, en consecuencia, el nivel de concentrado y precio de la ración. Por todo ello, resulta de gran interés poder predecir la cantidad de alimento que ingerirán voluntariamente las cabras lecheras, con la finalidad de optimizar el aporte de concentrado y los costes de producción del litro de leche.

El sistema del INRA (INRA, 1988, 2007) considera que la capacidad de ingestión de un animal depende de sus necesidades, mientras que la ingestibilidad de los alimentos depende de su composición, lo que se expresa como un valor relativo de llenado del alimento, medido en un animal de referencia y respecto a un forraje de referencia. La unidad de ingestibilidad (**UEm**, "unité encombrement mouton") se define como la ingestión voluntaria de materia seca (**IVMS**) de un heno de pradera (15% PB y 77% dMO) en ovinos estándar (carneros de raza Texel y 90 kg PV), de lo que resulta: 1 UEm = 75 g MS/kgPV^{0.75}. En condiciones españolas se consigue el mismo valor con carneros de raza Manchega (85 kg PV), o con ovejas secas, alimentados con heno de raigrás o alfalfa deshidratada de calidad media (Caja et al., 2002). Los valores de ingestibilidad en ovino han sido corregidos para otras especies y situaciones productivas (vacas lecheras, vacas de carne, bovinos en crecimiento y engorde, cabras lecheras), mediante las correspondientes ecuaciones de corrección. En el caso de las cabras lecheras, el INRA (1988, 2007) utiliza los valores de ingestibilidad de los forrajes obtenidos en vacas lecheras y, una cabra adulta de 60 kg PV produciendo 4 L/d de leche al 3.5% de grasa (IVMS = 120 g/kgPV^{0.75}), como animal de referencia. Estos valores no resultan aplicables a la mayor parte de los forrajes y las razas de cabras mediterráneas (30-50 kg PV y 1-3 L/d), por lo que resulta necesaria su validación.

Por otro lado, el sistema NRC (2007), para condiciones americanas, y Avondo et al. (2008), para condiciones italianas, han propuesto nuevas estimaciones para predecir la ingestión de cabras lecheras. Sin embargo, no se dispone de comparaciones entre ellas. Este trabajo tiene por objeto comparar las distintas ecuaciones de predicción para caprino lechero y su validación por medio de un meta-análisis, a partir de datos publicados disponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre ingestión de materia seca y lactación de cabras lecheras en las bases de datos PubMed y Science Direct. La búsqueda dio como resultado 125 artículos en soporte PDF, de los que se seleccionaron por su contenido 85 artículos que contenían 335 datos completos de ingestión de MS, producción y composición de leche (contenidos en grasa y proteína). Un estudio detallado de estos trabajos, llevó a desestimar por su heterogeneidad todos aquellos referentes a alimentación en pastoreo o con raciones de características extremas (v.gr. ausencia de forraje) o basadas en alimentos no convencionales (v.gr. paja de arroz). Los trabajos seleccionados proporcionaron un total de 282 datos, con un rango amplio de variación de los valores de ingestión (0.5-4.95 kg MS/d) y una distribución normal. La producción de leche se estandarizó al 3.5% de grasa: $PL_{3.5\%} = 0.162 \times [\%Grasa] + 0.432$. La eliminación de outliers ($n = 63$) configuró una muestra final de 219 datos correspondientes a cabras de 51.3 ± 0.7 kg PV (29.0-85.5), con $PL_{3.5\%}$ de 2.7 ± 0.4 L/d (0.4-6.2) y una ingestión de 2.22 ± 0.04 kg MS/d (0.8-3.5). Los valores a mantenimiento no fueron incluidos en los cálculos. Para la comparación de los modelos de

predicción se eligió en todos los casos una cabra de 50 kg PV, próxima a la media de los datos medios obtenidos en el meta-análisis. Dado que en el caso del NRC (2007) la única información disponible consistió en valores de tablas, se realizó un ajuste lineal ($R^2 = 0.81$) y cuadrático ($R^2 = 0.93$) de sus datos, eligiendo este último por su mayor correlación y ajuste medio. Los datos se analizaron con el paquete SAS 9.3.1 (SAS Inst. Inc., Cary, N. Carolina, USA), utilizando modelos de regresión de tipo lineal y paso-a-paso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de las predicciones de ingestión mostró importantes diferencias según la producción y el modelo utilizado (Figura 1), variando entre 0.3-0.8 kg MS/d (20-30%).

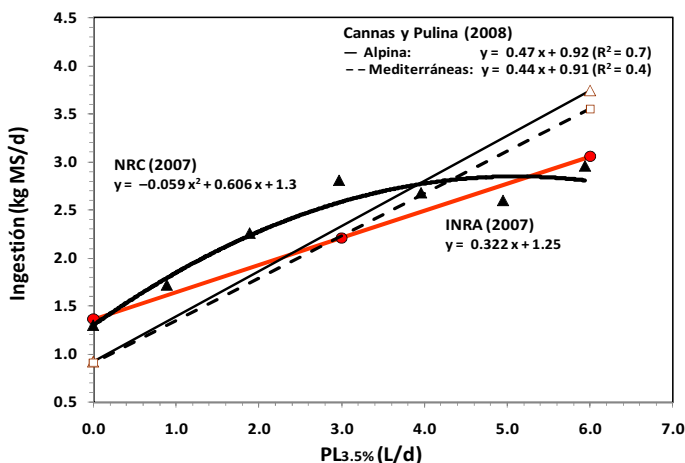


Figura 1: Comparación de modelos de predicción de la ingestión de cabras lecheras de 50 kg PV (●, INRA; ▲, NRC; □, Δ, Avondo et al., citado por Cannas y Pulina, 2008).

La mayor coincidencia entre modelos se observó para producciones medias (3-4 L/d) y la mayor discrepancia en las extremas (0 y 6 L/d). No se justificó la utilización de modelos diferentes para cabras Alpinas y mediterráneas, tal como propusieron Avondo et al. (2008), por lo que se decidió realizar la media de ambas predicciones. La regresión paso-a-paso para predecir IVMS (kg MS/d) a partir de $PL_{3.5\%}$ (L/d) y PV (kg), dio como resultado los siguientes modelos de predicción (\pm ESM):

- 1) Con la $PL_{3.5\%}$ ($R^2 = 0.69$; $P < 0.001$):

$$IVMS (\pm 0.099) = 1.233 (\pm 0.050) + 0.370 (\pm 0.017) \times PL_{3.5\%}$$

- 2) Con $PL_{3.5\%}$ y el PV ($R^2 = 0.76$; $P < 0.001$):

$$IVMS (\pm 0.075) = 0.553 (\pm 0.092) + 0.277 (\pm 0.018) \times PL_{3.5\%} + 0.018 (\pm 0.002) \times PV$$

La comparación de los datos de la revisión bibliográfica (media 2.216 ± 0.038 kg MS/d) con el modelo obtenido mediante el meta-análisis mostró un elevado ajuste y un pequeño error medio de predicción (-0.030 kg MS/d; -1.4%) que subestimó la ingestión, lo que resultó inferior a las subestimaciones obtenidas con los modelos de Avondo et al. (-0.092 kg MS/d; -4.2%) e INRA (-0.101 kg MS/d; -4.6%). Por el contrario, la predicción mediante el NRC sobreestimó la ingestión con un mayor error que las anteriores ($+0.185$ kg MS/d; $+8.3\%$). Pese resultar la predicción adecuada a mantenimiento ($PL_{3.5\%} = 0$) y a altos niveles de producción ($PL_{3.5\%} = 6$), las mayores diferencias entre los modelos del INRA y NRC se observaron en torno a los valores centrales de producción de leche. Lo contrario se observó con el modelo de Avondo et al. (2008).

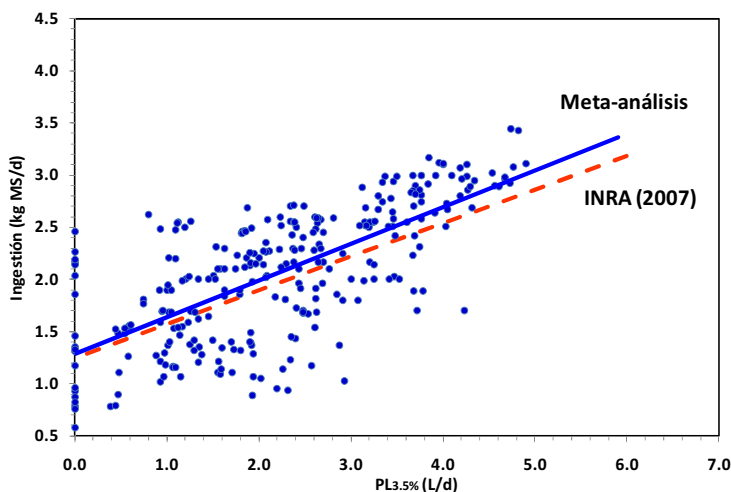


Figura 2: Comparación del modelo de predicción de la ingestión por meta-análisis y del INRA (2007) para cabras lecheras de 50 kg PV (—, Meta-análisis; ---, INRA; ●, datos).

En conclusión, el modelo de INRA (2007), aunque subestimó ligeramente la ingestión (~5%), fue el que mostró mayor coincidencia con los datos bibliográficos y los resultados del meta-análisis (Figura 2), por lo que se consideró válido para cabras de tipo mediterráneo. El resto de modelos resultó menos adecuado para predecir la ingestión en todo tipo de cabras lecheras y niveles de producción. El modelo del NRC (2007) tendió a sobreestimar la ingestión (~8%), lo que puede resultar especialmente inadecuado en la práctica al concluir que las cabras de alta producción consumen más forraje y necesitan menos concentrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avondo M., Biondi, L., Pagano, R.I., Bonanno, A., Lutri, L. 2008. En: *Dairy goats feeding and nutrition*. A. Cannas y J. Pulina (Eds.), CABI, Wallingford, Reino Unido, pp. 147-160
- Caja, G., Bocquier, F., Ferret, A., Gasa, J., Pérez-Oguez, L., Plaixats, J., Oregui, L. 2002. *Options méditerranéennes, serie B*, 42:9-36
- INRA, 1988. *Alimentation des bovins, ovins & caprins*, Ed. INRA, Paris, Francia
- INRA, 2007. *Alimentation des bovins, ovins & caprins*, Ed. Quae, Versailles, Francia
- NRC, 2007. *Nutrient requirements of small ruminants*. National Research Council, National Academies Press, Washington, USA.

A META-ANALYSIS FOR COMPARING DRY MATTER INTAKE PREDICTION MODELS IN DAIRY GOATS

ABSTRACT: Currently available models for dairy goats (INRA, 2007; NRC, 2007; Avondo et al., 2008) estimated dry matter intake (DMI) from body weight (BW) and milk yield (MY). A model comparison for similar BW showed marked differences in predicted DMI depending on MY (0 to 6 L/d). A meta-analysis of dairy goat intake data published in 125 papers indexed in PubMed and Science Direct was done, resulting in a total of 219 values normally distributed. Milk yield was standardized to 3.5% milk fat (MY_{3.5%}). Goat performances ranged from 29.0 to 85.5 kg BW, 0.4 to 6.2 L/d MY_{3.5%} and 0.8 to 3.5 kg DMI/d. Prediction models were (\pm SEM; $P < 0.001$):

$$\text{DMI} (\pm 0.099) = 1.233 + 0.370 \times \text{MY}_{3.5\%}; R^2 = 0.69$$

$$\text{DMI} (\pm 0.075) = 0.553 + 0.277 \times \text{MY}_{3.5\%} + 0.018 \times \text{BW}; R^2 = 0.76$$

The meta-analysis models showed the lowest error of prediction (-0.030 kg DM/d), being lower than those of the Avondo et al. (-0.092 kg DM/d) and INRA (-0.101 kg DM/d) models. On the contrary, the NRC overestimated intake (+0.185 kg DM/d).

Keywords: feed intake, dairy goat, lactation.

EFFECTO DE LA DOSIS DE CLORURO DE LITIO EN LA AVERSIÓN CONDICIONADA A HOJAS DE OLIVO EN CAPRINO

Manuelian, C.L., Albanell, E., Salama, A.A.K., y Caja, G.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

E-mail: elena.albanell@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes seleccionan su dieta entre una serie diversa de especies de plantas con estados de desarrollo y valor nutritivo muy variable. La selección está principalmente determinada por las necesidades nutritivas y por la presencia de compuestos tóxicos o antinutritivos en el alimento, pero otros aspectos, tales como el aprendizaje de las madres, la interacción con el rebaño y el entorno (Thorhallsdottir et al., 1987; Mirza y Provenza, 1994) o la aversión (Provenza, 1995; 1996), deben también ser considerados.

El cloruro de litio (LiCl) es un compuesto utilizado para crear aversión condicionada a alimentos, siendo seguro y efectivo, así como aceptado en relación al bienestar animal. Actúa a nivel del centro del vómito, generando sensación de náuseas que se asocia al alimento ingerido, lo que induce una aversión específica a éste (Provenza, 1995; 1996; Manuelian et al., 2010). El método tiene especial interés para su aplicación al pastoreo selectivo y como alternativa al uso de herbicidas en cultivos ecológicos (Manuelian et al., 2010). La dosis de LiCl propuesta en ovino y caprino se sitúa entre 150-200 mg/kg PV (du Toit et al., 1991; Egber et al., 1999). La aversión llega a mantenerse durante 9 meses y, en caso de olvido, puede restablecerse con una nueva dosis de LiCl (Burritt y Provenza, 1990; Doran et al., 2009). Sin embargo, según Gorniak et al. (2008), la persistencia de la aversión está condicionada a la posibilidad de escoger un alimento alternativo.

El objetivo de este trabajo fue determinar la dosis más adecuada de LiCl para crear una aversión intensa y persistente a la hoja de olivo, en presencia de una alternativa alimentaria de calidad, en cabras Murciano-Granadinas en condiciones de granja experimental.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el SGCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra, Barcelona), utilizando un total de 15 cabras Murciano-Granadinas de 1 año de edad, vacías y secas (27,0 kg \pm 0,8 kg PV) alimentadas mediante pastoreo en una pradera de ray-grass italiano (6 h/d) y complementadas, con festuca deshidratada ad libitum y acceso libre a agua y un bloque mineral, en el aprisco. Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Ética en Experimentación Animal y Humana de la UAB (CEEAH, ref. 998).

Inducción de la aversión: Las cabras se asignaron al azar a 3 grupos (5 cabras/grupo), alojados en jaulas individuales (1,10x2 m) para la aplicación de los tratamientos: Control (**C**), Aversión 1 (**AV1**, 175 mg LiCl/kg PV) y Aversión 2 (**AV2**, 200 mg LiCl/kg PV). La experiencia se realizó tras 1 semana de adaptación a las jaulas y según un procedimiento de ensayo de cafetería en el que las cabras de distintos tratamientos no tuvieron contacto visual. La alimentación consistió en festuca deshidratada ad libitum, ofrecida 1 vez/d. Cada mañana (10:00 h) se pesó y eliminó el residuo de festuca y se ofreció a cada cabra 100 g de hojas de olivo (alimento nuevo) durante 1 h y durante 3 d consecutivos. A continuación se les suministró la ración de festuca. El LiCl se aplicó mediante una pistola de desparasitación tras la ingestión de olivo del d 1. Las cabras del grupo C recibieron un placebo (agua) para igualar el efecto de la pistola. La ingestión de olivo se midió por diferencia de peso (ofrecido-rehusado) y se observó el comportamiento de ingestión. A los 9 d de inducir la aversión, a todas las cabras AV que consumían olivo (>10 g/d) se les administró una segunda dosis de LiCl. El d 10 las cabras fueron devueltas al rebaño, donde no tuvieron ya acceso a hojas de olivo hasta los ensayos de persistencia.

Persistencia de la aversión: Para ello se realizaron ensayos de cafetería ofreciendo durante 1 h/d, 100 g de olivo y 200 g de ray-grass verde de forma individual y simultánea, durante los d 4, 5, 6, 7 y 8 en las mismas jaulas. Los d 16, 24, 31, 38 y 53 el ensayo se realizó en el aprisco y durante 30 min, ofreciendo el olivo y la festuca en cajas separadas e inmovilizando las cabras en un cornadizo autoblocante. Durante los ensayos de persistencia no se administró LiCl.

Aversión en el campo: El d 59 se procedió a una prueba de simulación en condiciones de campo. Para ello se delimitó una parcela de 11x9 m en un campo de ray-grass, situando en el centro una rama de olivo vertical (altura, 1,8 m), con abundante presencia de hojas. Las cabras se introdujeron por grupos (AV2, AV1, C) sin contacto visual entre ellos y se grabó su comportamiento (30 min) mediante una cámara digital colocada fuera de la parcela.

El análisis estadístico se realizó utilizando el PROC MIXED de SAS v.9.1 (SAS Inst. Inc., Cary, N. carolina, USA), tanto en el experimento de aversión como en las pruebas de memoria. El modelo incluyó como factores: grupo, día, grupo x día y el error. Las diferencias entre medias se compararon mediante un test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 puede observarse como, tras la primera dosis de LiCl, las cabras AV dejaron de consumir hojas olivo. Las diferencias entre grupos demostraron el efecto de la dosis ($P < 0.05$) en la aversión condicionada. El comportamiento de ingestión de las cabras durante la inducción de la aversión mostró claras diferencias según grupos, así mientras las C consumieron rápidamente las hojas de olivo, las de los grupos AV evitaban el comedero, o bien olisqueaban la hoja de olivo y rehusaban consumirla.

Durante los ensayos de persistencia en condiciones de cafetería se observó que 4 cabras (80%) del grupo AV1 empezaron a consumir olivo a partir del d 3, aumentando el consumo posteriormente hasta el d 9 (Figura 1) en el que se realizó el refuerzo con LiCl. Por el contrario, sólo 1 cabra (20%) del grupo AV2 consumió olivo hasta el día 9, suministrándole también la dosis de refuerzo de LiCl. A pesar de ello, las diferencias de consumo entre grupos se mantuvieron hasta el d 53 (C, 89 ± 5 g; AV1, 22 ± 12 g; AV2, 9 ± 3 g; $P < 0.05$). Los resultados obtenidos coinciden con los de Burrit y Provenza (1990) con grano de trigo en corderos y Doran et al. (2009) con pámpanas de viña en ovejas. El patrón de incremento del consumo de hojas de olivo fue similar en AV1 y AV2, pero variable según individuos. Por el contrario, el grupo C consumió primero el olivo y después el ray-grass, mientras que en los otros grupos las cabras consumieron primero ray-grass y después olivo.

En el ensayo en campo experimental, las cabras AV2 prácticamente no hicieron caso de la rama de olivo y dedicaron $0:58 \pm 0:11$ min:s (3% del tiempo) a mordisquear o comer olivo. Ninguna cabra se levantó ni se apoyó en el olivo para acceder a las ramas altas. El grupo AV1 destinó $4:47 \pm 0:40$ min:s (16% tiempo) a comer olivo y se levantaron y apoyaron en la rama de olivo una media de 3 veces por animal. En el caso de las cabras C el tiempo dedicado a comer olivo fue $18:50 \pm 2:11$ min:s (63%), se levantaron y apoyaron en el olivo una media de 9 veces, hasta que sólo quedaron las hojas mas distales y altas, momento en que empezaron a perder interés por el olivo.

En conclusión, no se detectaron diferencias significativas entre la dosis 175 y 200 mg LiCl/kg PV respecto a la intensidad de aversión. Sin embargo, al comparar AV1 vs. AV2 por el número de animales que precisaron dosis de recuerdo (80 vs. 20%), el tiempo destinado al consumo de olivo (5 vs. 1 min) y las veces que se levantaron para comer ramas altas (3 vs. 0), se puede concluir que la dosis de 200 mg LiCl/kg PV fue la más efectiva para conseguir aversión condicionada a las hojas de olivo en cabras.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto AGL 2010-22178-C02-01.

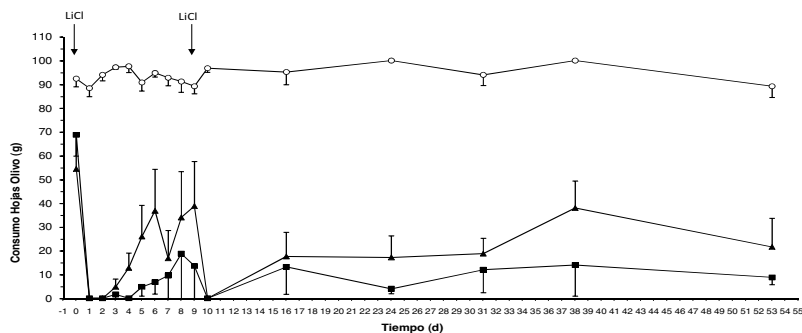


Figura 1: Efecto de la dosis de LiCl en el consumo de olivo (○, control; ▲, AV1; ■, AV2; ± ESM).

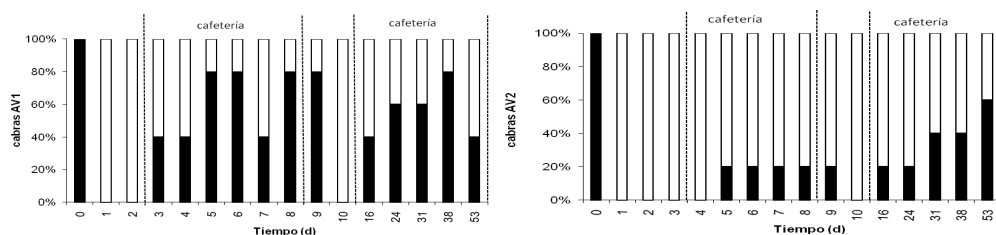


Figura 2: Cabras advertidas que consumieron hojas de olivo (□, no comieron; ■, si comieron).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Burritt, E.A, Provenza, F.D. 1990. *J. Anim. Sci.* 68:1003-1007 • Doran, M.P., George, M.R., Harper, J.H., Ingram, R.S., Laca, E.A., Larson, S., McGourty, G.T. 2009. *Proc. 60th EAAP pp.* 325 • Du Toit, J.T., Provenza, F.D., Nastis, A.S. 1991. *App. Anim. Behav. Sci.* 30:35-47 • Egber, A., Landau, S., Perevolotsky, A., Shlosberg, A., Belaich, M. 1999. *Options Mediterran.* 39:179-182 • Gorniak, S.L., Pfister, J.A., Lanzonia, E.C., Raspantini, E.R. 2008. *App. Anim. Behav. Sci.* 111:396-401 • Manuelian, C.L., Albanell, E., Salama, A.A.K., Caja, G. 2010. *App. Anim. Behav. Sci.* 128:45-49 • Mirza, S.N., Provenza, F.D. 1994. *J. Anim. Sci.* 72:899-902 • Provenza F.D. 1995. *J. Range Manag.* 4:2-17 • Provenza, F.D. 1996. *J. Anim. Sci.* 7:2010-2020 • Thorhallsdottir, A.G., Provenza, F.D., Balph, D.F. 1987. *App. Anim. Behav. Sci.* 18:327-340.

DOSE EFFECT OF LITHIUM CHLORIDE ON THE CONDITIONED AVERSION TO OLIVE LEAVES IN GOATS

ABSTRACT: To evaluate 2 doses of lithium chloride (LiCl) to induce aversion to olive tree leaves, a total of 15 dry and open Murciano-Granadina dairy goats were used. Does were randomly assigned to 3 experimental groups in which the intake of dry leaves of olive tree (novel feed) was measured with or without LiCl (175 or 200 mg/kg PV) individually dosed post intake. For aversion induction and first memory test, all the animals were individually penned during 10 d and fed tall fescue hay ad libitum. Aversion by LiCl took place on d 1 and on d 9. Aversion memory was evaluated in cafeteria tests of 1 h (d 4, 5, 6, 7, 8) and 30 min (d 16, 24, 31, 38 and 53). No more LiCl was given. Moreover, a memory test with a simulated olive tree in a rye-grass prairie was done on-field conditions. Olive tree leaf consumption in the averted groups was lower than in the control group ($P < 0.05$). Differences in individual behaviour were observed by treatment in pens and on field conditions. Use of LiCl was considered a useful tool for selective grazing and ecological bio-agriculture.

Key words: learning, lithium chloride, goats

INCLUSIÓN DE QUITOSANO EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS AL INICIO DE LA LACTACIÓN

García-Rodríguez, A., Mandaluniz, N., Arranz, J. y Goiri, I.
Neiker-Tecnalia. Granja Modelo Arkaute, 46, 01080 Vitoria-Gasteiz. E-mail:
aserg@neiker.net

INTRODUCCIÓN

El Reglamento del Parlamento y el Consejo de la UE número 1831/2003 estableció la prohibición del uso de los antibióticos como aditivos en alimentación animal a partir del 1 de Enero de 2006 (UE, 2003), debido al potencial desarrollo de resistencias a los antibióticos. Se ha estimado que la eliminación de los antibióticos incrementará los costes de producción en un rango del 3,5 al 5% (Cardozo et al., 2005), e implicará un aumento de los problemas medioambientales. Por lo tanto, se hace necesario buscar nuevas estrategias alimentarias que permitan mantener la eficacia productiva de los animales y reducir la emisión de contaminantes, sin que ello implique un aumento de los costes de producción o de trastornos digestivos en estos animales.

La quitina (poli- β -(1 \rightarrow 4)-N-acetil-D-glucosamina), biopolímero de fácil obtención, no tóxico, biodegradable y renovable, puede ser parcialmente desacetilado, de manera que cuando el producto resultante presenta un grado de acetilación menor del 50% se denomina quitosano. La acción antimicrobiana contrastada del quitosano (CHI) en ensayos *in vitro* (Goiri et al., 2009) y en animales (Goiri et al., 2010), que resulta en una mejora de la eficiencia de la fermentación ruminal, plantea la posibilidad de que estas moléculas puedan ser utilizadas para mejorar la respuesta productiva animal. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del quitosano sobre la producción lechera y la concentración de metabolitos sanguíneos en ovejas al inicio de la lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este experimento se utilizaron 24 ovejas multíparas de raza Latxa distribuidas en función de su nivel de producción lechera (1976 \pm 276 ml), peso vivo (67,5 \pm 8,5 kg) y días en lactación (16 \pm 9 días), en dos grupos asignados a dos concentrados experimentales: concentrado que contenía 1,2% de CHI (grado de desacetilación: > 95%; viscosidad: < 500 m Pa s; Trades S.A., Barcelona) expresado sobre materia seca (MS), o concentrado sin suplementar (control). La composición química de ambos piensos fue: 15% de proteína bruta, 5% de materia grasa, 23% de fibra neutro detergente y 10% de fibra ácido detergente. Las ovejas recibieron 840 g de MS al día de pienso repartido en dos tomas en el momento del ordeño de mañana y tarde. Además, las ovejas dispusieron de agua y heno hiebra a libre voluntad para lo que se ofertó heno de hiebra en cantidad suficiente para permitir un rechazo diario superior al 10%. Las ovejas permanecieron en estabulación permanente y se alojaron en idénticas condiciones en grupos diferentes.

El experimento tuvo una duración de 26 días, destinando los 15 primeros a la adaptación de las ovejas a la dieta, y los 10 últimos a la toma de medidas. Diariamente, y de forma individual, se midió la cantidad de concentrado ofertado y rechazado. La ingestión individual de materia seca (IMS) de heno de hiebra se determinó según el procedimiento descrito por Mayes et al. (1986). Desde 10 días antes hasta el final del periodo de medidas, se administró a los animales oralmente una dosis diaria en el momento del ordeño de mañana de 1,5 g de papel impregnado con dotriacantano (C₃₂). En los días 24-26 se tomaron muestras de heces del recto de los animales en los ordeños de mañana y tarde, que se agruparon por oveja al final del ensayo. La producción lechera se midió en ordeño de mañana y tarde los días 16-26. Se tomó una muestra de leche por oveja en ambos ordeños los días 17, 19, 24 y 26 para determinar el contenido en proteína bruta, grasa y lactosa. Se calculó la leche corregida a un 6,5% de grasa (LCG) siguiendo la fórmula propuesta por Pulina y Nudda (2002). Se extrajeron muestras de sangre los días 19, 23 y 25 por punción yugular dos horas después del ordeño, y se determinó su contenido en glucosa, ácidos grasos no esterificados (NEFA) y urea. Los animales se pesaron el día 1 y 26 del ensayo.

El efecto de la suplementación con CHI sobre la producción y composición lechera, y sobre los parámetros sanguíneos se analizó mediante un análisis de medidas repetidas, escogiendo aquella matriz de covarianza que resultó en el criterio bayesiano de Schwarz más bajo, y el efecto sobre la IMS y el peso se analizó mediante un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se recoge el efecto de la inclusión de CHI sobre la ingestión, la respuesta productiva y los metabolitos sanguíneos de ovejas al comienzo de lactación. La ingestión de CHI de las ovejas fue de 135 mg/kg de peso vivo que es la dosis en la que se ha encontrado en otros trabajos un cambio en la fermentación ruminal hacia rutas energéticamente más eficientes (Goiri et al., 2010). La suplementación con CHI resultó en una disminución del 9,3% de la IMS del heno de hierba ($P=0,035$), que a su vez implicó una disminución del 6,4% de la IMS total ($P=0,043$). Resultados similares se han descrito con vacas lecheras (Sauer et al., 1989) y en cebo de terneros (Goodrich et al., 1984) suplementados con monensina. Esta disminución de la IMS observada en el presente ensayo, y en particular la del heno de hierba, podría deberse a que la suplementación con CHI puede causar una disminución de la digestibilidad aparente de la fibra neutro detergente (Goiri et al., 2010).

Al comienzo de la lactación las necesidades energéticas de los animales crecen más rápidamente que su capacidad de ingestión, por lo que es prácticamente inevitable un estado de balance energético negativo. Por lo tanto, en el presente ensayo, como consecuencia de la disminución de la IMS habría sido esperable encontrar una menor producción lechera, y una mayor movilización de reservas corporales en aquellas ovejas que recibieron CHI. Esta reducción de la IMS total, no obstante, no implicó un cambio significativo ni de la producción lechera ni de la concentración de NEFA en sangre (Tabla 1). Una razón que podría justificar el mantenimiento de la producción lechera con una menor IMS, sin mediar una mayor movilización de reservas corporales, podría recaer en el incremento del 6,5% de la concentración de glucosa ($P=0,013$) en las ovejas que recibieron CHI. En rumiantes, los precursores para la síntesis de glucosa son fundamentalmente el ácido propiónico y los aminoácidos. En el presente ensayo, la inclusión de CHI resultó en un incremento del 8,9% de la concentración de urea en sangre ($P=0,038$) que podría reflejar un incremento del uso de aminoácidos en la gluconeogénesis. En este ensayo no se determinó la cantidad de proteína que llega al duodeno, pero en otros ensayos realizados con ovejas (Goiri et al., 2010), se observó como consecuencia de la inclusión de CHI una disminución de la concentración de NH_3 y de los ácidos grasos volátiles ramificados en el rumen, estando ambos factores relacionados con una menor degradabilidad de la proteína y de los aminoácidos en el rumen (Chalupa et al., 1980), lo que podría justificar una mayor disponibilidad de aminoácidos para la gluconeogénesis. Resultados similares se han descrito con vacas lecheras suplementadas con antibióticos ionóforos (Schelling, 1984). Además, el incremento en la concentración de glucosa observado al incluir CHI en la dieta es consistente con el mecanismo de acción del CHI a nivel ruminal. En otros estudios (Goiri et al., 2010), se ha encontrado que la suplementación con CHI comportaba un cambio en los patrones de fermentación hacia rutas energéticas que resultaban en una mayor producción de ácido propiónico.

El efecto combinado de una reducción de la IMS con un ligero incremento del 3,9% de la producción lechera o de un 5,9% de la LCG justificaría el incremento de la eficiencia de la transformación de producto ingerido en producto final (Tabla 1). Por lo tanto, la inclusión de CHI en la dieta de ovejas al comienzo de lactación tiene potencial para incrementar la productividad de los animales al mantener el nivel productivo de los animales con un menor nivel de ingestión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardozo, P. W., Casamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C. 2005. *J. Anim. Sci.* 83: 2572-2579. • Chalupa, W., Corbett, W., Brethour, J. R. 1980. *J. Anim. Sci.* 51: 170-179. • Goiri, I., Oregui, L. M., Garcia-Rodriguez, A. 2009. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151: 215-227. • Goiri, I., Oregui, L. M., Garcia-Rodriguez, A. 2010. *J. Anim. Sci.* 88: 749-755. • Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D. R., Kirick, M. A., Larson, D. A., Meiske, J. C. 1984. *J. Anim. Sci.* 58: 1484-1498. • Mayes, R. W., Lamb, C. S., Colgrove, P. M. 1986. *J. Agric. Sci.* 107: 161-170. • Pulina, G., Nudda, A. 2002. Milk production. In: Dairy Sheep Feeding and Nutrition. p 11-27. Avenue Media, Bologna, Italy. • Sauer, F. D., Kramer, J. K. G., Cantwell, W. J. 1989. *J. Dairy. Sci.* 72: 436-442. • Schelling, G. T. 1984. *J. Anim. Sci.* 58: 1518-1527.

Tabla 1. Efecto de la inclusión de quitosano sobre la ingestión, respuesta productiva y metabolitos sanguíneos de ovejas al comienzo de lactación (n = 24)

Item ³	Tratamiento ¹		EEM	P ²
	Control	CHI		
IMS, kg/d				
Total	2,64	2,47	0,070	0,043
Heno hierba	1,83	1,66	0,064	0,035
Concentrado	0,81	0,80	0,014	0,826
Producción lechera, g/d				
Leche	1940	2016	125,1	0,544
6,5% LCG	1865	1976	115,6	0,342
Grasa	118,1	126,9	8,16	0,283
Proteína	84,12	88,5	4,34	0,315
Lactosa	99,2	102,0	6,05	0,653
Composición, %				
Grasa	6,07	6,34	0,292	0,368
Proteína	4,35	4,40	0,099	0,612
Lactosa	5,10	5,07	0,052	0,483
Peso vivo, kg				
Inicial	70,7	70,5	3,51	0,946
Final	70,3	69,1	3,43	0,744
Metabolitos sanguíneos				
Glucosa, mg/dL	55,7	59,3	1,37	0,013
NEFA, mEq/L	0,26	0,26	0,019	0,971
Urea, mg/dL	44,8	48,8	1,89	0,038
Eficiencia aparente, g/kg				
Producción lechera/IMS	721	812	41,7	0,055
6,5% LCG/IMS	703	796	32,2	0,045

¹ Concentrado suplementado con 0 (control) o 1,2% de quitosano (CHI) sobre material seca.

² Probabilidad de un efecto significativo como consecuencia de la inclusión de quitosano.

³ IMS: ingestión de materia seca; LCG: leche corregida a un contenido de 6,5% de grasa; NEFA: ácidos grasos no esterificados.

INCLUSION OF CHITOSAN IN THE DIET OF DAIRY EWES IN EARLY LACTATION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of CHI supplementation on production performance and blood parameters in dairy ewes. Twenty four multiparous Latxa dairy ewes before peak lactation were divided into two groups of 12 animals each. Animals were fed with one of two experimental concentrates, control or supplemented with 1.2% CHI on DM basis. Animals had also free access to tall fescue hay, water and mineral salts. The experimental period lasted for 25 d, of which the first 14 d were for treatment adaptation and the last 11 d for measurements and samplings. Supplementation with CHI decreased total (P = 0.043) and fescue (P = 0.035) DMI, but did not affect concentrate DMI. Supplementation with CHI, moreover, increased plasma glucose (P = 0.013) and blood urea nitrogen concentrations (P = 0.038), but did not affect those of NEFA. Dietary supplementation with CHI, however, did not affect milk yield, 6.5% fat corrected milk (FCM), milk composition or BW, but it improved dietary apparent efficiency by increasing the ratio milk yield/DMI (P = 0.055) and 6.5% FCM/DMI (P = 0.045). In conclusion, dietary supplementation of chitosan maintained animal performance while reduced feed intake and improved dietary apparent efficiency.

Keywords: chitosan, antimicrobial, milk production, efficiency.

SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE GIRASOL Y TANINOS: 1. EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL, EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LOS ANIMALES Y LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Toral, P.G., Hervás, G., Bichi, E., Belenguer, A., Frutos¹, P.
Instituto de Ganadería de Montaña (IGM). CSIC-Universidad de León
Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León
¹Correo electrónico: p.frutos@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

Algunos trabajos han propuesto que la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con taninos podría ser una buena estrategia para modificar el perfil lipídico de la leche, aumentando los contenidos de ácido vaccénico y linoleico conjugado (CLA) y haciéndolo así potencialmente más saludable para los consumidores (Vasta et al., 2009). Esto se lograría gracias a la modificación del ambiente ruminal y, con ello, del proceso de biohidrogenación de los ácidos grasos de la dieta en el rumen (Khiaosa-Ard et al., 2009).

No obstante, antes de centrarse específicamente en la posible mejora de la composición de la grasa de la leche, sería preciso comprobar que la inclusión de taninos en la dieta no afecta negativamente al rendimiento productivo de los animales. De lo contrario, ninguna estrategia podría llegar a ser aplicable en la práctica y, menos aún, en momentos tan complicados para el sector ganadero como, por ejemplo, el que se está viviendo en la actualidad.

Por lo tanto, este estudio se planteó con el objetivo de analizar el efecto de la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de girasol y una combinación de dos extractos enológicos de taninos condensados e hidrolizables (TC y TH) sobre el rendimiento productivo de los animales y la composición de la leche. El aceite de girasol se incluyó con el objetivo de aumentar el aporte de ácido vaccénico al rumen y, con ello, el contenido en la leche de este ácido graso y de CLA, tal y como habíamos comprobado en diversos estudios previos (e. g., Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 14 ovejas de raza assaf, hacia la mitad de la lactación (semana 13 al inicio del experimento), que fueron distribuidas en función de su peso vivo ($92,5 \pm 2,86$ kg), producción de leche, días posparto y número de lactación en 2 tratamientos denominados control (C) y taninos (TAN).

Todos los animales recibieron ad libitum una dieta mixta completa basada en heno de alfalfa y un concentrado (relación F:C 40:60; PB= 173 y FND= 256 g/kg MS), sin ninguna suplementación, durante un periodo de adaptación de 15 días. A continuación, durante los siguientes 28 días, las ovejas recibieron la misma dieta suplementada con 20 g de aceite de girasol/kg MS y 0 (C) o 10 (TAN) g/kg MS de una mezcla proporcional de dos extractos de TC y TH (derivados del quebracho y del castaño, respectivamente).

Los animales se ordeñaron dos veces al día (aprox. a las 8.30 y 18.30 h) y la ingestión de alimento se controló diaria e individualmente. Los días 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 y 27 del experimento se registró la producción de leche individualmente en cada uno de los dos ordeños y se recogió una muestra de cada animal, proporcional a la producción de la mañana y de la tarde, para determinar su contenido de grasa, proteína y extracto seco mediante espectrofotometría de infrarrojos.

El día 28 se tomaron muestras del fluido ruminal de cada oveja, mediante sonda esofágica, se midió su pH y se analizaron sus contenidos de amoníaco y lactato, por colorimetría, y de ácidos grasos volátiles, por cromatografía. Por último, los animales se pesaron al inicio y al final del experimento.

El efecto del tratamiento de la dieta (D) y el del tiempo (T) se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo, utilizando como covariable los datos obtenidos en el día 0 y anidando los animales al tratamiento. Los parámetros de fermentación ruminal

se analizaron mediante análisis de varianza de una vía. En todos los casos se utilizó el procedimiento MIXED del SAS 9.1 (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de taninos a la dieta no afectó significativamente ni a la ingestión de alimento, ni a la variación de peso vivo, ni a la producción y composición de la leche (ver Tabla 1). Aunque los datos existentes al respecto son sumamente variables y en ocasiones incluso contradictorios (ver, por ejemplo, Wang et al., 1996 y Molle et al., 2009), es muy probable que estas diferencias sean debidas a la dosis y al tipo de taninos utilizados.

Tabla 1.- *Ingestión de materia seca (MS), variación de peso vivo (PV) y producción y composición de la leche de ovejas alimentadas con una ración completa que contenía 20 g/kg MS de aceite de girasol, sin (C) o con un suplemento adicional de 10 g/kg MS de una mezcla de extractos de taninos condensados e hidrolizables (TAN).*

	Tratamiento			Nivel de significación (P)		
	C	TAN	eed	D	T	DxT
Ingestión de MS (kg/d)	2,48	2,62	0,109	ns	*	ns
Variación de PV (kg)	0,8	1,6	1,65	ns	-	-
Producción (g/d)						
Leche	1802	1878	64,8	ns	**	ns
Grasa bruta	103,3	105,5	6,71	ns	***	ns
Proteína bruta	86,7	90,4	3,53	ns	***	ns
Extracto seco	291,5	302,2	11,09	ns	***	ns
Composición (%)						
Grasa bruta	5,61	5,72	0,246	ns	***	ns
Proteína bruta	4,82	4,85	0,090	ns	***	ns
Extracto seco	16,13	16,08	0,271	*	***	ns

eed, error estándar de la diferencia; D, efecto de la dieta; T, efecto del tiempo; DxT, efecto de la interacción dieta x tiempo.

ns= no significativo ($P>0,10$); *= $P<0,05$; **= $P<0,01$; ***= $P<0,001$.

Tabla 2.- *Parámetros de fermentación ruminal de ovejas alimentadas con una ración completa que contenía 20 g/kg MS de aceite de girasol, sin (C) o con un suplemento adicional de 10 g/kg MS de una mezcla de extractos de taninos condensados e hidrolizables (TAN).*

	Tratamiento			P
	C	TAN	eed	
pH	6,76	6,76	0,089	ns
Amoniaco (mg/L)	184,8	169,4	21,60	ns
Lactato (mmol/L)	1,03	1,12	0,092	ns
AGV totales (mmol/L)	110,7	105,4	6,81	ns
Proporciones molares (mol/mol)				
Acetato	0,60	0,63	0,013	ns
Propionato	0,19	0,17	0,021	ns
Butirato	0,18	0,17	0,016	ns
Otros*	0,03	0,03	0,003	ns
Ratio acetato:propionato	3,41	3,79	0,393	ns

eed, error estándar de la diferencia; P, nivel de significación estadística. ns, no significativo ($P>0,05$).

* Suma de isobutirato, isovalerato, valerato y caproato.

Tampoco los parámetros de fermentación ruminal estudiados (Tabla 2) se vieron afectados por la inclusión de taninos; ni siquiera la concentración de amoníaco que, generalmente, es el indicativo más evidente del efecto de estos polifenoles sobre la proteólisis en el rumen. Estos resultados serían atribuibles fundamentalmente a la baja dosis de taninos, aunque es posible que también al tipo (Frutos et al., 2004). Se sabe, por último, que la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de girasol (incluso a dosis bastante más elevadas) no tiene efectos negativos sobre la fermentación (Hervás et al., 2008).

En conclusión, la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de girasol (2%) y una combinación de dos extractos de TC y TH (1%) no ejerce ningún efecto negativo aparente sobre la fermentación ruminal, el rendimiento productivo de los animales y la composición de la leche. Por lo tanto, si se demostrara que es una herramienta útil para modificar el perfil lipídico de la leche, podría emplearse sin perjuicio de la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., 2004. *Aust. J. Agric. Res.* 55, 1125-1132.
- Hervás, G.; Luna, P.; Mantecón, A.R.; Castañares, N.; de la Fuente, M.A.; Juárez, M.; Frutos, P. 2008. *J. Dairy Res.* 75, 399-405.
- Khiaosa-Ard, R., Bryner, S.F., Scheeder, M.R.L., Wettstein, H.R., Leiber, F., Kreuzer, M., Soliva, C.R. 2009. *J. Dairy Sci.* 92, 177-188.
- Molle, G., Decandia, M., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Fois, N., Sitzia, M. 2009. *Livest. Sci.* 123, 138-146.
- SAS. 2003. SAS/STAT User's Guide: Statistics, Version 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC (EE. UU.).
- Toral, P.G.; Frutos, P.; Hervás, G.; Gómez-Cortés, P.; Juárez, M., de la Fuente, M.A. 2010. *J. Dairy Sci.* 93, 1604-1615.
- Vasta, V., Makkar, H.P.S., Mele, M., Priolo, A. 2009. *Brit. J. Nutr.* 102, 82-92.
- Wang, Y., Waghorn, G.C., McNabb, W.C., Barry, T.N., Hedley, M.J., Shelton, I.D., 1996. *J. Agr. Sci.* 127, 413-421.

SUPPLEMENTATION OF THE DIET OF DAIRY EWES WITH SUNFLOWER OIL AND TANNINS: 1. EFFECT ON RUMINAL FERMENTATION, ANIMAL PERFORMANCE AND MILK COMPOSITION

ABSTRACT: Fourteen Assaf ewes in mid lactation were used to examine the effect of the addition of a mixture of two commercial extracts of condensed and hydrolysable tannins to a diet containing sunflower oil, on animal performance, milk yield and composition, and ruminal fermentation. All sheep received a total mixed ration based on alfalfa hay and a concentrate (F:C 40:60), supplemented with 20 g of sunflower oil/kg dry matter (DM) plus 0 (Control) or 10 (TAN) g of tannins/kg DM. Milk production and composition was analysed on days 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, and 27 on treatments. Neither DM intake nor milk- or its component-yield was affected by the TAN treatment ($P>0.10$). Similarly, the addition of the extract of tannins to a sunflower oil-containing ration did not affect ruminal fermentation parameters (pH, and lactate, ammonia, and total VFA concentrations) measured after 28 days on experimental diets. Probably the dose (10 g/kg DM), the type of tannins (a proportional mixture of quebracho CT and chestnut HT extracts) or both were responsible for the lack of significant effects.

If these tannins were proved to favourably modify ruminal biohydrogenation of dietary fatty acids and, consequently, milk fat composition, they could be used in dairy ewe feeding without impairing the productivity.

Keywords: chestnut, quebracho, rumen, sheep.

SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS CON ACEITE DE GIRASOL Y TANINOS: 2. EFECTO SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO DE LA LECHE

Toral, P.G., Hervás, G., Bichi, E., Belenguer, A., Frutos¹, P.
Instituto de Ganadería de Montaña (IGM). CSIC-Universidad de León
Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León
¹Correo electrónico: p.frutos@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (CLA) de la leche deriva mayoritariamente de la desaturación del *trans*-11 18:1 (ácido vaccénico; VA) a *cis*-9 *trans*-11 CLA (ácido ruménico; RA) en la glándula mamaria (Shingfield et al., 2003). Por lo tanto, una estrategia nutricional que aumente la acumulación ruminal de VA y, con ello, su flujo a la mama, resultaría muy eficaz para conseguir niveles altos de RA en la leche. En este sentido, algunos trabajos recientes han mostrado que los taninos pueden inhibir el último paso de la biohidrogenación ruminal in vitro e impedir la reducción del VA a 18:0, con aumentos además muy limitados del *trans*-10 18:1 (Khiaosa-Ard et al., 2009; Vasta et al., 2009).

De ser así en las ovejas lecheras, podría plantearse la hipótesis de que la suplementación de una dieta rica en ácido linoleico (como sustrato para la formación de VA en el rumen) con taninos aumentaría aún más el contenido de CLA de su leche.

Este estudio se planteó, por tanto, con el objetivo de analizar el efecto de la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de girasol (2%) y una combinación de extractos enológicos de taninos condensados e hidrolizables (1%) sobre el perfil lipídico de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tal y como se describe en el artículo anterior, se utilizaron 14 ovejas de raza assaf distribuidas en 2 lotes homogéneos, correspondientes a los 2 tratamientos experimentales: control (C) y taninos (TAN).

Todos los animales recibieron ad libitum la dieta mixta completa (relación F:C 40:60) descrita en el estudio previo y suplementada con 20 g de aceite de girasol/kg MS más 0 (C) o 10 (TAN) g/kg MS de una mezcla 50:50 de dos extractos de taninos condensados e hidrolizables (derivados del quebracho y del castaño, respectivamente).

Los animales se ordeñaron 2 veces al día (aprox. a las 8.30 y 18.30 h). Los días 0, 3, 6, 12, 18 y 27 del experimento se recogió una muestra de la leche producida por cada lote, proporcional a la producción de cada animal en los ordeños de la mañana y de la tarde, para analizar su perfil lipídico mediante cromatografía de gases (Shingfield et al., 2003).

El efecto del tratamiento de la dieta (D) y el del tiempo (T) se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo, utilizando como covariable los datos obtenidos en el día 0 y anidando los datos de cada lote al tratamiento. Para ello se utilizó el procedimiento MIXED del SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de taninos en una dieta rica en aceite de girasol no afectó significativamente a la concentración de los principales grupos de ácidos grasos (AG) de la leche (i. e., saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) y tuvo efectos muy limitados sobre el contenido individual de cada AG (ver tabla 1). Aunque se ha observado que en vacas u ovejas alimentadas con leguminosas ricas en taninos estos compuestos podrían ser responsables de variaciones de la extensión de la biohidrogenación de los AG con 18 carbonos (Turner et al., 2005, Cabiddu et al., 2009), el tratamiento TAN no afectó al enriquecimiento en VA y RA más allá de los aumentos relativamente altos (en torno al 250%) conseguidos con la utilización de aceite de girasol (ver figura 1).

Tal y como se ha comprobado en estudios previos (e. g., Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010), dicho aceite sería el responsable de la mayor parte de los cambios temporales en el perfil lipídico de la leche, caracterizados por la reducción de los AG saturados de cadena corta y media (e. g., 12:0 y 16:0, potencialmente negativos para la salud), el aumento de

muchos insaturados con 18 C y el mantenimiento de los bajos niveles de *trans*-10 18:1.

Tabla 1. Perfil parcial de ácidos grasos (AG; g/100 g AG totales) de la leche de ovejas alimentadas con una ración completa que contenía 20 g/kg MS de aceite de girasol, sin (C) o con un suplemento adicional de 10 g/kg MS de una mezcla de extractos de taninos condensados e hidrolizables (TAN).

	Dieta		eed	Nivel de significación		
	C	TAN		D	T	DxT
4:0	5,45	5,66	0,118	ns	***	ns
6:0	3,49	3,59	0,223	ns	**	ns
8:0	3,00	3,00	0,263	ns	***	ns
10:0	8,60	8,31	0,702	ns	***	ns
12:0	4,05	4,14	0,251	ns	*	ns
14:0	10,52	10,17	0,181	t	ns	ns
15:0	0,73	0,67	0,050	ns	t	ns
16:0	22,01	21,13	0,626	ns	*	ns
17:0	0,43	0,38	0,022	*	***	ns
18:0	7,62	7,92	0,516	ns	ns	ns
20:0	0,18	0,18	0,009	ns	***	ns
21:0 ^a	0,05	0,05	0,001	ns	***	ns
<i>cis</i> -9 14:1	0,22	0,19	0,010	*	*	t
<i>cis</i> -9 16:1 ^b	1,13	1,06	0,037	t	ns	t
<i>trans</i> -9 16:1	0,37	0,31	0,080	ns	t	ns
<i>cis</i> -9 18:1 ^c	15,88	15,27	0,649	ns	***	ns
<i>cis</i> -11 18:1	0,52	0,50	0,029	ns	ns	ns
<i>cis</i> -12 18:1	0,47	0,50	0,034	ns	ns	ns
<i>cis</i> -13 18:1	0,08	0,08	0,004	ns	**	ns
<i>cis</i> -15 18:1	0,09	0,09	0,003	ns	**	ns
<i>cis</i> -16 18:1	0,07	0,07	0,005	ns	***	t
<i>trans</i> -4 18:1	0,02	0,02	0,001	ns	ns	ns
<i>trans</i> -5 18:1	0,01	0,01	0,001	ns	**	ns
<i>trans</i> -6, -7, -8 18:1	0,35	0,35	0,023	ns	t	ns
<i>trans</i> -9 18:1	0,43	0,43	0,018	ns	ns	*
<i>trans</i> -10 18:1	0,72	0,68	0,092	ns	ns	ns
<i>trans</i> -11 18:1 (VA)	4,01	4,09	0,352	ns	*	ns
<i>trans</i> -12 18:1	0,67	0,70	0,032	ns	t	ns
<i>trans</i> -16 18:1 ^d	0,40	0,41	0,026	ns	***	*
<i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 18:2	1,92	2,00	0,081	ns	***	ns
<i>cis</i> -9 <i>trans</i> -12 18:2	0,10	0,09	0,006	ns	***	ns
<i>trans</i> -9 <i>cis</i> -12 18:2	0,04	0,04	0,002	ns	ns	ns
<i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11 CLA (RA) ^e	2,15	2,07	0,216	ns	*	t
<i>trans</i> -11 <i>trans</i> -13 CLA	0,04	0,04	0,003	ns	***	ns
<i>trans</i> -12 <i>trans</i> -14 CLA	<0,01	<0,01	0,001	ns	ns	ns
otros <i>trans-trans</i> CLA	<0,01	0,01	0,001	t	***	ns
<i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15 18:3	0,31	0,33	0,015	ns	***	ns

eed, error estándar de la diferencia; D, efecto de la dieta; T, efecto del tiempo; DxT, efecto de la interacción dieta x tiempo. ns=P>0,10; t=P<0,10; *=P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001.

^aContiene *trans*-10 *cis*-12 CLA como componente minoritario. ^bCoeluye con 17:0 *anteiso*. ^cContiene *trans*-13, -14, -15 y *cis*-10 18:1 como componentes minoritarios. ^dCoeluye con *cis*-14 18:1. ^eContiene *trans*-7 *cis*-9 CLA y *trans*-8 *cis*-10 CLA como componentes minoritarios (≤8%).

Los resultados sugieren que el tipo y la dosis de taninos utilizados fueron ineficaces o insuficientes para afectar de forma significativa a la biohidrogenación ruminal, lo que coincide con lo observado en vacas lecheras que recibían un extracto de taninos condensados de quebracho (0,67% MS; Benchaar y Chouinard, 2009). Las limitaciones de

la extrapolación de los resultados in vitro a las condiciones in vivo también podrían contribuir a explicar por qué el efecto potencialmente inhibitorio de los taninos sobre el último paso de la biohidrogenación ruminal (Khiaosa-Ard et al., 2009; Vasta et al., 2009) no tuvo repercusión aparente sobre el perfil lipídico de la leche.

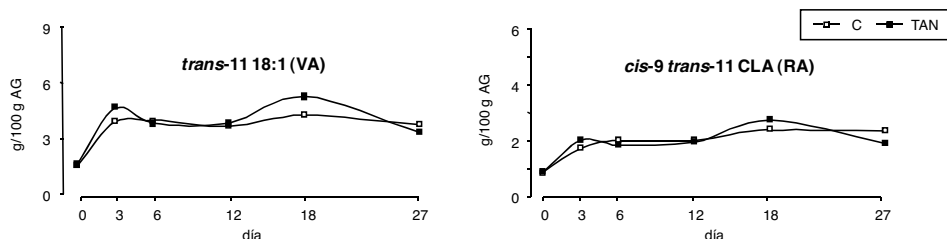


Figura 1.- Evolución del contenido de trans-11 18:1 (VA) y cis-9 trans-11 CLA (RA) a lo largo del experimento.

En conclusión, la adición de una combinación de dos extractos de taninos condensados e hidrolizables (1%) a una dieta rica en aceite de girasol (2%), no modificó el perfil lipídico de la leche más allá de las mejoras conseguidas con el uso de este aceite vegetal, lo que pudo ser debido a la baja dosis empleada o al tipo de taninos. En cualquier caso, ambos supuestos obligarían a rechazar la hipótesis inicial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benchaar, C., Chouinard, P.Y., 2009. *J. Dairy Sci.* 92, 3392-3396.
- Cabiddu, A., Molle, G., Decandia, M., Spada, S., Fiori, M., Piredda, G., Addis, M., 2009. *Livest. Sci.* 123, 230-240.
- Hervás, G.; Luna, P.; Mantecón, A.R.; Castañares, N.; de la Fuente, M.A.; Juárez, M.; Frutos, P. 2008. *J. Dairy Res.* 75, 399-405.
- Khiaosa-Ard, R., Bryner, S.F., Scheeder, M.R.L., Wettstein, H.R., Leiber, F., Kreuzer, M., Soliva, C.R. 2009. *J. Dairy Sci.* 92, 177-188.
- Shingfield, K.J., Ahvenjärvi, S., Toivonen, V., Äröla, A., Nurmela, K.V.V., Huhtanen, P., Grünari, J.M., 2003. *Anim. Sci.* 77, 165-179.
- Toral, P.G.; Frutos, P.; Hervás, G.; Gómez-Cortés, P.; Juaréz, M., de la Fuente, M.A. 2010. *J. Dairy Sci.* 93, 1604-1615.
- Turner, S.A., Waghorn, G.C., Woodhard, S.L., Thomson, N.A., 2005. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 65, 283-289.
- Vasta, V., Makkar, H.P.S., Mele, M., Priolo, A. 2009. *Brit. J. Nutr.* 102, 82-92.

SUPPLEMENTATION OF THE DIET OF DAIRY EWES WITH SUNFLOWER OIL AND TANNINS: 2. EFFECT ON MILK FATTY ACID COMPOSITION

ABSTRACT: Fourteen Assaf ewes in mid lactation were used to examine the effect of the addition of a mixture of two extracts of condensed and hydrolysable tannins to a diet containing sunflower oil, on milk fatty acid (FA) profile. All sheep received a total mixed ration based on alfalfa hay and a concentrate (F:C 40:60), supplemented with 20 g of sunflower oil/kg dry matter (DM) plus 0 (Control) or 10 (TAN) g of tannins/kg DM. Milk FA profile was analysed on days 0, 3, 6, 12, 18, and 27 on treatments. Addition of tannins did not significantly alter the concentration of the major FA classes in milk (i. e., saturates, monounsaturates, and polyunsaturates), had very limited effects on the proportion of particular FA, and was not able to enhance milk VA and RA enrichment above that achieved with sunflower oil supplementation. Temporal changes in the milk FA composition were characterized by an increase in unsaturated FA with 18 carbons (mainly cis-9 and trans-11 18:1, but with no variation in the low levels of trans-10 18:1) and a concomitant reduction in most short and medium chain saturates (6:0 to 12:0 and 16:0; P<0.05) attributable to the presence of sunflower oil in the diet. The low dose, the type of tannins, or both, may have been responsible for the lack of significant changes in milk FA profile.

Keywords: lipid, milk, CLA, sheep.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE GIRASOL EN LA RACIÓN Y DE LA FRECUENCIA DE ORDEÑO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA EN OVEJAS DE RAZA ASSAF

N. Prieto*, D. López, R. Bodas, S. López, A.R. Mantecón, F.J. Giráldez
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Finca Marzanas. 24346 Grulleros, León.

*Correo e.: nuria.prieto@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

El ordeño requiere un porcentaje importante de la mano de obra en las explotaciones de ganado ovino. Por este motivo, son numerosos los estudios que se han realizado para conocer el efecto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche y su composición y diseñar estrategias que permitan reducir esta carga de trabajo y mejorar la calidad de vida de los ganaderos.

Los estudios realizados sobre el efecto de la frecuencia de ordeño han puesto de manifiesto una respuesta muy variable tanto sobre la producción como la composición de la leche, identificándose diferentes factores condicionantes, tales como la raza, el nivel de producción, la fase de lactación, etc. Es bien conocido que la nutrición afecta de forma definitiva a la producción y composición de la leche (Caja y Bocquier, 2000), pudiendo, en teoría, atenuar o acentuar el efecto de la frecuencia de ordeño. Sin embargo, la interacción entre nutrición y frecuencia de ordeño ha sido poco estudiada hasta la fecha.

La suplementación con aceites vegetales ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos años, con la finalidad de modificar el perfil de ácidos grasos en la leche. Se ha demostrado que esta suplementación puede modificar la actividad de varias enzimas implicadas en la síntesis de componentes de la leche (Travers y Barber, 1993), lo que podría potenciar o atenuar el efecto asociado a la frecuencia de ordeño. Algunos estudios también han revelado que determinados ácidos grasos pueden modular la proliferación o muerte celular en diferentes tejidos (Larsson et al., 2004), proceso biológico que también está presente en el mecanismo de acción de la frecuencia de ordeño.

El presente trabajo se plantea para estudiar los efectos de la interacción entre la inclusión de aceite de girasol en la ración y la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche y su composición en ovejas de raza Assaf.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 10 ovejas de raza Assaf, en la quinta semana de lactación, con similar morfología de la ubre y con la misma producción en ambas glándulas. Los animales se distribuyeron en dos grupos de 5, equilibrados en función del peso, la condición corporal y la producción de leche. Uno de los grupos, considerado como Control, recibió heno de alfalfa ad libitum y 34 g de pienso compuesto/kg peso vivo. El otro grupo (Girasol) recibió la misma alimentación pero en el pienso se incluyó un 3,8% de aceite de girasol. El experimento constó de 2 periodos consecutivos: periodo 1, con 2 ordeños en ambas glándulas durante 3 semanas y, periodo 2, con 2 ordeños en una glándula y 1 ordeño en la otra durante 4 semanas. La asignación de la frecuencia de ordeño a cada glándula se realizó de forma aleatoria. Diariamente se controló la ingestión de alimento y semanalmente la producción de leche, tomándose una muestra para su análisis. Se tomaron muestras de leche de cada glándula para determinar los contenidos de grasa, proteína y extracto seco mediante infrarrojo automatizado, de acuerdo a la metodología de referencia descrita por la International Dairy Federation (IDF 141C:2000) utilizando para ello un autoanalizador Milko-Scan 255 (A/S N Foss Electric, Dinamarca). El contenido de lactosa se calculó restándole al extracto seco el contenido de grasa y proteína. El recuento de células somáticas se determinó mediante el método fluoro-opto-electrónico, utilizando un autoanalizador Fossomatic 90 (A/S Foss Electric, Dinamarca) siguiendo el procedimiento de referencia IDF 148-2:2006 (International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica). El análisis estadístico de los

datos, dentro de cada periodo, se realizó con el procedimiento MIXED (SAS Inst. Inc.), con el animal anidado a la dieta y considerando el día de experimento como medida repetida en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre grupos ni en la ingestión de heno de alfalfa (1262 vs. 1200 g MS/día para el grupo Control y Girasol, respectivamente) ni de pienso (2153 vs. 2064 g MS/día para el grupo Control y Girasol, respectivamente).

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de producción de leche, así como de su composición química y contenido de células somáticas, correspondientes a la glándula en la que se cambió la frecuencia de ordeño y a los dos grupos experimentales. Como puede apreciarse en el periodo 1, en el cual se ordeñaban las ovejas 2 veces al día, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) en la producción de leche atribuibles a la dieta. Al reducirse la frecuencia de ordeño, de 2 a 1 ordeño/día (periodo 2), disminuyó la producción de leche, siendo esta reducción mayor en los animales del grupo control que en aquellos que recibieron el suplemento de aceite de girasol (35 vs. 21%, ver Figura 1). Como consecuencia de ello, las diferencias en la producción de leche entre dietas fueron estadísticamente significativas ($P<0,05$) en este periodo.

Tabla 1. Valores medios de producción y de composición (grasa bruta, proteína bruta, lactosa, extracto seco) y recuento de células somáticas (RCS) de leche, correspondiente a la glándula en la que se cambió la frecuencia de ordeño, para cada grupo experimental.

	Grupos experimentales			Nivel de probabilidad
	Control	Girasol	eed	Efecto de la dieta
Periodo 1				
Producción leche (g)	1689	1772	134,0	ns
Proteína bruta (%)	5,16	4,41	0,189	**
Grasa bruta (%)	5,47	5,17	0,335	ns
Lactosa (%)	4,90	5,12	0,132	ns
Extracto Seco (%)	16,43	15,59	0,282	*
RCS (\log_{10}/ml)	4,69	4,47	0,276	ns
Periodo 2				
Producción leche (g)	1092	1402	97,6	*
Proteína bruta (%)	5,32	4,62	0,193	*
Grasa bruta (%)	5,88	4,99	0,416	T
Lactosa (%)	4,67	4,90	0,137	ns
Extracto Seco (%)	16,78	15,44	0,417	*
RCS (\log_{10}/ml)	4,78	4,25	0,242	T

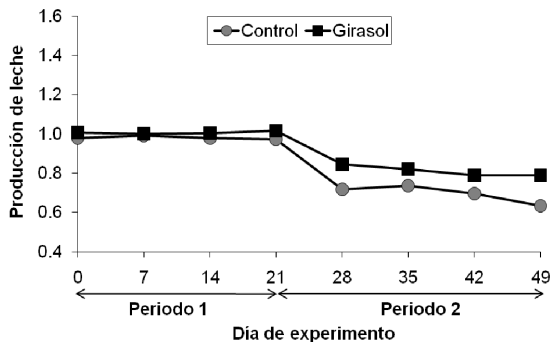
Periodo 1: las dos glándulas se ordeñan 2 veces al día; Periodo 2: una glándula se ordeña 1 vez al día y la otra 2 veces; eed: error estándar de la diferencia para comparar el efecto principal de la dieta; ns: $P>0,10$; T: $P<0,10$; *: $P<0,05$; **: $P<0,01$.

Esta reducción en la producción es similar a la observada en ovejas de raza Manchega y superior a las señaladas para la raza Lacaune (Castillo et al., 2005), lo que podría ser debido a diferencias en la estructura de la ubre. No obstante, es oportuno mencionar que la producción de leche de las ovejas de raza Assaf utilizadas en el presente experimento fue muy superior (casi el doble) a las del estudio citado.

Es conocido que la inclusión de aceite de girasol en la dieta de ovejas modifica la composición química de la leche, disminuyendo, entre otros componentes, el contenido de proteína (Torral et al., 2010). Este efecto de la inclusión de aceite de girasol sobre la composición química también se ha observado en el presente estudio en ambos periodos. En el segundo periodo este efecto podría atribuirse a un efecto de dilución (menor

producción en el grupo control) pero el hecho de que las diferencias existan también en el primer periodo sugiere la participación de otro tipo de mecanismo.

Figura 1. Evolución del cociente entre la producción diaria de leche de las dos glándulas para cada grupo experimental a lo largo del experimento.



Es oportuno destacar que, independientemente de las diferencias entre los dos grupos experimentales en la respuesta al cambio de frecuencia de ordeño, no se observó un efecto negativo de la reducción del número de ordeños sobre el recuento de células somáticas, lo que concuerda con trabajos previos realizados en otras razas ovinas, como Lacaune, Manchega (Castillo et al., 2005) o Assaf (Ramella, 2002).

La reducción del número de ordeños diarios (de 2 a 1) en ovejas de raza Assaf, en la primera fase de la lactación, disminuye la producción de leche. No obstante, la intensidad de este efecto se atenúa al incluir aceite de girasol en la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja, G., Bocquier, F. 2000. Cah. Options Méditerr. 55:59-74.
Castillo, V., Such, X., Caja, G., Casals, R., Albanell, E. 2005. ITEA, vol. extra 26:252-254.
Ramella, J. 2002. Tesis Doctoral. Universidad de León. España.
Toral, P.G., Frutos, P., Hervás, G., Gómez-Cortés, P., Juárez, M., de la Fuente, M.A. 2010. J. Dairy Sci. 93:1604-1615.
Larsson, S.C., Kumlin, M., Ingelman-Sundberg, M., Wolk, A. 2004. Am J Clin Nutr. 79:935-45.
Travers, M.T., Barber, M.C. 1993. Comp. Biochem. Physiol. 105B:123-128.

EFFECTS OF THE ADDITION OF SUNFLOWER OIL TO THE DIET AND OF MILKING FREQUENCY ON MILK YIELD AND COMPOSITION IN ASSAF EWES

ABSTRACT: Ten lactating Assaf ewes were allocated to two experimental groups of 5 animals each, based on milk production, body condition and live weight. Ewes were individually housed in neighboring pens and were offered alfalfa hay ad libitum and 34 g concentrate/kg live body weight with 0 (Control group) or 3.8% sunflower oil (Girasol group). The experiment was divided in two consecutive periods: 3 weeks with both udder halves milked twice a day (period 1), and 4 weeks with 2 milkings in one and 1 milking in the other udder half (period 2). Feed intake was recorded daily. Milk yield was recorded weekly, a sample being taken for chemical analysis. There were not significant differences ($P > 0.05$) between groups on either alfalfa hay or concentrate intake. In period 1, when both udder halves were milked twice a day, there were not significant differences between diet groups ($P > 0.05$) in milk yield. When milking frequency was reduced from twice to once daily (period 2) milk production decreased, this reduction being greater for animals of Control group than for ewes fed sunflower oil (35 vs. 21%).

Keywords: sunflower oil, milking frequency, ewe.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO EN OVEJAS DE RAZA MANCHEGA Y GUIRRA

M.C. López, C. Fernández

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

c/ Camino de Vera s/n. 46022. Valencia (España)

E-mail: cjfernandez@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Los costes de la alimentación en un sistema intensivo de producción ovina española pueden llegar a representar del 50 al 80% de los gastos totales de la explotación. Un abaratamiento de dichos costes implica buscar ingredientes a buen precio en el mercado, pero sin llegar a desequilibrar las necesidades en nutrientes de los animales. Conocer las necesidades nutritivas de nuestras razas es clave para poder elaborar una dieta adecuada y abaratar costes.

La mayor parte de las recomendaciones sobre necesidades nutritivas de las razas ovinas españolas (principalmente energía y proteína) que se utilizan a nivel práctico en España corresponden al INRA y al NRC, sistemas productivos que no coinciden con los de nuestro país. La información sobre el metabolismo basal o producción de calor de nuestras razas es desconocida. En ovino, están únicamente los estudios de metabolismo energético del CSIC de Granada (EEZ) en ovejas de razas Segureña. No existe más información sobre necesidades energéticas en razas ovinas españolas. El objetivo de este trabajo es dar una primera información sobre las necesidades de mantenimiento para dos razas autóctonas españolas como son la oveja Manchega y Guirra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 12 ovejas, 6 de raza Manchega y 6 de raza Guirra, de dos años y medio de edad, secas y no gestantes. Dichos animales pertenecen a la granja experimental del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia. Estos animales se pesaron en una báscula para pequeños rumiantes y se subieron a las jaulas metabólicas donde se alojaron durante la fase de adaptación (13 días) y la posterior fase experimental (13 días).

La dieta experimental que recibieron las ovejas se formuló siguiendo las recomendaciones de Lachica y Aguilera (2003) y FEDNA (2009). Las materias primas que se utilizaron fueron paja de cereal (1200 g/d), bagazo de maíz (0,2 g/d) y bloque vitamínico-mineral. La ración se ofrecía a los animales en dos tomas diarias (8:00 y 15:00 horas). Dispusieron de agua a voluntad en todo momento. El contenido energético fue de 18,7 MJ/kg MS y de proteína 4,2%. Diariamente se controlaba el alimento ofrecido y el rehusado, siendo el nivel de alimentación (L) inferior al mantenimiento ($L = 0,5$).

La fase experimental consistió en 5 días de digestibilidad y balance energético, 2 de descanso, 3 de medidas respirométricas y 3 de ayuno para determinación de producción de calor (PC). La PC se determinó por respirometría mediante un sistema de calorimetría indirecta en circuito abierto. Detalle sobre el funcionamiento está descrito en López *et al.* (2010), con este dispositivo se midió la producción de CO_2 y CH_4 , y el consumo de O_2 de los animales; se recogió la orina en la jaula metabólica y a partir de su contenido en nitrógeno y la ecuación de Brouwer (1965) se determinó la PC.

La composición química de las dietas, heces y orina se analizó siguiendo los métodos oficiales de análisis de AOAC (2000) para determinar MS, cenizas, MO y N. Las fracciones de fibra se determinaron según Van Soest *et al.* (1991); FND, FAD y LAD. La concentración energética en la dieta, heces y orina se determinó utilizando una bomba calorimétrica (Gallenkamp Autobomb; Loughborough, UK).

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza con la raza como factor de variación, los valores medios se compararon con un test de Duncan. Para ello se utilizó el software SPSS (2008) v16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las 2 razas (Tabla 1). Solo se observaron diferencias significativas en el peso vivo, que son debidas al diferente tamaño corporal de las 2 razas. Las ovejas Manchegas tienen un formato mayor que las ovejas Guirras, por eso también se detectan diferencias, aunque no significativas, en la ingestión de alimentos; 28,72 vs 32,23 g MS/kg PV^{0,75} para las ovejas Guirras y Manchegas, respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre razas para la digestibilidad de la energía (52,24% de media).

El bajo nivel de alimentación utilizado se traduce en movilización energética por parte de los animales, obteniéndose un valor medio de energía retenida de -189,61 kJ/kg PV^{0,75}. La determinación de la producción de calor en ayunas constituye en la práctica una aproximación a la determinación del metabolismo basal. Nuevamente no observamos diferencias significativas entre razas, aunque numéricamente se han observado diferencias inter-raciales. Así para ovejas Guirras se observa una producción de calor en ayunas de 309,6 kJ/kg PV^{0,75} y para ovejas Manchegas de 268,3 kJ/kg PV^{0,75} (el valor medio para ambas razas sería de 288,9 kJ/kg PV^{0,75}). Aguilera *et al.* (1986) encontraron en ovejas de raza Segureña una producción de calor en ayunas de 271,5 kJ/kg PV^{0,75}.

En el trabajo de Aguilera *et al.* (1986) se obtuvo una eficacia de utilización de la EM para mantenimiento (Km) en oveja Segureña de 0,72. Si asumimos que la producción de calor obtenida en ayunas es equivalente al metabolismo basal y por tanto a las necesidades netas de mantenimiento (Kleiber, 1961), podremos estimar la EM necesaria para el mantenimiento empleando la Km = 0,72. Por tanto, las necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM para ovejas Guirras y Manchegas serían respectivamente 430 y 372,6 kJ/kg PV^{0,75}. Existe una gran variabilidad entre los diferentes sistemas (INRA, NRC, AFRC, CSIRO) en cuanto a las recomendaciones de necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM (288-414 kJ/kg PV^{0,75}), y también para la Km (0,56-0,76). Si comparamos nuestros resultados con los de la raza Segureña observamos que la raza Manchega (372,6 kJ/kg PV^{0,75}) tiene un valor prácticamente idéntico; 374 kJ/kg PV^{0,75}. La raza Guirra muestra un valor ligeramente superior (430 kJ/kg PV^{0,75}). Debido a que no hemos encontrado diferencias significativas en el balance energético entre razas podemos asumir un valor medio estimado de necesidades energéticas para el mantenimiento de 401,3 kJ EM/kg PV^{0,75}.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, J.F., Molina, E., Prieto, C. y Boza, J. 1986. Estimación de las necesidades energéticas de mantenimiento en ganado ovino de raza Segureña. Arch. Zootec., 35: 89-96.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, USA.
- Brouwer, E. 1965. Report of Sub-committee on Constants and Factors, In Proceedings of 3rd European Association for Animal Production Symposium on Energy Metabolism. London: Academic Press, 11: 441-443.
- FEDNA. 2009. Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Calsamiglia, S., Bach, A., de Blas, C., Fernández, C., García-Rebollar, P. Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 89 pp.
- Kleiber, M. 1961. Fire of Life. An introduction to Animal energetic. Wiley. New York, 454 pp.
- Lachica, M. y Aguilera, J.F. 2003. Estimation of energy needs in the free –ranging goat with particular reference to the assessment of its energy expenditure by the C¹³-bicarbonate method. Small Rum. Res., 49: 303-318.
- López, M.C., Ródenas, L., Piquer, O., Martínez, E., Cerisuelo, A., Cervera, C. y Fernández, C. 2010. Determination of proportion of the ingested gross energy lost as exhaled

methane by dairy goats consuming contrasting concentrate ingredients in mixed rations. *Can. J. Anim. Sci.*, 90: 585-590.

SPSS. 2008. Statistical Package for the Social Sciences v16 para Windows.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.

Tabla 1. Balance Energético (kJ/kg PV^{0,75} y día).

	Guirra	Manchega	ESM ¹	P-valor ²
PV³	55,06	60,37	0,84	0,02
Ingestión (g MS/kg PV^{0,75})	28,72	32,23	2,39	0,28
EB ingerida	552,02	615,46	44,01	0,29
ED ingerida	286,72	329,13	21,30	0,18
EM ingerida	255,63	295,77	21,99	0,21
PC	474,93	455,70	66,84	0,80
ER	-219,30	-159,93	78,40	0,53
PC ayunas	309,55	268,29	31,29	0,32

¹ESM: error estándar de la media; ²P-valor: probabilidad, si $P < 0,05$ es significativo; ³PV: peso vivo; MS: materia seca; PV^{0,75}: peso metabólico; EB: energía bruta; ED: energía digestible; EM: energía metabolizable; PC: producción de calor; ER: energía retenida.

PRELIMINARY STUDY FOR MAINTENANCE REQUIREMENTS DETERMINATION IN MANCHEGA AND GUIRRA SHEEP

ABSTRACT

Twelve sheep of two races were used, six of each race, Manchega and Guirra; two and a half years old, not pregnant, dried and fed under maintenance. Sheep were weighted at the beginning and end of the trial consisting of an adaptation phase to metabolic cages, diet and respirometric mask during 13 days, followed by an experimental phase of another 13 days. The experimental phase consisted of 5 days digestibility, 2 rest, 3 respirometry measures and 3 of fasting for determination of fasting heat production. Intake, digestibility, energy balance were made and the heat production (HP) of sheep were obtained by indirect calorimetry. There were no differences between two breeds in terms of digestibility, energy balance and HP. The net energy requirements for maintenance (ENm), equivalent to basal metabolism, are on average for both breeds of 288.9 KJ ENm/kg PV^{0,75}.

Keywords: sheep, maintenance requirements.

EL ÁCIDO CARNÓSIDO INCLUIDO EN LA DIETA DE CORDEROS DE CEBO MODIFICA PARÁMETROS SANGUÍNEOS Y DE LA RESPUESTA INMUNE

Morán, L.*, Andrés, S., Bodas, R., Prieto, N., Pérez, V. y Giráldez, F. J.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Finca Marzanas, E-24346 Grulleros, León,
España.

*Correo e.: laramoran@eae.csic.es.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos fenólicos son un grupo de metabolitos secundarios de las plantas que se utilizan en alimentación animal para mejorar la calidad de los productos (carne y leche) debido a las propiedades antioxidantes que les son atribuidas. No obstante, está creciendo el interés por estos compuestos ya que también se ha comprobado que tienen capacidad para modular la respuesta inmune (Molinari et al., 2009; Bhattacharyya et al., 2010) y, por tanto, podrían tener efectos sobre el bienestar animal. En este sentido, actualmente se está estudiando la capacidad del ácido carnósido (diterpeno de la planta del romero) administrado en la ración de los animales de abasto para mejorar la calidad de los productos de origen animal. Sin embargo, no existen estudios que hayan abordado la capacidad inmunomoduladora del ácido carnósido en este tipo de animales.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto del ácido carnósido sobre los parámetros hematológicos y sobre la producción de gamma-interferón (indicador de la respuesta inmune celular, Th1) cuando se incluye en la alimentación de corderos a dos dosis distintas, así como comparar el efecto del ácido carnósido con el de la vitamina E, compuesto capaz de modular la respuesta inmune.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 32 corderos de raza Merina (peso vivo medio (PV) $15,2 \pm 0,75$ kg) alojados individualmente y alimentados con un pienso comercial (35 g kg^{-1} PV día^{-1}) y paja de cebada (200 g día^{-1}). Dichos corderos fueron asignados aleatoriamente a 4 grupos experimentales: un grupo control (CONTROL) que consumía un pienso formulado sin vitamina E ni selenio (50% cebada, 20% soja, 15% maíz, 8% trigo, 4% melaza y 3% suplemento mineral); otro grupo (VITE006) que recibió un aporte extra de vitamina E en el pienso ($0,6$ g vitamina E kg^{-1} de concentrado) y otros dos grupos que fueron suplementados con ácido carnósido. Para comparar el efecto de la vitamina E con el del ácido carnósido el tercer grupo recibió la misma dosis de ácido carnósido ($0,6$ g carnósido kg^{-1} de concentrado, CARN006). El último grupo recibió una dosis doble de ácido carnósido ($1,2$ g ácido carnósido kg^{-1} de concentrado, CARN012) para clarificar si existe un efecto dosis-dependiente de este compuesto. Tras 5 semanas consumiendo las dietas experimentales se extrajeron 2 muestras de sangre de cada cordero: una de ellas se recogió en un tubo con EDTA que se empleó para realizar los análisis hematológicos (Cellanalyzer CA530, Bromma, Sweden); la otra se recogió en otro tubo con heparina para medir la producción de gamma-interferón (γ -INF) tras la incubación de las células sanguíneas con el mitógeno fitohemaglutinina según una modificación del método descrito por López-Campos et al. (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados hematológicos de la serie roja de los corderos tras haber consumido las respectivas dietas experimentales. Aunque el recuento de hematíes es similar en todos los grupos, éstos tienen mayor tamaño (VCM y hematocrito más elevados) y una menor concentración de hemoglobina (CMHC más baja) en los grupos CARN012 y VITE006 cuando se comparan con el grupo CONTROL. Estos datos indicarían la existencia de un número más elevado de eritrocitos inmaduros circulantes en los animales que consumen estas dietas, lo que estaría en consonancia con una anemia leve regenerativa (la médula ósea funcionaría correctamente) causada por interferencias entre el

hierro y los compuestos (vitamina E y ácido carnósico) administrados en la ración. En todo caso, hay que destacar que los datos de la serie roja de todos los grupos se encuentran dentro del rango de valores fisiológicos descritos en ovino.

Tabla 1. Parámetros hematológicos de la serie roja

	CONTROL	CARN006	CARN012	VITE006	eed	p
HTC	29,8 ^b	31,5 ^{ab}	32,4 ^a	32,7 ^a	1,02	*
HMT	7,8	8,1	7,8	7,8	0,31	ns
HGB	107,8 ^a	106,4 ^{ab}	101,4 ^b	102,4 ^b	2,46	*
VCM	38,2 ^b	39,8 ^{ab}	41,4 ^a	41,2 ^a	0,95	**
CMHC	35,3 ^a	32,5 ^b	32,1 ^{bc}	31,3 ^c	0,56	***

^{a, b, c} diferentes subíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$); eed: error estándar de la diferencia; HTC: Hematocrito %; HMT: millones de hematíes mm^{-3} ; HGB: concentración de hemoglobina g dl^{-1} ; VCM: volumen corpuscular medio de RBC; CMHC: concentración media de hemoglobina corpuscular g dl^{-1} ; ns = $P > 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en las células sanguíneas de la serie blanca.

Tabla 2. Parámetros hematológicos de la serie blanca y producción de gamma-interferón

	CONTROL	CARN006	CARN012	VITE006	eed	p
LEUC	10,3 ^a	10,7 ^a	10,9 ^a	8,8 ^b	0,67	*
GRAN	3,8	3,9	4,3	3,5	0,31	ns
LINF	5,6 ^a	6,1 ^a	5,6 ^a	4,4 ^b	0,48	*
MON	0,70 ^b	0,81 ^{ab}	0,96 ^a	0,84 ^{ab}	0,083	*
γ -INF	2,3 ^a	2,6 ^a	2,2 ^a	6,8 ^b	1,94	*

^{a, b, c} diferentes subíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$); eed: error estándar de la diferencia; LEUC: miles de leucocitos mm^{-3} ; GRAN: miles de granulocitos mm^{-3} ; LINF: miles de linfocitos mm^{-3} ; MON: miles de monocitos m^{-3} ; γ -INF: gamma-interferón; ns = $P > 0,10$; † = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$.

Los datos revelan una disminución significativa ($p < 0,05$) de los recuentos de células blancas en los corderos que recibieron vitamina E en el pienso, causada principalmente por una reducción del número de linfocitos circulantes en estos animales ($p < 0,05$). Por otra parte, los datos relativos a la producción de γ -INF, principal mediador en una respuesta inmune de tipo celular (Th1), indicarían que existe un número más elevado de linfocitos NK activos relacionados con la respuesta inmune innata en los corderos de este grupo. Aunque podría relacionarse la disminución en el recuento de linfocitos con la presencia de una infección vírica subyacente o el estrés de los animales, conviene señalar que todos los animales se encontraban en las mismas condiciones, por lo que esta explicación resulta poco plausible. Asimismo, si bien el consumo de vitamina E se ha asociado con incrementos significativos en el recuento de linfocitos y la producción de γ -INF, éstos efectos sólo han sido descritos en individuos de edad avanzada o con carencia de vitamina E (Reiter et al., 2007). Tan solo los trabajos relativos al tratamiento de hipersensibilidades tipo 1 con vitamina E han descrito reducciones significativas en la proliferación de linfocitos (Zheng et al., 1999). En todo caso, se ha sugerido que el mecanismo de acción a través del cual la vitamina E ejercería su efecto sobre la respuesta inmune, concretamente sobre la producción de γ -INF, podría estar relacionado con la capacidad que este compuesto tiene para inhibir la síntesis de prostaglandinas, específicamente PGE_2 , con efectos inmunosupresores (Reiter et al., 2007).

Una de las principales funciones del γ -INF producida por los linfocitos es la estimulación de los macrófagos, lo que podría explicar la tendencia a la significación en el recuento de monocitos (MON) observada en los corderos del grupo VITE006. No obstante, también se observó un aumento significativo en el recuento de MON del grupo CARN012 sin que se produjese un aumento en la producción de γ -INF. En este último caso, el aumento de

la actividad fagocítica podría explicarse como consecuencia de una infección concomitante. Sin embargo, dado que todos los grupos de corderos fueron sometidos a las mismas condiciones experimentales, es más factible atribuir este efecto a la actividad antioxidante del carnósico, que podría haber neutralizado la formación de radicales libres a nivel de estas células altamente reactivas (Carrol y Forsberg, 2007).

Los resultados del presente estudio parecen indicar que la vitamina E y el ácido carnósico podrían modular la respuesta inmune de corderos de cebo a través de diferentes mecanismos de acción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhattacharyya, S, Hossain, DMS, Mohanty, S, Sen, GS, Chattopadhyay, S, Banerjee, S, Chakraborty, J, Das, K, Sarkar, D, Das, T, Sa, G, 2010. Curcumin reverses T cell-mediated adaptive immune dysfunctions in tumor-bearing hosts. *Cell Mol Immunol* 7, 306-315.
- Molinari, R., Manzi, L., Ricci, S., D'Aquino, M., Tomassi, G., Papeschi, C., Merendino, N., 2009. Diets rich in whole wheat improve redox status and enhance immune responses in rats. *Food Agr Immunol* 20, 95-104.
- López-Campos, Ó, Bodas, R, Prieto, N, Giráldez, FJ, Pérez V, Andrés, S. 2010. Naringin dietary supplementation at 0.15% rates does not provide protection against sub-clinical acidosis and does not affect the responses of fattening lambs to road transportation. *Animal* 4, 958–964.
- Reiter, E, Jiang, Q., Christen, S. 2007. Anti-inflammatory properties of alpha- and gamma-tocopherol. *Mol Aspects Med.* 28, 668-91.
- Carroll, JA, Forsberg, NE. 2007. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. *Vet. Clin. Food. Anim.* 23, 105–149.
- Zheng, KC, Adjei, A, Shinjo, M, Shinjo, S, Todoriki, H, Ariizumi, M.1999. Effect of dietary vitamin E supplementation supplementation on murine nasal allergy. *Am J Med Sci* 318, 49-54.

BLOOD PARAMETERS AND IMMUNE RESPONSE ARE MODIFIED BY CARNOSIC ACID INCLUDED IN THE DIET OF FATTENING LAMBS

ABSTRACT: Thirty-two Merino lambs fed barley straw and a concentrate alone (CONTROL group) or enriched with carnosisic acid (0.6 g kg^{-1} dry matter (DM), CARN006 group, 1.2 g kg^{-1} DM, CARN012 group) or vitamin E (0.6 g kg^{-1} DM, VITE006 group) were used to assess the effect of these antioxidant compounds on blood parameters and immune response. Lambs were blood sampled after 5 weeks of being fed the experimental diets. Haemoglobin and red blood cells counts revealed interferences between dietary iron and antioxidants (vitamin E and carnosisic acid), although the mean values for all these parameters were physiological in all the groups. Lymphocytes counts were lower in VITE006 group, but there was a trend towards a higher gamma-interferon production in this group, thus indicating the existence of more activated cells. The groups being fed carnosisic acid did not show significant differences in gamma-interferon production when compared to CONTROL lambs, but higher monocytes counts were detected in CARN012 animals. The results obtained in the present study seem to indicate that vitamin E and carnosisic acid could show different mechanisms of action on immune response.

Keywords: carnosisic acid; immunology; leucocytes; interferon; red blood cells

PREFERENCIAS POR AROMAS PREVIAMENTE CONDICIONADAS POR LOS EFECTOS HEDÓNICOS Y/O POST-INGESTIVOS DE FUENTES PROTEICAS EN LECHONES AL DESTETE.

Figueroa, J., Sola-Oriol, D., Vinokurovas, S.L., Pérez, J.F¹.

¹Universidad Autónoma de Barcelona. Edificio V, Bellaterra, Barcelona, España. 08193

Email: figuejaime@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En condiciones intensivas el destete es un proceso traumático que provoca un descenso en la ingesta de pienso con consecuencias negativas para el crecimiento y salud de los lechones (Pluske et al., 1997). La inclusión de aromas en esta etapa tiene como objetivo mejorar la apetecibilidad del pienso. Sin embargo, los resultados publicados son inconstantes e inciertos. En general los monogástricos muestran una preferencia innata por sabores dulces, generalmente relacionados con un alto valor calórico, y aversión hacia sabores amargos que a menudo indican toxicidad. Frente al resto de los sabores los animales suelen presentar neofobia en las primeras exposiciones (Myers y Sclafani, 2006) y pérdidas en la producción, pues el rechazo puede durar varios días (Van tien dam et al., 1999; Provenza y Balph, 1988).

Distintos mecanismos de aprendizaje participan en el establecimiento de reacciones positivas por un sabor particular. La manera más simple es establecer efectos no asociativos o de simple familiaridad en donde los sabores son aceptados por la exposición repetida (Sullivan y Birch, 1994). Sin embargo la extinción de esta conducta se produce en un corto plazo y la fuerza de la preferencia y apetencia es pequeña. Los efectos más significativos se atribuyen al condicionamiento de Pavlov, en donde un sabor inicialmente neutro o aversivo puede ser fuertemente preferible debido a un aprendizaje asociativo entre el sabor expuesto y las consecuencias positivas correlacionadas a su consumo (Sclafani, 2004). El sabor entonces, serviría como el estímulo condicionado (CS), y la evaluación e ingesta de ese sabor sería modificable condicionándolo con las consecuencias biológicas de su consumo (estímulo incondicionado o US), que podría ser por ejemplo aversiva (No palatable o tóxico) o reforzador (Palatable o con efectos postingestivos positivos). Los aromas preferidos a través de un condicionamiento pueden aumentar significativamente su palatabilidad (Myers y Sclafani, 2001), y una vez aprendidas, las preferencias condicionadas a través de nutrientes son muy resistentes a la extinción (Drucker et al., 1994; Elizalde y Sclafani, 1990; Yiin et al., 2005).

El objetivo de este estudio fue establecer preferencias por determinados aromas tras el destete que permanecieran en el tiempo a través de una estrategia de condicionamiento clásico con fuentes proteicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron un total de 480 lechones ([Large White x Landrace] x Pietrain) destetados con un promedio de 26 días de edad. Durante el período de lactación estos animales habían consumido "creep-feed" sin ningún tipo de producto aromático añadido. Al destete fueron distribuidos según tamaño y sexo en 48 corrales (10 lechones/corral). Durante la primera semana post-destete (PD) fueron acostumbrados a consumir agua de bebida colocando durante 2 horas 2 platos por las mañanas (9-11am) en cada corral. A partir de la segunda semana PD los animales fueron sometidos a un condicionamiento clásico de 6 días de duración utilizando 2 aromas, Ajo y Anís, como estímulos condicionados (CS) (0.0375%) y 2 fuentes proteicas, concentrado de proteína de soja (CPS; HP300[®], Hamlet proteína) e hidrolizado de mucosa intestinal porcina (PDP; Palbio

62SP® Bioibérica) (2%), como estímulos incondicionados (US). Los aromas (CS) fueron presentados en agua de bebida (1600 mL/día) y mezclados con los nutrientes proteicos (US) para establecer asociaciones positivas (CS+) o mezclados simplemente con agua para establecer asociaciones neutras (CS-). Las asociaciones fueron presentadas en días alternos. Los aromas asociados a las fuentes proteicas o al agua fueron contrabalanceados, quedando para la mitad de los animales el Ajo o Anís asociado a las fuentes proteicas y en la otra mitad al agua. Las sesiones de condicionamiento fueron de corta duración (30 min/día) y se realizaron sin restringir previamente a los animales el alimento ni en agua. Para la mitad de los animales el CS+ fue asociado a PDP y para la otra mitad a CPS. Al acabar el periodo de condicionamiento se registró el consumo de agua de los animales durante 30 minutos.

En los días 15 y 22 PD los animales fueron sometidos a un Double Choice Test (DCHT) en agua de bebida entre el CS+ y CS-. Se colocaron 800 mL de cada solución y se midió el consumo tras 30 minutos. Al día 29 PD se realizó un tercer DCHT esta vez comparando CS+ y CS- añadido al pienso. En todas las pruebas se aleatorizó la posición de las soluciones. Los datos fueron analizados con un test ANOVA mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (v 9.2). Los resultados fueron expresados en consumos y porcentajes de preferencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

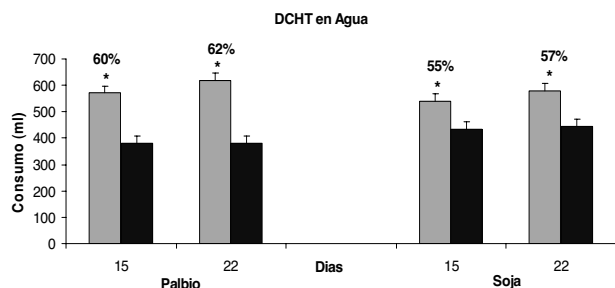
Los animales mostraron preferencias significativas por el CS+ en el agua tanto en el grupo condicionado con PDP (60% y 62%; $P < 0,001$) como en el grupo condicionado con CPS (55% y 57%; $P < 0,05$) los días 15 y 22 respectivamente (**Figura 1A**). A día 29 los animales volvieron a mostrar preferencia por el CS+ en el DCHT en pienso en ambos grupos (57% y 55%; $P < 0,001$) (**Figura 1B**). No se observaron diferencias en el poder condicionante de ambas fuentes de proteína apreciándose consumos y preferencias similares en todos los test realizados.

Los resultados obtenidos indican que los lechones destetados son capaces de aprender de manera asociativa que aroma está ligado a consecuencias positivas, hedónicas o post-ingestivas, y preferir este aroma cuando lo vuelve a encontrar en el futuro. Estas preferencias son resistentes a la extinción y se visualizan tanto en agua de bebida como en pienso a lo largo del tiempo. Estrategias como el condicionamiento a través de estímulos nutritivos podrían ser de gran utilidad para establecer preferencias permanentes en animales jóvenes e incluso aumentar la apetencia de la ración, especialmente en situaciones en las que el consumo compromete la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Drucker, D. B., K. Ackroff, and A. Sclafani. 1994. *Physiol. Behav.* 56(4): 701-707.
- Elizalde, G., and A. Sclafani. 1990. *Physiol. Behav.* 47(1): 63-77.
- Myers, K. P., and A. Sclafani. 2001. *Physiol. Behav.* 74(4-5): 495-505.
- Myers, K. P., and A. Sclafani. 2006. *Dev. Psychobiol.* 48(5): 380-388.
- Pluske, J. R., D. J. Hampson, and I. H. Williams. 1997. *Livest. Prod. Sci.* 51(1-3): 215-236.
- Provenza, F. D., and D. F. Balph. 1988. *J. Anim. Sci.* 66(9): 2356-2368.
- Sclafani, A. 2004. *Physiol. Behav.* 81(5): 773-779.
- Sullivan, S. A., and L. L. Birch. 1994. *Pediatrics.* 93(2): 271-277.
- Van Tien, D., J. J. Lynch, G. N. Hinch, and J. V. Nolan. 1999. *Small Ruminant Research.* 32(3): 223-229.
- Yiin, Y., K. Ackroff, and A. Sclafani. 2005. *Appetite.* 45(2): 152-160.

1A)



1B)

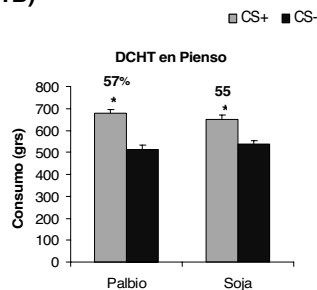


Figura 1: Consumo durante el DCHT de CS+ versus CS- (Día 15 y 22) disuelto en agua (1A) o durante el día 29 mezclado en pienso (1B) con sus respectivos % de preferencias. *= $P < 0.05$

FLAVOUR PREFERENCES CONDITIONED BY HEDONIC AND POSTINGESTIVE EFFECTS OF PORCINE DIGESTIBLE PEPTIDES AND SOYBEAN CONCENTRATE IN POST WEANING PIGLETS.

ABSTRACT: The low nutrient intake after weaning is the major cause of post-weaning digestive disorders in piglets. It has been described that an initially arbitrary or aversive flavor can become strongly preferred due to a learned association between the flavor and the positive consequences of consuming it (hedonic or postingestive). 480 non-deprived weaning piglets were trained, during 6 days, with one flavor (as a positive conditioned stimulus, CS+) mixed into a protein solution (Soybean Protein Concentrate (SPC) or Porcine Digestible Peptides (PDP)) and another flavor (the CS-) mixed into a neutral solution (water). Double choice test between the CS+ and CS- flavors were performed at d15 and d22 after weaning (in water) and at d29 post-weaning (in feed). Piglets preferred protein-paired flavors at all 3 days; they show a significant preference for the CS+ flavour in the SPC group (55%, 57% and 57%) and in the PDP group (60%, 62% and 55%) for days 15, 22 and 29 respectively ($P < 0.05$). No differences were observed between the conditioning powers of PDP and SPC. The present results indicate that weaning piglets can acquire flavor preferences highly resistant to extinction through conditioning strategies by using protein products.

Keywords: Flavors, conditioning, weaning.

PREFERENCIAS POR AJO PREVIAMENTE CONDICIONADAS AUMENTAN EL PODER HEDONICO DE FUENTES PROTEICAS EN LECHONES AL DESTETE.

Figuroa, J., Solà-Oriol, D., Vinokurovas, S.L., Pérez, J.F.¹.

¹Universidad Autónoma de Barcelona. Edifici V, Bellaterra, Barcelona, España. 08193

Email: figuejaime@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En nuestro experimento anterior confirmamos la posibilidad de crear preferencias por aromas (neutros o aversivos) frente a otros aromas a través de metodologías de condicionamiento con productos de alto valor hedónico o postingestivo (proteínas, dextrinas, grasas, carbohidratos, etanol y glutamato-monosódico) (Burrit y Provenza, 1992; Pérez et al., 1995; Villalba, 1996; Wald, 2003; Ackroff y Sclafani, 2010; Myers y Sclafani, 2003; Ackroff et al., 2004). El condicionamiento se estableció al asociar un aroma (estímulo condicionado o CS) con un estímulo atractivo para el animal (estímulo incondicionado o US) (Sclafani, 2004).

En la práctica, los animales suelen preferir piensos simples y conocidos rechazando nuevos aromas en un fenómeno que se conoce como neofobia. Cualquier inclusión aromática nueva sobre un pienso se interpreta como un desafío e incertidumbre frente a sus consecuencias, y el animal responde bajando su consumo (Provenza y Balph, 1988). Bajo esta perspectiva, resulta, a corto plazo, más fácil disminuir que aumentar el consumo de un producto que ya es apetecible. Frente a un Double Choice test (DCHT) los animales tienden a preferir un US frente al mismo US suplementado con un aroma desconocido, por lo que resulta difícil mejorar la apetecibilidad de ingredientes ya apetecibles.

En la producción porcina intensiva, los lechones recién destetados tienen que aprender en muy poco tiempo asociaciones nutritivas que les permita evitar etapas prolongadas de anorexia (Dunshea et al., 2003). En estas condiciones interesa incorporar a la ración ingredientes apetecibles, o aromas que resulten reconocibles y atractivos para el animal. El objetivo de este estudio fue explorar la capacidad de aumentar la atracción y el hedonismo de una fuente proteica de elevada preferencia en los lechones (Solà-Oriol et al., 2006) utilizando la sinergia entre su atracción innata y el condicionamiento previo de un aroma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron un total de 240 lechones ([Large White x Landrace] x Pietrain) destetados con un promedio de 26 días de edad. Durante el período de lactación los animales consumieron “creep-feed” sin ningún tipo de producto aromático añadido. Al destete fueron distribuidos según tamaño y sexo en 24 corrales (10 lechones/corral). Durante la primera semana post-destete (PD) fueron acostumbrados a consumir agua de bebida colocando durante 2 horas 2 platos por las mañanas (9-11am) en cada corral. A partir de la segunda semana PD los animales fueron sometidos a un condicionamiento de 8 días de duración mediante exposición al aroma de Ajo (0.0375%) y a hidrolizado de mucosa intestinal porcina (PDP; Palbio 62SP[®] Bioibérica) (2%) en agua de bebida (1600 ml/día). A la mitad de los animales (Grupo Sinergia) se les suministro PDP+Ajo en los días impares y agua en los días pares, a la otra mitad (Grupo control) se les dio Ajo en los días impares y PDP en los días pares. De esta manera ambos grupos conocían el PDP y el ajo pero un grupo los conoció juntos (Aprendizaje asociativo o condicionamiento Pavloviano) y el otro separados (efecto de familiarización o mera exposición). Las sesiones de condicionamiento fueron de corta duración (30 min/día) y se realizaron sin restringir previamente a los animales en alimento o agua.

En los días 16 y 23 y 30 PD ambos grupos fueron sometidos a un Double Choice test (DCHT) en agua de bebida entre PDP+Ajo y PDP, aleatorizando la posición de las soluciones. Se colocaron 800 ml de cada solución y se midió el primer acercamiento en cada corral (numero de lechones/plato en los primeros 15 segundos) y el consumo tras 30 minutos (mL y porcentajes de preferencia). Los datos fueron analizados con un test ANOVA mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (v 9.2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

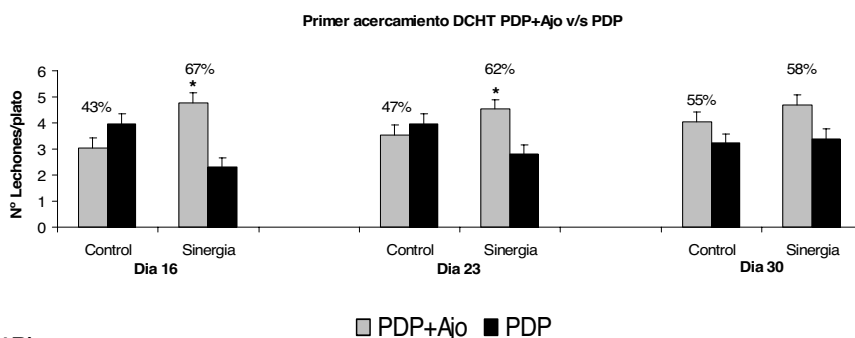
En cuanto al primer acercamiento a las soluciones (**Figura 1A**), los animales del grupo Sinergia mostraron un mayor acercamiento a PDP+Ajo que a PDP (4.8 vs. 2.3 y 4.5 vs. 2.8; $P < 0.05$) en los días 16 y 23. Sin embargo, esta elección no alcanzó la significación estadística en el día 30 (4.7 vs. 3.4; $P = 0.295$). En el grupo control no existieron diferencias en ninguno de los días. El consumo de los animales en el DCHT (**Figura 1B**) se comportó similar al primer acercamiento, el grupo Sinergia mostró ingestas de PDP+Ajo y PDP los días 16 y 23 (560mL vs. 372mL y 687mL vs. 476mL; $P > 0.05$) respectivamente, alcanzando una significación al día 30 (773mL vs. 503mL; $P < 0.05$). El grupo control no presentó diferencias en ninguno de los días. Las preferencias mostradas por el grupo Sinergia tanto en primer acercamiento como en consumo total confirmaron que la presentación de un aroma simultáneo a un estímulo incondicionado de elevada preferencia (en nuestro caso, el PDP) puede generar un incremento en su atracción y consumo, potenciando el hedonismo de la mezcla y la persistencia de su preferencia.

Los resultados de ambos ensayos confirman que los lechones son capaces de aprender de manera asociativa que aroma está ligado a consecuencias positivas (CS+) viéndose una clara diferencia sobre la simple familiarización (Grupo control). La vinculación de un aroma a compuestos hedónicos o postingestivos puede potenciar la atracción y palatabilidad (Myers y Sclafani, 2001 y 2003) de ingredientes proteicos (US) de por sí apetecibles. El diseño de estrategias de incorporación de aroma de este tipo podría ser utilizado para aumentar consumo de pienso durante los periodos en los que la producción está limitada por los consumo (el destete y la lactación).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackroff, K., and A. Sclafani. 2010. *Appetite*. 54(3): 631-631.
- Ackroff, K., D. Rozental, and A. Sclafani. 2004. *Physiol. Behav.* 81(4): 699-713.
- Burritt, E. A., and F. D. Provenza. 1992. *J. Anim. Sci.* 70(4): 1133-1136.
- Dunshea, F. R., D. K. Kerton, P. D. Cranwell, R. G. Campbell, B. P. Mullan, R. H. King et al. 2003/01/01. *Aust. J. Agric. Res.* 54(4): 363-370.
- Myers, K. P., and A. Sclafani. 2003. *Physiol. Behav.* 78(2): 173-183.
- Myers, K. P., and A. Sclafani. 2001. *Physiol. Behav.* 74(4-5): 481-493.
- Pérez, C., F. Lucas, and A. Sclafani. 1995. *Physiol. Behav.* 57(3): 549-554.
- Provenza, F. D., and D. F. Balph. 1988. *J. Anim. Sci.* 66(9): 2356-2368.
- Sclafani, A. 2004. *Physiol. Behav.* 81(5): 773-779.
- Solà-Oriol, D. et al., 2006. *J. Anim. Sci.* 84(Sup.1): 240.
- Villalba, J. J., and F. D. Provenza. 1996. *J. Anim. Sci.* 74(10): 2362-2368.
- Wald, N., and M. Leshem. 2003. *Appetite*. 40(3): 277-284.

1A)



1B)

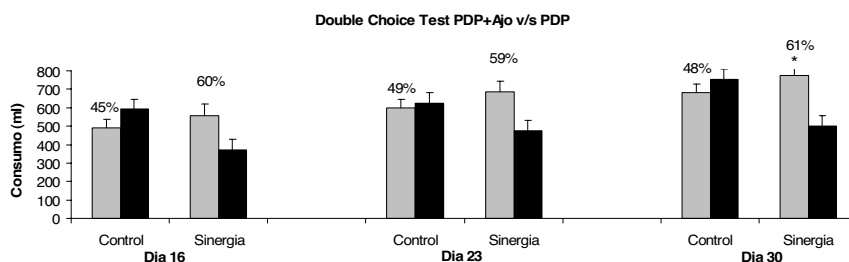


Figura 1: Primer Acercamiento (1A) y consumo (1B) durante el DCHT de PDP+aajo versus PDP (Día 16 y 23 y 30) con sus respectivos % de preferencias. (*= $P < 0.05$)

GARLIC CONDITIONED PREFERENCE ENHANCES THE FLAVOR HEDONIC POWER OF PORCINE DIGESTIVE PEPTIDES (PDP) IN POST-WEANED PIGLETS.

ABSTRACT: Mammals may learn to prefer a novel flavor when it is mixed with an intrinsically positive flavor. 240 non-deprived weaning piglets were trained, during 8 days, with a Garlic+Porcine Digestible Peptides (PDP) solution and water (synergy group), and with Garlic and PDP solutions (Control Group, CG) on odd and even days respectively. Double choice test (DCHT) between the PDP+Garlic and PDP where performed at d16, d23 and d30 after weaning (in water). The first approach (Piglet/dish during the first 15 seconds; FA) and 30min intake were measured. Higher FA values were observed for PDP+Garlic over PDP solution on days 16 and 23 (4.8 vs. 2.3 y 4.5 vs. 2.8; $P < 0.05$) for Synergy group. No differences were observed in the FA for CG. Similar results were observed in piglets intake; Sinergia group showed more intake of PDP+Garlic over PDP at all days and it was significant at day 30 (773mL vs. 503mL; $P < 0.05$). No differences were observed in the intakes achieved for CG. The present results indicate that garlic conditioned preference enhances the attraction of PDP solutions due to a conditioned increase in the palatability of the flavor, that mixed with another innate hedonic flavor (protein) create a Synergy effect.

Keywords: Protein, piglets, hedonic enhances.

EVALUACIÓN DE LA PALATABILIDAD DEL ÓXIDO Y SULFATO DE ZINC EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS LECHONES

Davin R., E.G. Manzanilla, J. Figueroa, D. Solà-Oriol, J.F. Pérez

Grup de Nutrició, maneig i Benestar Animal. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra 08193. Barcelona. roger.davin@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La diarrea post-destete es una de las principales causas de pérdidas económicas en la producción porcina actual. El uso preventivo de antibióticos en los piensos sirvió para controlar esta patología hasta su prohibición, en el 2006. Tras la prohibición se buscaron alternativas pero ninguna mostró tan buen resultado como los antibióticos. Probablemente la práctica más extendida actualmente en algunos países de la Unión Europea es la utilización de dosis terapéuticas (3000ppm) de óxido de zinc (ZnO) en las dietas de lechones durante las primeras semanas tras el destete. Sin embargo, la adición de ZnO a dosis tan elevadas provoca una gran excreción de Zn al purín y consecuentemente una preocupación medioambiental. Por este motivo se están buscando otras fuentes de zinc que permitan controlar la diarrea y a la vez evitar esta excreción tan elevada. Una de estas alternativas son las formas orgánicas de zinc aunque por el momento no han mostrado un efecto antidiarreico similar. Por otro lado existen otras fuentes inorgánicas que han sido poco estudiadas en el caso del cerdo, pero con posible efecto beneficioso.

La diarrea infantil en países en desarrollo comparte algunas características con la diarrea post-destete del lechón. El tratamiento recomendado por la World Health Organization (WHO) y la United Nations Children's Fund (UNICEF) para la diarrea infantil es la rehidratación oral (ORS) y una suplementación con zinc (WHO, 2004); el uso de antibióticos está reservado en el caso de diarrea sanguinolenta como el cólera (WHO, 2005). En este contexto la fuente de zinc utilizada es el sulfato de zinc (ZnSO₄) a dosis inferiores por su mayor solubilidad comparada con el ZnO. A pesar de una mejor solubilidad, se han encontrado problemas de palatabilidad, cosa que podría dificultar su uso en el pienso de lechones. Por esta razón antes de utilizar esta fuente como alternativa al ZnO decidimos comparar sus palatabilidades.

Nuestra hipótesis inicial es que el ZnSO₄ provoca un mayor rechazo que el ZnO a dosis terapéuticas. La dosis terapéutica considerada de referencia en esta prueba fue calculada para el lechón a partir de la utilizada en humana teniendo en cuenta el peso y consumo de los animales post-destete (300ppm).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 240 lechones de 8.3±1.4kg y 28±4 días de edad al destete. Los animales fueron distribuidos en 12 corrales (20 animales/corral) según el sexo y el peso inicial. En cada corral los animales tenían a su disposición una dieta control y una dieta tratamiento (double-choice test). Se utilizaron 6 dietas tratamiento según la fuente y dosis de zinc añadida: 1000, 2000 y 3000ppm de ZnO o 300, 600 y 900ppm de ZnSO₄. La palatabilidad de las dos fuentes se estudió de forma paralela en dos experimentos utilizando 6 corrales cada uno. Cada experimento siguió un diseño cross-over con 3 tratamientos y 3 periodos. Cada periodo duró 4 días. Al final de estos dos experimentos paralelos se realizó un tercer experimento comparando los tratamientos de 3000 ppm de ZnO y 900ppm de ZnSO₄ en todos los corrales.

El efecto del periodo se analizó en cada uno de los dos experimentos cross-over mediante medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED de SAS 9.1. Los factores fijos incluidos en el modelo fueron tratamiento, periodo e interacción. El corral se incluyó en el modelo como factor aleatorio. La preferencia mayor o menor al 50% de cada tratamiento se analizó por t-test mediante el procedimiento MEANS de SAS 9.1. Para la determinación de diferencias significativas se utilizó $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los dos primeros experimentos los animales mostraron una menor preferencia por los tratamientos de ZnO a 3000ppm (25,09% del consumo total, p-valor <0.001) y de ZnSO₄ a

600ppm y 900ppm (32,83% y 27,07%, p-valores=0.026 y 0,026, respectivamente) respecto a la dieta control. No se observaron diferencias en los resultados para los diferentes periodos. Este resultado significa que la fuente y la dosis habitualmente añadida como tratamiento preventivo y terapéutico en lechones (3000ppm ZnO) provoca rechazo a los animales si se les da oportunidad de escoger, mientras que la dosis terapéutica habitualmente utilizada en la diarrea infantil humana (300ppm ZnSO₄) no provoca rechazo a los lechones cuando se comparan con una dieta sin zinc. Incrementar las dosis de sulfato de Zn hasta 600 y 900ppm provoca un rechazo similar al ZnO 3000 ppm, a pesar de que su dosis son considerablemente inferiores. El aporte de Zn en 3000 ppm de ZnO es de 2410.4 mg/kg, el aporte de Zn en 600 y 900 ppm de ZnSO₄ es de 136.4 y 204.7 mg/kg respectivamente.

El rechazo de la dosis de 3000 ppm de ZnO contrasta con la no disminución o incluso el incremento en la ingestión de pienso descrito en la bibliografía por diferentes autores (Li et al., 2006) con la incorporación de dosis terapéuticas de ZnO al pienso. Es probable que la mejora que experimenta el animal en su salud en el caso de diarrea (Owusu-Asiedu et al., 2003) o que cambios fisiológicos observados con un tratamiento de ZnO (Li et al., 2006; Wang et al., 2009) actúen promoviendo el consumo en comparación con animales que no reciben ningún tipo de suplementación. En nuestro experimento no incluimos ningún tratamiento que solo consumiese dieta control. El no rechazo de la dieta con 300ppm indica que el ZnSO₄ podría ser una opción interesante a evaluar como posible tratamiento de diarreas en lechones.

En la comparativa del tercer experimento no se observaron diferencias en la preferencia de los animales expuestos a ZnO (3000 ppm) y ZnSO₄ (900 ppm) simultáneamente. Dado que las dos fuentes provocaron rechazo en los experimentos paralelos este resultado era esperable. Sin embargo es interesante señalar que los animales que previamente habían sido tratados con ZnSO₄ mostraron una preferencia numérica (p = 0.144) por el pienso que contenía ZnSO₄, lo que confirma una mayor aceptación sobre el producto conocida y neofobia sobre el más desconocido (ZnO).

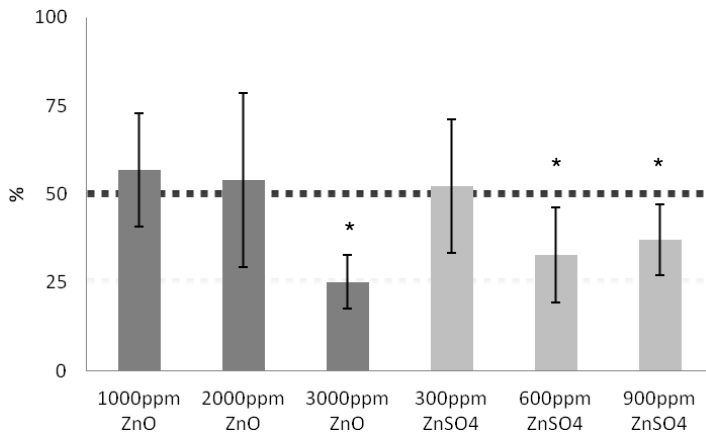
En siguientes experimentos se estudiará la efectividad de diferentes dosis de ZnSO₄ contra diarreas post destete. En caso de demostrarse efectividad frente a la diarrea a 300ppm sería una buena opción para prevenir diarreas en destete disminuyendo la contaminación ambiental. A dosis superiores podría ser conveniente encontrar fórmulas para evitar problemas de palatabilidad como ya se ha hecho en niños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WHO (2004) Clinical Management of acute diarrhoea. New York: World Health Organization/United Nations Children's Fund.
- WHO (2005) The treatment of diarrhoea. A manual for physicians and other senior health workers. Geneva: World Health Organization.
- Li, X., Yin, J., Li, D., Chen, X., Zang, J., Zhou, X. 2006. J Nutr. 136(7):1786-1791.
- Owusu-Asiedu, A., Nyachoti, C.M., Marquardt, R.R. 2003. J Anim Sci. 81:1790-1798.
- Wang, X., Ou, D., Yin, J., Wu, G., Wang, J. 2009. Amino Acids. 37:209-218.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por AGL 2009-07328 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Figura 1.



*Preferencia (en %) de los 6 tratamientos de zinc frente a una dieta sin zinc añadido. Los valores presentados son medias \pm Desviación estándar. *indica diferencias significativas respecto al valor neutro 50%.*

EVALUATION OF THE PALATABILITY OF ZINC OXIDE AND ZINC SULPHATE IN THE PIGLETS DIET

ABSTRACT: Therapeutic doses of in-feed ZnO (3000ppm) have become a common practice in some EU countries to prevent or treat diarrhea in weaning pigs. However, high doses Zn are not retained by the animals, provoking a high Zn excretion in the slurry and environmental concerns. Alternative more soluble sources of Zn, such as Zn sulphate (ZnSO₄), may allow for a likely reduction of in-feed Zn doses. However, the presence of soluble Zn in the mouth may provoke palatability problems and feed refusal.

In the present trial we evaluated the palatability of a range dose of ZnO and ZnSO₄ in feed by doing double-choice feeding trials. Two-hundred and forty 28 days old piglets were weaned and allocated by sex and weight in twelve pens (20 pigs / pen). Pens were initially distributed to six different treatments at random: 1000, 2000 and 3000 ppm of ZnO or 300, 600 and 900 ppm of ZnSO₄, performing two experiments and following a cross-over design for each Zn source with 3 treatments and 3 periods. The six treatments were compared with a control diet without any added zinc. Both, ZnO and ZnSO₄ showed a lower preference than the control diet at doses of 3000ppm for ZnO (25.09% of the total intake, p-value=0.0005) and 600 ppm and 900 ppm for ZnSO₄ (32.83% and 27.07%, p-values=0.0259 and 0.0261, respectively). On a third experiment 3000 ppm of ZnO was compared vs 900 ppm of ZnSO₄ in all pens. Animals fed previously on ZnSO₄ showed a preference for the ZnSO₄ (62%), animals fed on ZnO did not show any preference.

Keywords: Zinc-oxide, Zinc-sulphate, palatability, piglets

INFLUENCIA DEL NIVEL ENERGÉTICO Y LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO (*Bacillus licheniformis* y *Bacillus subtilis* en relación 1:1) SOBRE EL RENDIMIENTO DE LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE

Gómez-Fernández¹, J., De Mercado¹, E., Tomás², C., Gómez-Izquierdo¹, E.
Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla (Segovia). ²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe (Castellón).
E-mail: *gomferjs@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

La fase de transición supone un cambio drástico desde el punto de vista nutricional, planteando dos retos: conseguir la máxima ingestión de pienso tras el destete y ajustar adecuadamente, tanto en preásterter como en estárter, el porcentaje de nutrientes (González Mateos *et al.*, 1999; Medel *et al.*, 1999; Daza, 2005). El crecimiento del lechón va a depender del aporte correcto de proteína en cantidad y calidad (aminoácidos según proteína ideal), jugando un papel decisivo, teniendo en cuenta su baja capacidad de ingestión, la concentración energética del pienso y las materias primas. La presencia de aditivos que faciliten la digestibilidad de la ración, es una práctica habitual. Con este propósito, se vienen estudiando diferentes cepas bacterianas con actividad probiótica: aquéllas que, adicionadas en el pienso, logran colonizar el tracto gastrointestinal de los animales, presentando efectos zootécnicos positivos (Blanch, 2005; Bernardeau y Vernoux, 2009).

En la fase preásterter del estudio planteado, trabajaremos con la adición de un probiótico (*Bacillus licheniformis* y *Bacillus subtilis* en relación 1:1 (BIBs)), que se unirá en estárter a dos piensos isoproteicos que difieren en el porcentaje de las mismas materias primas y en el nivel energético. El objetivo será valorar la posible sinergia entre las dos variables indicadas: probiótico y concentración energética.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron utilizados un total de 192 lechones (50% de cada sexo; machos enteros), con un peso inicial de $6,8 \pm 1,5$ kg, y genética (Large White-Pietrain) x (Large White-Landrace). Los animales, identificados previamente, se agruparon en función del peso inicial y el sexo, en dos salas, con ocho departamentos de $3,78 \text{ m}^2$ cada una, comedero de seis bocas y bebedero de chupete. El **diseño** fue al azar con 4 tratamientos, en la fase preásterter iguales dos a dos (2 controles: A, C; y 2 con 400 ppm de aditivo: B, D), y en la de estárter dos piensos que diferían en la energía disponible (A, B: 2443 kcal EN/kg; C, D: 2493 kcal EN/kg) y en la presencia (B, D) o ausencia (A, C) del mismo aditivo (400 ppm), de acuerdo con la Tabla 1. El pienso se suministró *ad libitum*, siendo en harina durante el preásterter y en gránulo de 2,5 mm durante el estárter. El resultado del análisis calculado de los piensos se presenta en la Tabla 2. Hubo 16 réplicas experimentales en total, cuatro por tratamiento y 12 lechones en cada una de ellas (unidad experimental: mitad de cada sexo).

Los animales se pesaron individualmente con 22 días de vida (d/v), 36 d/v, 44 d/v y 61d/v, controlando el crecimiento medio diario (GMD), el consumo medio diario (CMD) y la transformación (IC), así como el estado sanitario. Los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG del SAS® (1999), siendo el pienso el efecto principal y el peso inicial la covariable; el efecto de la sala (bloque) se retiró del modelo al no ser significativo ($P > 0,05$). Se realizó un análisis de covarianza con el siguiente modelo:

$Y_{ij} = \mu + \text{TTO}_i + \alpha\text{P}_0 + \epsilon_{ij}$, donde: Y: variable productiva (Peso, GMD, CMD e IT), μ : media general, TTO: pienso, α : coeficiente de regresión parcial entre P0 e Y, P0: peso inicial covariable y ϵ : error residual. Asimismo, se calcularon los contrastes C1 (AC vs BD), C2 (AB vs CD), C3 (A vs BCD) y C4 (C vs BD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 expresa los datos productivos según el tratamiento y la fase experimental de los animales. Durante la fase preásterter (22-44 d/v), incluyendo los dos periodos (22-36 y 36-44 d/v), no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), con un IC elevado, debido a la presentación del pienso en forma de harina. En estárter (44 a 61 d/v), el IC se mostró significativamente mejor en los tratamientos A y D en relación con el B ($P < 0,05$). En el periodo global (22 a 61 d/v), las desigualdades numéricas de CMD y GMD, se tradujeron en diferencias significativas ($P < 0,05$) en el IC del tratamiento D en relación con el B, y en sólo

una tendencia entre A y C ($P < 0,10$). En un trabajo similar al nuestro, Castellanos *et al.* (2008) sí encontraron un efecto significativo con la misma combinación probiótica en los índices productivos de lechones en el postdestete, si bien, estos eran hijos de madres que habían recibido el correspondiente probiótico durante la lactación.

El efecto del pienso más energético (fase estárter), se pone de manifiesto exclusivamente con la adición del probiótico. Posiblemente, al aumento de energía, aunque mínimo (+ 2% en C y D), se suma la actividad del probiótico, facilitando la asimilación del pienso, y mejorando el IC tanto en estárter como a nivel global ($P < 0,05$); por el contrario, el B empeora el IC a pesar de incluir la misma cantidad de probiótico. Hay una íntima relación energía/proteína/aminoácidos limitantes (Seve, 1994; G. Mateos, et al., 1999; Gaudré et al., 2007); cualquier mínimo desajuste en estos nutrientes, supone una pérdida de eficacia en el rendimiento, más si tenemos en cuenta el desconocimiento existente a edades tempranas, como es el caso (FEDNA, 2006). Los resultados obtenidos no dejan de ser llamativos, al igual que los indicados por Simon *et al.* (2001) y Canibe (2007) en la revisión de trabajos con probióticos en lechones que llevan a cabo. En ellos, la eficacia del aditivo se muestra muy variable, dependiendo del individuo, de la composición de la dieta, dosificación, procesado en fábrica, en el propio tracto intestinal (Swick, 1996), en la deficiente unión a células intestinales, sobre todo del colon (Brizuela, 2003), en la falta de especificidad hacia la especie receptora (Jurado *et al.*, 2009; Ávila *et al.*, 2010), o debido a la edad de los animales (Chinea *et al.*, 2005). Las condiciones sanitarias de los lechones también influyen decisivamente (Bernardeau y Vernoux, 2009).

Los contrastes valorados no mostraron información adicional de interés y no se indican en los resultados de la Tabla 3.

Podemos concluir, que en nuestras condiciones experimentales, el probiótico junto a un pienso enriquecido, mejoraron el IC en la fase estárter y a nivel global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, J., Ávila, M., Tovar, B., Brizuela, M., Perazzo, Y. & Hernández, H. 2010. Revista Científica FCV-LUZ 20: 161-169.
- Bernardeau, M. & Vernoux, J.P. 2009. Filière Avicole et Cunicole Wallonne, 1-10.
- Blach, A. 2005. Aditivos zootécnicos: probióticos.
- Brizuela, M. 2003. Tesis Doctoral. ICIDCA, Cuba. 101 pp.
- Canibe, N. 2007. XXIII Curso de Especialización FEDNA.
- Castellanos, A. Rentarías, F., Cuarón, I. J. & Mejía, G. 2008. III Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal, CLANA. Cancún, Quintana Roo, México.
- Chinea, R., Rodríguez, J. C., Hernández, J. E. & Calero, I. 2005. VII Congreso Centroamericano y del Caribe de Porcicultura. La Habana, Cuba. p. 463-468.
- Daza, A. 2005. Mundo ganadero, 174, 52-56.
- FEDNA. 2006. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Ed FEDNA, 55 pp.
- Gaudré, D., le Bellego, L., Granier, R., Ernandorena, V. & Quiniou, N. 2007. J. Rech. Por., 39, 103-110.
- González Mateos, G., Salado, S. & Medel, P. 1999. Producción porcina: aspectos claves.
- Jurado, H., Aguirre, D. & Ramírez, C. 2009. Revista MVZ Córdoba, 14: 1723-1735.
- Medel, P., Latorre, M. A. & Mateos, G. G. 1999. XV Curso de Especialización FEDNA.
- SAS. 1999. User's guide. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Simon, O., Jadamus, A. & Vahjen, W. 2001. J. Anim. Feed Sci. 10-1, 51-67.
- Swick R., 1996. ASA Technical Bulletin, AN04: 1-9.
- Seve, B. 1994. Productions Animales, 7, 275-291.

INFLUENCE OF THE ENERGY LEVEL AND THE ADDITION OF A PROBIOTIC (*BACILLUS LICHENIFORMIS* AND *BACILLUS SUBTILIS* 1:1) IN THE PERFORMANCE OF WEANED PIGS

ABSTRACT: A total of 192 pigs (50% of each sex), with average body weight of 6.8 ± 1.5 kg, and genetic (Large White-Pietrain) x (Large White-Landrace), were used to value the effect of a probiotic in the stages of prestarter and starter, and two level of energy in starter feed. The piglets were allocated in a randomized complete block design, by body weight and sex, in two rooms, with 8 departments, and 12 piglets half of each sex (N=16, n=4). They were four dietary treatment: prestarter: A, C: control; B, D: control + 400 ppm of probiotic; starter: two feeds with different energy (A, B: 2443 kcal EN/kg; C, D: 2493 kcal EN/kg) and the same probiotic (400 ppm) in B, D. Feed was given *ad libitum*, being in flour during prestarter and pellets of 2.5 mm during the estarter.

In prestarter (22-44 days of age) there were not significant differences ($P>0.05$), however in starter (44-61 days of age) A, D improved the feed conversion of B ($P<0.05$). Overall (22-61 days of age) the conversion was better in D than in B ($P<0.05$). We conclude that under our experimental conditions, the probiotic together with an enriched feed improved the feed conversion in starter period and overall.

Keywords: piglet, probiotic, feed, energy.

Tabla 1: Diseño experimental según las fases y piensos. Ps: control prestarte; BIBs: probiótico; St1: estarte 1; St2: estarte 2.

Tratamientos	Prestarte (22 - 44 d/v)	Estarte (44 - 61 d/v)
A	Ps	St1
B	Ps+BIBs	St1+BIBs
C	Ps	St2
D	Ps+BIBs	St2+BIBs

Tabla 2: Análisis calculado de los diferentes piensos

Nutrientes %	Ps	St1	St2
Humedad	8,7	10,7	11,1
Proteína bruta	21,47	17,19	17,23
Grasa bruta	5,68	5,5	6,15
Fibra bruta	1,98	3,18	3,13
Cenizas	6	6,2	6,22
Lisina total	1,85	1,27	1,34
EN kcal	2719	2443	2493

Tabla 3: Resultados experimentales según tratamientos y fases productivas

Variables ¹	Pensos (N=16)				EEM ²	P ³
	A	B	C	D		
22-36 d/v						
CMD	0,297	0,290	0,328	0,309	0,010	0,11
GMD	0,176	0,176	0,205	0,196	0,011	0,20
IC	1,69	1,68	1,60	1,58	0,057	0,46
36-44 d/v						
CMD	0,569	0,544	0,582	0,584	0,020	0,49
GMD	0,414	0,392	0,400	0,429	0,017	0,45
IC	1,37	1,39	1,46	1,36	0,038	0,29
22-44 dv						
CMD	0,396	0,383	0,420	0,409	0,013	0,24
GMD	0,266	0,258	0,276	0,280	0,011	0,46
IC	1,49	1,49	1,53	1,46	0,037	0,61
44-61 d/v						
CMD	0,834	0,887	0,816	0,809	0,030	0,30
GMD	0,507	0,496	0,493	0,528	0,015	0,35
IC	1,65 ^b	1,79 ^a	1,66 ^{ab}	1,53 ^b	0,045	0,01
22-61 d/v						
CMD	0,587	0,603	0,593	0,583	0,019	0,88
GMD	0,369	0,360	0,370	0,388	0,011	0,32
IC	1,59 ^{ab}	1,68 ^a	1,60 ^{ab}	1,50 ^b	0,034	0,03
P1 (36 d/v)	9,45	9,45	9,86	9,73	0,152	0,19
P2 (44 d/v)	12,84	12,66	13,07	13,16	0,231	0,45
P3 (61 d/v)	21,39	21,02	21,44	22,14	0,109	0,32

¹d/v: días de vida; CMD: consumo medio diario kg; GMD: Ganancia media diaria kg; IC: Índice de conversión kg/kg; P: peso kg. ²Error Estándar de la Media. Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas ($P<0,05$). $n=4$. ³Valor de la significación estadística P.

INFLUENCIA DE LA MICRONIZACIÓN Y EL ORIGEN DE LA HARINA DE SOJA EN LOS REDIMIENTOS PRODUCTIVOS EN LECHONES DESTETADOS

J.D. Berrocoso, E.A. Monteserín, L. Cámara, M.P. Serrano, R.P. Lázaro, y G.G. Mateos¹

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

Correo electrónico: gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

La harina de soja (HS) es la fuente de proteína de elección en dietas para cerdos. La HS contiene diversos factores anti nutricionales (FAN), tales como los inhibidores de tripsina (IT; Huisman y Jansman, 1991) y los oligosacáridos (Clarke y Wiseman, 2005) que afectan al crecimiento y limitan los niveles de inclusión en dietas para lechones. El procesado térmico del haba y su composición (De Coca-Sinova et al., 2008) afectan al contenido de nutrientes así como la respuesta de los animales a su inclusión en piensos. Morgan et al. (1984) y Dilger et al. (2004) han demostrado que un aumento en el contenido de fibra bruta de la dieta o de la HS utilizada disminuye la digestibilidad de los nutrientes en monogástricos y De Coca-Sinova et al. (2008) observaron una relación lineal entre el contenido de proteína bruta (PB) y la digestibilidad de los aminoácidos en HS. Por lo tanto, la inclusión de HS de alto contenido en PB (AP-HS) en sustitución de HS de menor contenido proteico (BP-HS) podría mejorar el crecimiento de los lechones. Los concentrados de soja (CPS) tienen un alto contenido en PB y bajo contenido de fibra bruta y en FAN (Shon et al., 1994). Por lo tanto, la sustitución de HS por CPS, podría mejorar el rendimiento de los cerdos al destete. Los efectos del tamaño medio de partícula (TMP) del pienso sobre el crecimiento es un tema de debate (Goodband et al., 1995). La mayoría de estudios llevados a cabo con cereales han encontrado una relación directa positiva entre la GMD y el índice de conversión (IC) en cerdos (Goodband y Hines, 1988; Healy et al., 1994). Sin embargo, los resultados disponibles sobre los efectos de la molienda fina de la HS sobre la productividad en lechones son escasos y no concordantes (Fastinger y Mahan, 2003; Lawrence et al., 2003; Valencia et al., 2008). El objetivo de este experimento fue evaluar los efectos de la inclusión de diferentes tipos de soja en los que variaba el contenido de PB y el tamaño de partícula sobre el crecimiento de los lechones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 288 lechones recién destetados con una edad media de 28 ± 3 d de edad de 28-56 días. El experimento (28-56 de de vida) fue completamente al azar con 6 piensos y 8 réplicas por pienso. La unidad experimental fue el departamento (6 cerdos). Los cerdos se pesaron individualmente y el consumo de alimento se midió por réplica a los 28, 35, 42, 49, y 56 días de edad. La GMD, CMD y el IC se calcularán a partir de estos datos por período y para el global de la prueba. Se formularon dietas en gránulo con un 9,5% de harina pescado y con contenido similar de nutrientes (21% PB, 1,5% Lys total y 10,5% de lactosa) pero que variaba en el origen de la HS utilizada que suministraba 6,5 % de la PB del pienso en todos los casos. Había un control negativo que incluía 15,8 % de BP-HS (HS con 44% PB) y un control positivo que incluía 10 % de CPS (65% CP) en sustitución de la BP-HS. Las otras 4 dietas formaban un factorial con dos orígenes de la AP-HS (HS con 49 % PB; USA o Argentina) y dos tamaños de partícula (molido, 881 μ m vs. micronizada, 60 μ m). Los datos se analizaron como un diseño completamente al azar con el tipo de dieta como efecto principal, utilizando el procedimiento GLM de SAS. Además, se realizaron los siguientes contrastes ortogonales: 1) CPS vs. dietas con HS, 2) BP-HS (44% CP) vs. AP-HS (49% PB), 3) micronizado vs. molido de las AP-HS, 4) AP-HS de origen ARG vs. AP-HS de origen EE.UU. y 5) interacción entre el origen de la AP-HS y el grado de molienda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de pienso no afectó a los rendimientos productivos de los lechones al final de la prueba. En general, el tamaño de partícula de la AP-HS tuvo poco efecto sobre el rendimiento productivo a excepción del IC durante la primera semana post-destete, y el consumo durante la segunda semana, que fueron mejores para los cerdos que recibieron AP-HS micronizada. Valencia et al. (2008) utilizando un tamaño de partícula y unos porcentaje de inclusión similares a los nuestros no encontraron efecto alguno de la micronización de la HS sobre la productividad en lechones. La molienda fina puede mejorar el consumo de alimento y la digestibilidad de los nutrientes, pero también afecta a la motilidad y el estado general de salud del cerdo. Ambos efectos se contrarrestan entre sí pudiendo modificar la magnitud de la respuesta observada. No hemos encontrado ninguna investigación que compare el origen del haba o el contenido en PB de la HS sobre el crecimiento de los lechones. Mateos et al. (2010) reportaron que la composición química (fibra dietética, sacarosa, contenido de PB y el perfil de AA) y la calidad de la PB de las HS medida en base a solubilidad en KOH, PDI, y TIA difería entre HS; las HS USA tenían más PB, lisina y sacarosa y menos FND que las HS Argentinas. Además, la solubilidad en KOH y PDI fue superior para las HS USA que para las HS Argentinas. De Coca-Sinova et al. (2008) observaron una relación positiva entre el nivel de PB de la HS y la digestibilidad de los AA en pollos. En el estudio actual, el contenido en PB de la HS no afectó los rendimientos productivos de los lechones en ninguno de los períodos estudiados. Además, los lechones alimentados con CPS tuvieron un crecimiento similar al de los lechones alimentados con HS, ya fuera esta AP-HS o BP-HS, resultados que concuerdan con el informe de Lenehan et al. (2007). Por otra parte, aunque no fue significativa, los lechones alimentados con CPS comieron 8 % menos de 27-35 días y 3 % menos de 35-42 días de edad, que los lechones alimentados con HS. Probablemente, el CPS utilizado, debido quizás al alto nivel de inclusión, disminuyó la palatabilidad de la dieta causando una depresión del consumo. Estos datos concuerdan con los resultados de Lenehan et al. (2007) . Se concluye que la micronización de la harina de soja mejora la conversión alimenticia y el consumo en cerdos jóvenes durante los primeros días post-destete, pero que el efecto desaparece con la edad. La inclusión de productos de soja de alto valor añadido, tales como el concentrado de soja y la soja micronizada podría no estar justificada en lechones de mayor edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clarke, E., & J. Wiseman. 2005. *Anim. Feed Sci. Technol.* 121:125–138. •De Coca-Sinova, A. D., G. Valencia, E. Jiménez-Moreno, J. M. González-Alvarado, R. Lázaro, & G. G. Mateos. 2008. *Poult. Sci.* 87:2613-2623. •Dilger, R. N., J. S. Sands, D. Ragland, & O. Adeola. 2004. *J. Anim. Sci.* 82:715–724. •Fastinger, N. D., & D. C. Mahan. 2003. *J. Anim. Sci.* 81, 697–704. •Goodband, R. D., & R. H. Hines. 1988. *J. Anim. Sci.* 66:3086–3093. •Goodband, R. D., M. D. Tokach, & J. L. Nelssen. 1995. MF-2050. Feed Manufacturing, Manhattan, KS. •Healy, B. J., J. D. Hancock, G. A. Kennedy, P. J. Bramel-Cox, K. C. Behnke, & R. H. Hines. 1994. *J. Anim. Sci.* 72:2227-2236. •Huisman, J. A., & J. M. Jansman. 1991. A literature review. *Nutr. Abstr. Rev. B* 61:901-921. •Lawrence, K. R., C. W. Hastad, R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, J. M. & De Rouchey, y M. J. Webster. 2003. *J. Anim. Sci.* 81:2118–2122. •Lenehan, N. A., J. M. De Rouchey, R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, C. N. Groesbeck y K. R. Lawrence. 2007. *J. Anim. Sci.* 85:3013–3021. •Mateos, G. G., M. P. Serrano, S. Sueiro, M. González, M. Hermida, P. G. Rebollar & R Lázaro. 2010. *J. Anim. Sci.* 88:495-496. •Morgan, C. A., C. T. Whittemore, P. Phillips, & P. Crooks. 1987. *Anim. Feed Sci. Technol.* 17:81 •Sohn, K. S., C. V. Maxwell, D. S. Buchanan, & L.L. Southern. 1994. *J. Anim. Sci.* 72:622630. •Valencia, D. G., M. P. Serrano, R. Lázaro, M. A. Latorre, & G. G. Mateos. 2008. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147:340-356.

Tabla I. Influencia de la dieta sobre la GMD (g), el CMD (g), y el IC de lechones de 28 a 56 días de edad.

Fuente HS	Origen	Procesado	28 a 35 d			35 a 42 d			28 a 56 d		
			GMD	CMD	IC	CMD	CMD	IC	CMD	CMD	IC
AP-HS ¹	ARG ²	Microniz.	150	133	0.933	368	371	1.007	379	439	1.158
AP-HS	ARG	Molido	133	133	1.051	349	351	1.010	366	431	1.181
AP-HS	USA	Microniz.	151	133	0.888	349	363	1.004	372	431	1.157
AP-HS	USA	Molido	144	143	0.995	351	343	0.963	361	414	1.146
BP-HS ³	ARG	Molido	148	140	0.960	334	346	1.052	360	425	1.186
CPS ⁴		Molido	130	125	1.054	355	347	0.980	350	414	1.185
EEM (n=8)			13.7	9.5	0.067	10.1	10.4	0.028	10.7	10.8	0.018
Efectos principales											
Procesado											
		Micronizado	151	133	0.910	365	367	1.006	375	435	1.157
		Molido	139	138	1.020	353	347	0.986	363	422	1.163
Origen											
		Arg AP	141	133	0.992	358	361	1.008	372	435	1.169
		USA AP	148	138	0.942	359	353	0.984	366	422	1.152
Probabilidad											
Modelo general			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CPS vs. HS			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
BP-HS vs. AP-HS			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Micro. Vs. Molido AP-HS			NS	NS	0.066	NS	0.061	NS	NS	NS	NS
ARG vs. USA AP-HS			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹ Harina de soja con 49% PB.

² Origen Argentina.

³ Harina de soja con 44% PB.

⁴ Concentrado de proteína de soja con 65% PB

EFFECTS OF ORIGINS AND MICRONIZATION OF SOYBEAN MEAL ON PRODUCTIVE PERFORMANCE IN WEANLING PIGS

ABSTRACT: A study was conducted to test the effect of crude protein (CP) content of the soybean meal (R-SBM, 44% CP vs. HP-SBM 49% CP) and fine grinding (micronization) of the HP-SBM on growth performance of piglets from 27 to 56 days of age. Six pelleted diets with similar nutrient content but based on different sources of SBM meal that supplied 6.5% of dietary CP in all cases, were used. There were a negative control diet that included 15.8 % of a R-SBM and a positive control diet that included 10 % soy protein concentrate (SPC) in substitution of the R-SBM. The other 4 diets were arranged factorially with two sources of HP-SBM of USA or Argentinean origin and two geometric mean diameter of the HP-SBM (ground, 881 µm vs. micronized, 60 µm). Each treatment was replicated 8 times (6 pigs per pen). From 27 to 56 d of age, diet did not affect growth performance of piglets. Piglets fed the micronized HP-SBM tended to have better G:F (0.91 vs. 1.00; P<0.1) from 28 to 35 d of age and higher ADFI (367 g vs. 347 g; P=0.06) from 35 to 42 d of age than piglets fed the ground HP-SBM. It is concluded that inclusion of SPC in the diet in substitution of R-SBM or HP-SBM did not benefit growth performance at any age. Micronization of the HP-SBM improved G:F during the first wk post-weaning. The utilization in piglet diets of added value soy products presents little advantage in terms of growth performance over the use of high-protein SBM.

Key words: micronization, piglet performance, soybean meal, soy protein concentrate.

EFFECTO DE UN APORTE REDUCIDO DE VITAMINA E NATURAL EN EL AGUA DE BEBIDA SOBRE LA ACUMULACIÓN DE α -TOCOFEROL EN LOS TEJIDOS DE LECHONES TRAS EL DESTETE

Amazan, D.¹, Rey A. I.¹, López, R.², Coscojuela, P.² y López-Bote, C.J.¹

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense.28040 Madrid.

² Prebia Feed Extracts, S.L. Pza. del Pan, 11. Talavera de la Reina. Toledo
e-mail:anarey@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

La vitamina E es un nutriente importante para la salud de los animales. Debido a su potente acción antioxidante protege a las células del daño oxidativo ejerciendo de este modo un efecto positivo en distintos sistemas del organismo (Mahan et al., 2000).

La vitamina E principalmente utilizada en la formulación de piensos ha sido la forma sintética (all-rac-alfa tocoferol acetato). Sin embargo, ésta difiere de la forma natural. Así, mientras la vitamina E sintética (all-rac alfa tocoferol) está constituida por una mezcla de 8 estereoisómeros con distinta actividad biológica, la forma natural posee una única forma estereoisomérica (RRR-alfa-tocoferol) que es más activa biológicamente. Varios estudios han demostrado además que la forma natural es preferentemente incorporada a los tejidos frente a la forma sintética (Lauridsen et al., 2002), debido a la discriminación de las distintas formas estereoisoméricas por la proteína de transferencia del tocoferol (Hosomi et al., 1998). Dicha equivalencia entre la vitamina E natural y sintética se considera 2:1 en el lechón lactante (Lauridsen et al., 2002), lo que implica una mayor eficiencia de utilización de la forma natural.

Por otra parte, el stress que acompaña al lechón tras el destete unido al menor consumo de alimento desencadena una disminución de los niveles de tocoferol en suero y reservas en los tejidos, con importantes consecuencias en su salud, rendimientos productivos, etc, lo que podría suponer grandes pérdidas económicas. Ello ha desencadenado el interés por la búsqueda de estrategias que eviten dicho descenso. En este sentido Wilburn et al. (2008) ha propuesto el agua de bebida como una vía eficaz para incrementar los niveles de tocoferol durante el post-destete, puesto que el consumo de agua no se ve tan severamente afectado. Además dichos autores demostraron que a altas concentraciones (50, 100 y 150 IU/l) la vitamina E natural en el agua de bebida también resultó ser más eficaz que la sintética en pienso estimando un ratio agua:pienso incluso inferior a 2, no existiendo más estudios sobre el tema.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la utilización de bajas concentraciones de vitamina E natural (1:2 vs 1:3, relación natural:sintética) administrada en el agua de bebida o en el pienso en su forma sintética (12,5 mg/kg), sobre la acumulación de alfa-tocoferol en distintos tejidos de lechones a los 39 días de edad (10 días tras el destete) con el objeto de tratar de obtener una dosis mínima a administrar en agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron 144 lechones Large-WhitexLandrace x Pietrain machos y hembras. Durante la lactación sus madres recibieron un pienso suplementado con 50 mg/ kg de vitamina E sintética. Los lechones se destetaron a una edad de 28 días, momento a partir del cual se les proporcionó un pienso preestarter suplementado con niveles basales de vitamina E hasta el momento del sacrificio a los 39 días. Durante este periodo, desde el destete a los 39 días, se establecieron tres grupos en función de la suplementación de vitamina E. Un grupo se suplementó con 6.75 mg/l (ratio 2:1, sintética:natural), otro grupo con 4,5 mg/l (ratio 3:1, sintética:natural) y un tercero no se suplementó en el agua sino en el pienso con 12,5 mg/kg (dl-alfa tocoferol acetato) (valores cercanos a los requerimientos mínimos que establece el NRC de 16 UI/kg para lechones

destetados). La unidad experimental fue el corral y cada tratamiento contó con 8 réplicas. El producto utilizado para la suplementación de vitamina E en el agua de bebida fue Vitapherole H2E (d-alfa tocoferol) (VitaeCaps, S.A., Talavera de la Reina) que se administró en los distintos sistemas automatizados de distribución de agua a las dosis calculadas a razón de 1,5 mg/lechón/día (1:2) y 1 mg/lechón/día (1:3) (1 ml de producto equivale a 70 mg) de forma simultánea en cada tratamiento.

A los 39 días los lechones se sacrificaron a un peso medio de 8,07 (± 1.65) y se procedió a la toma de muestras de suero (por centrifugación de las muestras de sangre), músculo *longissimus dorsi*, grasa e hígado, que fueron envasados al vacío y conservados a -20°C hasta el momento del análisis.

Para la determinación de la concentración de α -tocoferol, en suero, músculo e hígado se utilizó el método directo de extracción sin saponificación previa (Rey et al., 1996). Para la determinación de la concentración de α -tocoferol en la grasa se saponificó previamente la muestra y se siguió el procedimiento descrito por Rey et al. (2006).

La susceptibilidad del suero a la oxidación se determinó por una modificación del método de Kornburst y Mavis (1980) en el que se procedió a la inducción a la oxidación en presencia de FeSO_4 durante 15 min.

El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento proc glm del paquete estadístico SAS (1999). El contraste de medias se realizó por medio de un test de Duncan. Las medidas de oxidación a lo largo del tiempo se evaluaron con un test de medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico 1 aparece la acumulación de vitamina E (α -tocoferol) en distintos tejidos (suero, músculo, grasa e hígado). No existen datos en la bibliografía de la acumulación de tocoferoles con la utilización de concentraciones en el agua de bebida similares a las descritas en el presente estudio. En un trabajo en el que se utilizaron concentraciones superiores de 50 UI/l de vitamina E natural o sintética en el agua durante 21 días (Wilburn et al., 2008), se obtuvieron valores de acumulación en los tejidos similares. Si bien dichos autores realizaron un destete anterior (18 días) y parten de valores iniciales de vitamina E en suero (3,4 $\mu\text{g/g}$) bastante cercanos a los que encontramos en el presente estudio (2 $\mu\text{g/g}$).

Es interesante observar que el contenido en α -tocoferol a los 39 días de edad no se vio afectado de forma significativa ($P > 0.05$) en ninguno de los tejidos estudiados como consecuencia de la suplementación de vitamina E sintética en el pienso o a concentraciones inferiores de $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ de la forma natural en el agua durante 10 días post-destete. Teniendo en cuenta el stress que supone para el lechón el destete y el descenso acusado en vitamina E que experimenta a partir de este momento, los resultados observados indicarían una más eficiente acumulación de la forma natural alcohol cuando se administra en agua que la utilización de la forma sintética en pienso. Resultados similares han sido descritos por Wilburn et al. (2008). Además, es de gran interés observar que la acumulación de α -tocoferol en los tejidos estudiados no siguió una tendencia lineal a las dosis empleadas puesto que los animales suplementados con $\frac{1}{3}$ alcanzaron valores similares de α -tocoferol que cuando se suplementaron con la dosis correspondiente a $\frac{1}{2}$. Incluso la concentración de vitamina E en el tejido adiposo de los lechones suplementados con las dosis más bajas en el agua llegaron a superar numéricamente al resto de los grupos aunque dichas diferencias sólo tendieron a ser significativas ($P = 0.17$). Wilburn et al. (2008) también indica que el ratio de suplementación agua:pienso podría ser incluso $\leq 2:1$. En vista de los resultados, parece que en situaciones límite (cuando administramos dosis inferiores a lo estipulado en el NRC, 1998), la absorción y acumulación parece más eficiente que con la utilización de concentraciones más altas en las que podría producirse cierta saturación de la enzima alfa-tocoferol transferasa en un aparato digestivo todavía inmaduro.

El estatus oxidativo del lechón se evaluó induciendo a la oxidación las muestras de suero recogidas a los 39 días (gráfico 2). Las concentraciones de MDA se incrementaron con el tiempo de incubación de forma significativa ($P < 0.001$), aunque no se observaron diferencias

en los valores de oxidación según el tratamiento ($P>0.05$) tal y como era de esperar y teniendo en cuenta que la concentración de α -tocoferol en el suero no fue distinta estadísticamente.

A tenor de los resultados obtenidos en el presente trabajo se establece una suplementación equivalente sobre la acumulación de tocoferoles en los tejidos de 1:3 (natural agua:sintética pienso) tomando como referencia concentraciones en el pienso cercanas a los requerimientos mínimos establecidos en el NRC en lechones destetados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kornburst, D. J. & Mavis, R.D. 1980. *Lipids* 15: 315-322. • Lauridsen, C., Engel, H., Jensen, S. K., Morrie, A. C. & Traber, M. G. 2002. *J. Nutr.* 132: 1258–1264 • Mahan, D. C., Y.Y. Kim & R.L. Stuart. 2000. *J. Anim. Sci.* 78:110-119. • Hosomi, A., ARita, M., Sato, Y., Kiyose, C., Ueda, T., Igarashi, O., Arai, H. & Inoue, K. 1998. *FEBS Lett.* 409:105-108. • Rey, A. López-Bote, C., Soares, M. & Isabel, B. 1996. *Grasas y Aceites* 47: 331 • Rey, A., Daza, A., López-Carrasco, C. & López-Bote, C.J. 2006. *Animal Sci.* 82: 901-908. • Wilburn, E. E., Mahan, D. C., Hill, D. A., Shipp, T. E. & Yang, H. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 584-591. • SAS. 1999. *Statistics. In SAS user's guide.* Cary, NC: Statistical Analysis SystemInst. Inc.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias al proyecto: CDTI IDI-20090944. VitaeCaps, S. A. proporcionó la vitamina E natural.

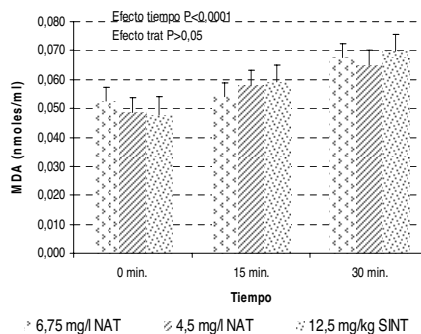
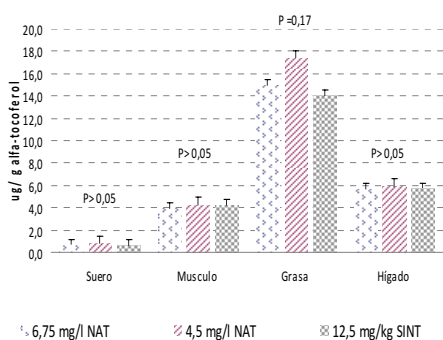


Figura 1. Acumulación de α -tocoferol en los tejidos **Figura 2.** Oxidación inducida de suero

EFFECT OF LOW-LEVEL OF NATURAL VITAMIN E ADMINISTRATION IN DRINKING WATER ON α -TOCOFEROL ACCUMULATION IN TISSUES FROM WEANED PIGLETS

To assess this study, weaned piglets (at 28 days) received three dietary treatments until 39 days of age: (1) 12,5 mg alpha tocopheryl acetate/kg feed (2) 6,75 mg/l d-alpha tocopherol in drinking water (ratio 1:2) (3) 4,5 mg/l d-alpha tocopherol in drinking water (ratio 1:3). α -Tocoferol accumulation was not significantly affected in any of the tissues analysed which would indicate a more efficient absorption of natural vitamin E in drinking water than the synthetic source in feed. Moreover, the lowest supplementation in drinking water (group 1:3) led to similar concentrations of vitamin E in tissues than the group supplemented with higher concentration (group 1:2). Consequently, when weaned piglets are fed under the minimum established requirements the minimum natural vitamin E supplementation to produce an equivalent tissues vitamin E concentration would be establish at 1:3 (water:feed).

Keywords: piglet, natural vitamin E, drinking water

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ALOJAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DURANTE LA GESTACIÓN SOBRE EL ESPESOR DE GRASA DORSAL, CONDICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE CERDAS PRIMERIZAS

Muns, R.¹, Agostini, P.S., Forcadell, M., Gasa, J.

¹Grup de Nutrició, Maneig i Benestar Animal. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. UAB. Facultat de Veterinària, Bellaterra 08193. ramon.muns@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Según dispone la directiva europea 2001/88/CE, a partir de enero de 2013, todas las cerdas se deben alojar en grupos entre el primer mes de gestación y unos días antes del parto. La adaptación a las nuevas condiciones supone un cambio estructural de las explotaciones y una readaptación del manejo de los animales para no comprometer la productividad. Las decisiones más críticas son la elección del sistema de alimentación a utilizar y el tamaño y naturaleza (estática o dinámica) de los grupos. Desafortunadamente no existe un método ideal; las características de cada explotación, el censo y la experiencia y capacidad de la mano de obra van a determinar el sistema a escoger en cada caso.

En general al comparar distintos sistemas de alojamiento en grupo no se observan diferencias evidentes en el rendimiento al parto o durante la lactación aunque si pueden diferir en la tasa de partos, especialmente cuando los grupos se confeccionan en las primeras semanas de gestación (Spoolder et al. 2009). Con todo no es muy común comparar sistemas de alojamiento-alimentación manteniendo constante el tamaño del grupo. El objetivo es comparar los resultados productivos de cerdas gestantes alojadas en jaula o en grupos estáticos de 10 animales y alimentados con dos sistemas diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 82 cerdas primíparas (LDxLW). A las cuatro semanas de gestación los animales, equilibrados en espesor de grasa dorsal, se distribuyeron en tres tipos de alojamiento: jaulas individuales (T-1, n=26), grupos de 10 animales y alimentación con caída lenta (T-2, n=30) y grupos de 10 animales y alimentación con tolva electrónica evoffed[®] (Erra Tecni-Ram S.L., Spain) (T-3, n=26). El día 15±2 de gestación (previo a su distribución a los distintos tipos de alojamiento durante la gestación) se midió el espesor de grasa dorsal (GD) en P₂ (65 mm abajo de la línea media dorsal de la última costilla), medida en ambos lomos utilizando el ultrasonido Renco Lean Meater[®] (Renco Corporation, North Minneapolis, MN, USA) y también se registró la condición corporal (CC), utilizando una escala de 1 hasta 5 con diferenciación de medio punto, siendo 1 (muy flaca), 3 (intermedio) y 5 (muy engrasada). Las medidas de GD y CC se repitieron al día 109±2 de gestación (justo antes de entrar a las instalaciones de maternidad) y al día 15±2 de lactación, con la intención de controlar la evolución del estado de reservas de las cerdas a lo largo del ciclo. Durante la gestación los animales se alimentaron siguiendo el manejo cotidiano de la granja con un pienso que satisfacía las necesidades propuestas por FEDNA (2006). Para controlar la ingestión se consideró el nivel de pienso administrado con los dosificadores en los grupos T-1 y T-2 y el total de pienso diario dispensado por las tolvas, dividido por el número de animales presentes, en el grupo T-3. Las cerdas entraron a parideras cuatro días antes de la fecha prevista de parto. Al finalizar los partos se anotaron el número de lechones nacidos totales (NT), vivos (NV), muertos (NM) y momificados (MM) por cerda y se anotaron todas las cerdas que requirieron de intervención durante su transcurso. Siguiendo el manejo cotidiano de la granja, a las 24 horas se ajustaron las camadas a 12 lechones por cerda y se mantuvo un registro de las bajas a lo largo de la lactación. Durante la lactación se administró a las cerdas pienso de lactación

(FEDNA, 2006), el día del parto no se ofreció pienso y se inició la curva de ingestión administrando cantidades crecientes de pienso de gestación hasta maximizar la ingestión a partir del día 5. Las cerdas se controlaron hasta que salieron en celo para obtener el intervalo destete-celo (IDC). Los diferentes parámetros productivos estudiados fueron analizados con ANOVA mediante la subrutina GLM del paquete estadístico SAS[®], los parámetros que no seguían una distribución normal se analizaron mediante la subrutina GENMOD también del paquete estadístico SAS[®].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas partían de un mismo nivel de GD (Tabla 1) ($P>0.10$). Sin embargo, durante el período de gestación las cerdas del T-3 fueron las únicas que ganaron en espesor de GD, teniendo unos niveles significativamente superiores al grupo T-1 y T-2 al momento de entrar a parideras ($P<0.0001$). A día 15 de lactación no había diferencias entre grupos en el espesor de GD ($P>0.10$). Durante la lactación las cerdas del T-3 perdieron significativamente más GD que las cerdas del T-1 ($P<0.05$). Las cerdas del T-3 también fueron las que consumieron más pienso a lo largo de la gestación. De acuerdo con Bergsma et al. (2009) las cerdas del T-1 fueron más eficientes durante la lactación. Estos resultados coinciden con los obtenidos con Estienne y Harper, (2010) donde también observan una mayor pérdida de GD junto con una menor ingestión de pienso durante la lactación en cerdas alojadas en grupo durante la gestación. Por el contrario, otros ensayos no han hallado diferencias en la GD en las distintas fases del ciclo productivo entre cerdas alojadas en jaulas y cerdas alojadas en grupos durante la gestación (Jansen et al. 2007; Harris et al. 2006).

Durante los partos, se tuvieron que asistir un 26.7% de cerdas del grupo T-3 frente a un 15.4 y 16.7% del grupo T-1 y T-2 respectivamente. El sistema de alojamiento no modificó los NV (13.1, 13.4 y 12.8 ± 2.44 para T-1, T-2 y T-3 respectivamente) ni el porcentaje de MM (2.3, 2.9 y $4.3\% \pm 6.17$ para T-1, T-2 y T-3 respectivamente), sin embargo las cerdas del T-2 tuvieron menor porcentaje de NM que las de T-1 y T-3 (3.1 vs. 6.1 y $6.8\% \pm 7.00$; $P<0.05$). Estos resultados contrastan con otros estudios donde no encuentran diferencias en el rendimiento al parto entre cerdas alojadas en jaulas o en grupo durante la gestación (Boyle et al. 2000; Jansen et al. 2007; Karlen et al. 2007; Estienne y Harper, 2010). Courboulay y Gaudré (2002) encontraron un mayor número de NV en cerdas alojadas en grupos de 6 y alimentación en caída lenta, comparado con cerdas alojadas en grupos de 12 y alimentación electrónica. La mortalidad de lechones durante las primeras 24 horas (incluyendo los sacrificios voluntarios) no fue diferente entre grupos (3.6 , 3.0 y $4.1\% \pm 7.69$ para T-1, T-2 y T-3 respectivamente) ni tampoco la mortalidad durante la lactación, una vez realizadas las adopciones (6.0 , 4.2 y $6.6\% \pm 7.53$ para T-1, T-2 y T-3 respectivamente). Al finalizar la lactación el número de lechones destetados fue de 11.5 ± 0.91 sin observarse diferencias entre tratamientos. Denhartog et al. (1993), Karlen et al. (2007) y Estienne y Harper, (2010) tampoco hallaron diferencias en mortalidad de lechones o número de destetados al comparar cerdas alojadas durante la gestación en jaulas con cerdas alojadas en grupos de 70, 85 o 10 animales respectivamente.

Una vez finalizada la lactación, el 92.3% de las cerdas T-1 salieron en celo antes de los 6 días, del grupo T-2 salieron un 88.5% y por el grupo T-3 un 74.1%. Con un IDC menor de 10 días se encontraron el 96.2, 88.5 y el 92.6% de las cerdas de los grupos T-1, T-2 y T-3 respectivamente. De los grupos T-2 y T-3 un 15.4 y un 11.1% de las cerdas no salieron en celo o tuvieron que ser tratadas hormonalmente. El resultado es lógico dado que las cerdas del T-1 supuestamente presentaron un menor estado catabólico durante la lactación. En otros estudios (Jansen et al. 2007 y Harris et al. 2006) no se observaron diferencias entre grupos en el IDC tras el destete.

Los resultados sugieren que la principal diferencia entre los sistemas radica en la precisión con que se consigue establecer el nivel de alimentación adecuado durante la gestación y la dificultad de adaptación a las jaulas de maternidad. La menor pérdida de GD durante la lactación en T-1 se manifestaría en un mayor porcentaje de cerdas con un IDC menor de 6 días y menor porcentaje de cerdas anoestricas. El menor número de NM del grupo T-2 se podría atribuir a un mejor tono muscular de las cerdas respecto a las del grupo T-1 y a un nivel de engrasamiento más moderado respecto al grupo T-3. La mayor movilización de GD durante la lactación de los grupos T-2 y T-3 con respecto a T-1 podría atribuirse, en parte, a un mayor efecto estresante de las jaulas de maternidad en cerdas que nunca antes han estado alojadas individualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bergsma, R., E. Kanis, M. W. A. Verstegen, C. M. C. van der Peet-Schwering, and E. F. Knol. 2009. *Livest. Sci.* 125(2-3): 208-222. • Boyle, L. A., F. C. Leonard, P. B. Lynch, and P. Brophy. 2000. *Anim. Sci.* 71: 561-570. • Courboulay, V., and Gaudré, D. 2002. *J. Recherche Porc.* 34: 225-232. • De Blas C, Gasa J, Mateos GG. *FEDNA.* 2006 • Denhartog, L. A., G. B. C. Backus, and H. M. Vermeer. 1993. *J. Anim. Sci.* 71(5): 1339-1344. • Estienne, M. J., and A. F. Harper. 2010. *J. Anim. Sci.* 88(1): 400-407. • Harris, M. J., E. A. Pajor, A. D. Sorrells, S. D. Eicher, B. T. Richert, and J. N. Marchant-Forde. 2006. *Livest. Sci.* 102(1-2): 171-179. • Jansen, J., R. N. Kirkwood, A. J. Zanella, and R. J. Tempelman. 2007. *J. Swine Health and Prod.* 15(3): 132-136. • Karlen, G. A. M., P. H. Hemsworth, H. W. Gonyou, E. Fabrega, A. D. Strom, and R. J. Smits. 2007. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 105(1-3): 87-101. • Spoolder, H. A. M., M. J. Geudeke, C. M. C. Van der Peet-Schwering, and N. M. Soede. 2009. *Livest. Sci.* 125(1): 1-14.

Agradecimientos: el estudio ha sido posible gracias a la colaboración de la granja SAT La Vall.

Tabla 1. Evolución de la Grasa Dorsal (GD)

	T-1: Jaulas	T-2: Caída lenta	T-3: Patios	Std Dev
<i>Pienso ingerido gestación/día (g)</i>	2194	2194	2501	149.8
<i>GD d15 gest. (mm)</i>	18.4	18.4	18.6	2.68
<i>GD d109 gest. (mm)</i>	16.7	17.7	20.3	3.17
<i>GD d14 lact. (mm)</i>	15.0	15.3	17.2	2.81
<i>cambio GD lact. (mm)</i>	-1.7	-2.5	-3.0	1.49

INFLUENCE OF FEEDING AND HOUSING SYSTEM DURING GESTATION ON THE BODY CONDITION AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF GILTS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the impact of gestation housing on gilt body condition and reproductive performance. A total of 26 stall-allocated (T1), 30 pen-grouped with droop feeding system (10 gilts/pen) (T2) and 26 pen-grouped with an automatic trickle feeding system (10 gilts/pen) (T3) gilts were used. Back fat (BF) was measured at day 15 and 109 of gestation and at day 15 of lactation. Farrowing and lactation performance and the subsequent wean-to-estrus interval (WEI) were registered. T3 gilts had higher BF at day 109 of gestation (20.3 vs. 15.0 and 15.3mm; $P<0.0001$). T2 gilts had lower percentage of Stillborn piglets (3.1 vs. 6.1 and 6.8%; $P<0.05$), whereas T-1 gilts lost less BF during lactation (1.7 vs. 2.5 and 3.0mm; $P<0.05$) and had more number of gilts with less than 6 days of WEI (92.3 vs. 88.5 and 74.1%). In conclusion, it is important to monitor correctly gilts body condition in gestating housing systems to avoid compromise sow's reproductive performance.

Key words: gilts, sow, housing, gestation, feeding system, back fat

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN LÍQUIDA Y LA DILUCIÓN EMPLEADA SOBRE EL PESO VIVO Y ESPESOR GRASO DE CERDAS REPRODUCTORAS.

Viguera¹, J., Aragonés¹, I., Flamarique², Arzo³, A., Alfonso³, L.

¹ 28224 Madrid. ² 31192 Tajonar, (Navarra), ³ 31006 Pamplona, (Navarra), iviguera@emasde.com,

INTRODUCCIÓN

Entre las numerosas ventajas de la alimentación líquida destaca el incremento del consumo de los animales (Demecková et al., 2003), posiblemente debido a un aumento del número de repartos de pienso al día (Close, 1994). Este efecto puede ser muy importante en el caso de la alimentación de cerdas reproductoras, donde maximizar el consumo en lactación es una prioridad para mantener una buena condición corporal al destete y una alta producción láctea. Asimismo, el manejo de la dilución es importante, ya que dietas muy diluidas pueden conducir a una disminución del crecimiento por un efecto de restricción del consumo de nutrientes, mientras que una baja tasa de dilución del pienso puede provocar que la ingestión de agua por parte de la cerda no sea la adecuada, afectando a la producción láctea de la cerda, e incluso provocando trastornos patológicos. Así pues, el objetivo del presente ensayo ha sido evaluar el efecto de la alimentación líquida y la dilución empleada en cerdas reproductoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo experimental con 3 tratamientos en función de la alimentación recibida: A) alimentación líquida, dilución 4,5:1, B) alimentación líquida, dilución 6,5:1, C) Alimentación en harina. Para ello se utilizaron un total de 107 cerdas nulíparas y múltiparas de genéticas hiperprolíficas Taizumu (♀ Meishan x ♂ Large White; Gene+ Ibérica) y Youli (♀ Taizumu x ♂ Landrace; Gene+ Ibérica). Las cerdas se distribuyeron de manera uniforme en los 3 tratamientos y se colocaron en 4 bandas consecutivas con un desfase de 21 d. Los animales fueron alojados en grupo desde la cubrición hasta 7 días antes del parto, momento en el que fueron trasladadas a sus respectivas jaulas de parto, donde se mantuvieron hasta el destete. Las cerdas fueron alimentadas *ad libitum* durante todo su ciclo productivo con 3 piensos comunes (gestación, periparto y lactación) mediante un sistema de alimentación líquida, excepto para las cerdas con alimentación en harina, que se administró manualmente. Durante la lactación, por motivos tecnológicos, sólo se repartió una única dilución a las cerdas con alimentación líquida (dilución 4,5:1) y el pienso en harina. Todas las cerdas se pesaron individualmente y se midió el espesor graso dorsal (EGD) de cada una de ellas en el momento de la cubrición, una semana antes del parto y al destete. Las cerdas fueron pesadas mediante una báscula ICONIX modelo FX1 (Iconix New Zealand Ltd., Oamaru, Nueva Zelanda). El EGD fue medido a la altura de la última costilla y en ambos lados del animal a 5-7 cm de la espina dorsal mediante un ecógrafo digital portátil Medison Sonovet 2000 equipado con una sonda Medison lineal L 2-5 MHz/170CD (CVM, S.L., Tudela, Navarra). Las ecografías obtenidas se analizaron y procesaron mediante el programa ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>), obteniendo el valor del EGD como la media entre ambos lados de la cerda, desechando el espesor de la piel. Las cerdas fueron monitorizadas durante 2 ciclos consecutivos, la unidad experimental estuvo formada por cada cerda y con los datos obtenidos se calculó el incremento de peso y espesor graso durante la gestación y la lactación como diferencia entre las correspondientes medidas. Asimismo, también se anotó el consumo de pienso individual de cada una de las cerdas, en el que se tuvo en cuenta el pienso rechazado. Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños al azar y el modelo incluyó la alimentación como efecto principal y se introdujo la genética, la banda y el ordinal de parto como efectos fijos. Los resultados se presentan como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas a las que se les suministró alimentación líquida mostraron un mayor incremento de peso que las cerdas con pienso en harina durante el primer ciclo estudiado (88,1 y 87,4 vs 79,9 kg para A, B y C, respectivamente; $P<0,05$), sin observarse diferencias significativas entre tratamientos para el EGD de las cerdas (Tabla 1). Se observó que las cerdas que recibieron la dilución 4,5:1 y pienso en harina consumieron mayor materia seca que las cerdas con mayor dilución (301,0 y 303,4 vs 268,3 kg MS para A, C y B, respectivamente; $P<0,001$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el incremento de PV, EGD o consumo de pienso durante la lactación.

Durante el segundo ciclo estudiado (Tabla 2), las cerdas alimentadas con el pienso en harina mostraron mayor consumo que las cerdas con alimentación líquida (356,4 vs 344,2 vs 319,4 kg MS para C, A y B respectivamente; $P<0,001$) pero sin encontrarse diferencias significativas entre tratamientos para el incremento de peso o EGD durante la gestación. Durante la lactación, las cerdas con alimentación líquida y dilución 4,5:1 mostraron menor pérdida de peso que las alimentadas con pienso en harina (-48,5 vs -59,5 kg; $P<0,05$), manteniéndose las cerdas con dilución 6,5:1 en una situación intermedia. Sin embargo, fueron las cerdas con alimentación en harina las que mostraron un mayor consumo de pienso (93,0 vs 80,5 y 77,3 kg MS para C, A y B respectivamente; $P=0,001$).

Teniendo en cuenta las condiciones en las que se realizó el presente ensayo se puede concluir que la utilización de sistemas de alimentación líquida mejora el peso vivo de las cerdas reproductoras disminuyendo el consumo de materia seca y sin afectar al EGD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Close, W. 1994. Lactation feeding in hot climates. *Pig International* 24 (8): 26-28.
- Demecková, V., C.A. Tsourgiannis y P.H. Brooks. 2003. Effect on average daily feed intake during lactation and piglet growth during the first 2 weeks of life of feeding sows fermented liquid feed, non fermented liquid feed or dry feed. *Proceedings of British Society of Animal Science, 2003. pp. 70.*

Agradecimientos: Ensayo ejecutado dentro de un Proyecto de Investigación Industrial Concertada financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2005-0453), el Gobierno de Navarra (IIP08628.RI1) y el MITYC (FIT-060000-2006-12).

Tabla 1. Efecto de la alimentación sobre el incremento de peso, EGD y consumo de las cerdas durante el primer ciclo reproductivo estudiado.

Parámetro	Alimentación			EEM ¹	P ²	
	A	B	C			
Gestación						
PV, kg	88,1 a	87,4 a	79,9 b	2,42	0,041	
EGD total, mm	11,9	13,1	12,3	0,74	NS	
Consumo, kg MS	301,0 a	268,3 b	303,4 a	2,70	<0,001	
Lactación						
PV, kg	-49,4	-48,1	-50,2	2,52	NS	
EGD total, mm	-8,8	-9,1	-10,4	0,57	NS	
Consumo, kg MS	86,1	82,6	79,9	4,37	NS	

¹ Error Estándar de la Media (n=12). ² NS = No Significativo ($P>0,10$). ³

Tabla 2. Efecto de la alimentación sobre el incremento de peso, EGD y consumo de las cerdas durante el segundo ciclo reproductivo estudiado.

Parámetro	Alimentación			EEM ¹	P ²
	A	B	C		
Gestación					
PV, kg	94,4	94,6	96,9	2,32	NS
EGD total, mm	14,1	12,1	13,0	0,76	NS
Consumo, kg MS	344,2 b	319,4 c	356,4 a	3,20	<0,001
Lactación					
PV, kg	-48,5 b	-53,4 ab	-59,5 a	2,55	0,015
EGD total, mm	-9,6	-9,5	-9,4	0,54	NS
Consumo, kg MS	80,5 b	77,3 b	93,0 a	2,79	0,001

¹ Error Estándar de la Media (n=12). ² NS = No Significativo (P>0,10).

EFFECT OF LIQUID FEEDING AND DILUTION ON BODY WEIGHT AND BACKFAT THICKNESS OF SOWS

ABSTRACT: A total of 107 European-chinese hiperprolific gilts and sows were used to compare three methods of feeding: A) liquid feeding, 4,5:1 dilution, B) liquid feeding, 6,5:1 dilution, C) mash feeding. Sows were distributed evenly in the treatments and were fed *ad libitum* with a common diet in liquid or mash form, according to their treatment. Sows were weighed and backfat thickness (BT) were measured at mate, farrow, and weaning for two consecutive productive cycles, determining the increase of body weight and BT in gestation and lactation. Feed intake was also recorded. Sows on treatment A and B showed higher increase of body weight (BW) than sows on treatment C at first gestation, but no significant difference were found on BT or in lactation period. However, sows on treatment B had the less feed intake. On second gestation, no significant differences were found for increase of BW and BT, but sows on treatment C had more feed intake than treatments A and B. However, liquid feeding reduced weight loss and feed intake in lactation compared with mash feeding. Results indicate that use of liquid feeding improve body weight, reducing feed consumption and without effect on backfat thickness of sows.

Keywords: Liquid feeding, body weight, backfat thickness.

“EFECTO DEL NIVEL AMINOACÍDICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS DE CERDAS PRIMERIZAS VS MULTÍPARAS”.

Sánchez², M., Peinado², J., Medel², P., Coll¹, C.

¹ Pol. Ind. Pont Xemmá, Cornellà de Terri, (Girona),

² 28224 Madrid, msanchez@e-imasde.com,

INTRODUCCIÓN

En la práctica habitual, las cerdas primíparas se encuentran integradas en un sistema de reproducción orientado a cerdas múltiparas. Sin embargo, las cerdas primíparas tienen un comportamiento muy diferente al de las cerdas múltiparas. En general, las cerdas primerizas muestran un empeoramiento de los rendimientos productivos por su menor porcentaje de fertilidad, su mejor tasa de fecundidad (menor número de partos) y su menor prolificidad (Dial et al., 1992). En definitiva, presentan una menor productividad numérica que las cerdas múltiparas. Este factor es especialmente importante ya que esta población puede representar entre un 20 y un 40% de todas las cerdas reproductoras de una granja, por lo que sería conveniente diferenciar su manejo para evitar su repercusión en los resultados de la granja. Además de satisfacer sus necesidades de mantenimiento, lactación y crecimiento, tienen una menor capacidad de ingesta, lo que provoca que las cerdas primíparas tengan una menor producción láctea. Esto lleva a un menor peso al destete, un incremento en el número de lechones débiles, aumento de colas en granja y se traduce en un retraso en la edad de destete media de la explotación. Así pues, el reto de este estudio ha sido valorar la evolución de los principales parámetros productivos (prolificidad, nacidos vivos, destetados y productividad numérica) entre primerizas y múltiparas alimentadas con dos diseños nutricionales (control vs 15% más de aminoácidos en la dieta de lactación).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 82 cerdas híbridas de tipo (LW x LD), inseminadas todas ellas con macho finalizador Pietrain de origen alemán, agrupando los animales en primíparas (cerdas de primer ciclo) y múltiparas (>1 parto). Se utilizó un diseño al azar con 4 tratamientos experimentales ordenados factorialmente en función de la dieta (1,03% lisina vs 1,19% lisina) y el ciclo de las cerdas (primíparas vs múltiparas). Se emplearon dos dietas, que se suministraron a las cerdas desde el momento de su entrada a la sala de maternidad hasta que se produjo el destete de los lechones a los 21 días de edad. De cada cerda seleccionada se tomó la siguiente información: nacidos vivos y muertos, peso de la camada al parto y al destete. Además, de todas las cerdas se tomaron medidas de espesor de tocino dorsal (medidas con ecógrafo) a 5 cm de la columna vertebral (derecha e izquierda) a la zona perpendicular al espacio entre la última y penúltima costilla en el momento de entrada a sala de partos y en el momento del destete. En estos dos momentos se pesaron las cerdas individualmente para poder determinar las pérdidas de peso durante la lactación. Igualmente, se registró el consumo de pienso por cerda durante este periodo. Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños al azar y el modelo incluyó el ciclo de las cerdas, la dieta y sus interacciones como efectos principales. Los resultados de efecto del ciclo de las cerdas se presentan, como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, suplementar la dieta de las cerdas con aminoácidos no tuvo efecto significativo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas dietas, excepto para el consumo de lisina, que resultó superior en el lote suplementado (42,13 vs 36,16 g lisina total/día; P=0,001). A nivel progenie, se observó una tendencia a incrementar los nacidos muertos en las dietas con mayor aporte de aminoácidos (0,84 vs 0,49 lechones; P=0,07). En las Tablas 1 y 2 se presenta el efecto del ciclo de las cerdas sobre los resultados, agrupando los animales en primerizas y múltiparas. Las cerdas múltiparas presentaron un mayor peso al parto y al destete (265,7 vs 229,8 y 224,4 vs 186,8 kg,

respectivamente; $P=0,0001$), y una mayor ingestión de pienso (104,0 vs 83,6 kg/cerda; $P=0,0001$), que se tradujo en una mayor ingestión de lisina (43,7 vs 34,6 g lisina/día; $P=0,0001$) que las cerdas primíparas. Las cerdas múltiparas presentaron un mayor n° de nacidos muertos (0,91 vs 0,42 lechones; $P=0,01$) y un mayor peso de la camada al parto (18,7 vs 16,7 kg; $P=0,03$) y al destete (55,35 vs 51,1 kg; $P=0,08$), así como una tendencia a un mayor crecimiento de los lechones durante la fase de lactación (190 vs 176 g/d; $P=0,08$) que las primíparas. Destacar el efecto significativo del peso de las cerdas, superior en múltiparas que en primíparas independientemente de la dieta utilizada, así como un menor consumo de pienso en primíparas respecto a múltiparas, independientemente de la dieta. El consumo de lisina por cerda y día fue superior en múltiparas con dietas suplementadas, seguido de las múltiparas control y las primíparas suplementadas (no existiendo diferencias entre estas dos últimas combinaciones) y finalmente las primíparas control fueron las que presentaron menor consumo de lisina. En relación a las camadas, no se observaron diferencias significativas entre los 4 tratamientos excepto para los nacidos muertos y la edad al destete.

Se concluye que el suplementar las dietas de lactación con un 15% de aminoácidos no se obtuvo efecto positivo sobre las cerdas ni sobre sus camadas. Asimismo, se observaron ciertas diferencias respecto al ciclo de las cerdas, de manera que las cerdas múltiparas consumieron más pienso que las primíparas y sus camadas presentaron mayores crecimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dial, G., Marsh, W., Polson, D. y Vaillancourt, J. (1992). Capítulo 6 en: Diseases of Swine, 7th Ed., Leman y col. (eds.) Iowa State University Press, EE.UU. pp: 88-137.

Agradecimientos: Ensayo ejecutado dentro de un Proyecto Eureka E! 4138 financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2008-0099).

Tabla 1. Efecto del ciclo sobre los resultados en las cerdas.

	Primíparas	Múltiparas	EEM ⁽²⁾	P ⁽¹⁾
Efecto sobre las cerdas⁽³⁾				
PCE, kg	229,88	265,77	5,37	***
PCD, kg	186,79	224,46	3,58	***
GDEM, mm	12,87	12,81	0,54	NS
GDMS, mm	10,49	11,03	0,49	NS
PERPESO, kg	-43,09	-41,31	3,18	NS
PP, kg	-26,32	-22,56	2,92	NS
PERGDM, mm	-2,39	-1,78	0,33	NS
PIENSO, kg/cerda	83,60	104,03	3,68	***
IMD, kg/día	3,12	3,95	0,12	***
IMDLIS, g lis total/día	34,62	43,68	1,36	***

⁽¹⁾Grado de significación: NS= diferencias no significativas ($P>0,1$); π ($P\geq 0,05$ y $<0,1$); * ($P\geq 0,01$ y $<0,05$); ** ($P\geq 0,001$ y $<0,01$); *** ($P<0,0001$). ⁽²⁾Error Estándar de la Media (n=41).

⁽³⁾PCE = Peso cerda entrada parideras; PCD = Peso de la cerda al destete; GDEM = Espesor grasa dorsal inicial (valor medio de medidas derecha e izquierda); GDMS = Espesor grasa dorsal destete (valor medio de medidas derecha e izquierda); PERPESO = Diferencia de peso entre salida y entrada en parideras de las cerdas; PP = Pérdida de peso – peso camada al nacimiento; PERGDM = Pérdida de espesor graso en maternidad (GDMS-GDEM); PIENSO = Consumo pienso cerda durante lactación; IMD = Consumo diario cerda en sala partos; IMDLIS = Consumo de lisina total cerda y día.

Tabla 2. Efecto del ciclo sobre los resultados en los lechones.

	Primíparas	Múltíparas	EEM ⁽²⁾	P ⁽¹⁾
Efecto sobre los lechones⁽³⁾				
NV, n°	11,33	12,00	0,43	NS
NM, n°	0,42	0,91	0,14	*
NP24, n°	11,15	11,84	0,41	NS
NDES, n°	10,19	10,60	0,29	NS
PPARTO, kg	16,77	18,75	0,70	*
PESXN, kg	1,51	1,59	0,03	NS
PDES, kg	51,17	55,35	1,82	π
PESXDES, kg	5,02	5,26	0,14	NS
GMD, g/día	176	190	6	π
NBAJ, n°	0,96	1,24	0,29	NS
PORBAJ, %	6,37	8,91	2,40	NS

⁽¹⁾Grado de significación: NS= diferencias no significativas (P>0,1); π (P>0,05 y <0,1); * (P>0,01 y <0,05); ** (P>0,001 y <0,01); ***(P<0,0001). ⁽²⁾Error Estándar de la media (n=41).

⁽³⁾NV = Nacidos vivos parto; NM = Nacidos muertos; NP24 = Número de lechones 24 h post-parto; NDES = Número de lechones destetados; PPARTO = Peso total camada antes de 24 horas post-parto; PESXN = Peso medio lechón a nacimiento; PDES = Peso camada al destete; PESXDES = Peso medio del lechón al destete; GMD = Crecimiento de los lechones en maternidad; NBAJ = Número de bajas por camada; PORBAJ = Porcentaje bajas por camada.

EFFECT OF LEVEL AMINO ACID AT LACTATION BETWEEN PRIMIPAROUS AND MULTIPAROUS SOWS ON SOW PERFORMANCE.

ABSTRACT

A total of 82 sows was used to evaluate the effect of two different levels amino acid (1.03 vs 1.19 % lys) at lactation and parity number (primiparous and multiparous) on sow performance. Observations included body weight and fat depth at P2 at farrowing and at weaning, feed intake during lactation, number of piglets born alive and weaned per sow and weight of litter at birth after cross-fostering and at weaning. Data were analysed as a completely randomised factorial design by GLM of SAS. There were no statistically significant differences between the two diets. At farrowing and at weaning multiparous sows were heavier than primiparous sows (265.7 vs 229.8 and 265.7 vs 229.8 kg; P=0.0001). No differences were detected on backfat during the experiment. Multiparous sows had a higher number of dead piglets at birth (0.91 vs 0.42 piglets; P<0.01). However piglets from multiparous sows born alive were heavier body weight at farrowing (18.75 vs 16.77 kg; P=0.03) and at weaning (55.35 vs 51.17 kg; P=0.08), than piglets from primiparous sows. Moreover, multiparous sows ate more feed (104.0 vs 83.6 kg/sow; P=0.0001) than primiparous sows during lactation. Under our experimental conditions it can be concluded that supplementing the diets with 15% of amino acids had not effect on the sows or on their litters. Also, multiparous sows ate more feed than primiparous sows and their litters have higher growth.

Keywords: primiparous sows, piglet performance.

COMPARACIÓN DE LA VITAMINA E NATURAL CON LA SINTÉTICA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDAS LACTANTES Y LECHONES EN FASE POST-DESTETE EN BASE A RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS.

A. Manso¹, G. Cordero¹, D. Amazán, A. Rey y C. Piñeiro¹.

¹PigCHAMP Pro Europa S.A., 40195 Segovia. Carlos.pineiro@pigchamp-pro.com

INTRODUCCIÓN

La vitamina E es un nutriente esencial para el cerdo. Es un potente antioxidante lipídico, que evita los daños producidos por los radicales libres procedentes del metabolismo celular. Es muy abundante en las láminas lipoproteicas de las membranas celulares manteniendo así la integridad de los tejidos. Además desempeña importantes funciones en diferentes sistemas, como el inmunitario o el reproductor. En referencia al sistema inmune, se ha demostrado que un mayor aporte de vitamina E al destete aumenta la producción de anticuerpos frente a un desafío inmunológico (Peplowski et al., 1981).

Los lechones lactantes reciben el aporte de vitamina E mediante el calostro y la leche de la madre, pero tras el destete disminuyen rápidamente los niveles de α -Tocoferol en el plasma (Malm et al., 1976). Esto unido a la inmadurez del tubo digestivo y el estrés inmunológico sufrido en este periodo de vida, hacen que el aporte de vitamina E en el alimento sea especialmente crítico en el periodo postdestete. La principal fuente de vitamina E utilizada en la fabricación de piensos es la forma sintética o acetilada del α -Tocoferol (all-rac- α -tocoferol). Estudios recientes han demostrado que la bioactividad de la forma natural o alcohol libre de la vitamina E (RRR- α -Tocoferol) es entre 1,3 y 2,6 veces más efectiva que la vitamina E sintética en el cerdo (Wilburn et al., 2008). El presente ensayo se planteó con el fin de conocer los efectos de la inclusión de vitamina E natural (VitE NAT) en el agua de bebida en las fases de lactación y transición, así como su comparación con una fuente sintética (vitE SINT) administrada en el pienso. Además se quiso comprobar la mayor bioactividad de la fuente natural, por lo que la dosis administrada fue 1:3 respecto a la fuente sintética.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en una granja de ciclo cerrado localizada en Aguilafuente (Segovia). En la fase de lactación, se hicieron dos grupos de madres: 18 cerdas con aporte de VitE SINT en el pienso (250 mg/ cerda y día) y otras 18 con aporte de VitE NAT en el agua (83,3 mg/ cerda y día). Se pesó a los lechones lactantes a los 2 y 28 (día del destete) días de vida para comprobar diferencias de rendimiento entre camadas.

En el momento del destete se seleccionaron 192 lechones, 96 de cada grupo de madres, y se distribuyeron en 32 corrales (16 de cada grupo) con capacidad para 6 lechones cada uno. Durante la fase de transición, dentro de cada grupo de lechones, se administró a la mitad de los animales vitE SINT en el pienso (prestarter=3 mg/animal/d y estándar=9mg/animal/d) y a la otra mitad vitE NAT en el agua de bebida (prestarter=1 mg/animal/d y estándar=3mg/animal/d). El diseño experimental en esta fase de lechonerías fue un diseño factorial en bloques al azar con dos efectos principales; la forma del aporte de vitamina E en la madre (VitE NAT o VitE SINT) y en la fase de lechonerías (VitE NAT o VitE SINT), resultando en 4 tratamientos experimentales. Su seguimiento se produjo en la fase prestarter (28 a 42 días de vida) y estándar (42 a los 63 días de vida). Se controlaron los rendimientos productivos, tanto la ganancia de peso diaria (GMD), como el consumo medio diario (CMD) y el índice de transformación (IT) determinado para cada corral en cada una de las fases. Se tomaron muestras de sangre a 12 lechones de cada tratamiento los días 28 y 42, para el análisis de la concentración en suero de α -Tocoferol.

La unidad experimental fue el corral de 6 animales y hubo 8 réplicas por tratamiento. Los resultados obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (2002). En el modelo estadístico se incluyeron los efectos fijos y su interacción. La sala se incluyó como efecto bloque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase de lactación no hubo diferencias productivas entre los lechones procedentes de madres que tomaron VitE NAT y VitE SINT. La concentración de α -Tocoferol en suero en el destete tampoco difirió entre tratamientos.

Los rendimientos productivos en la fase de lechonerías se presentan en las Tablas 1 y 2. No hubo diferencias productivas en la fase de lechonerías en función de la forma de vitamina E administrada en la fase de lactación, ni tampoco se observaron diferencias en la interacción entre los tratamientos de las fases de lactación y transición. Por lo tanto, en las tablas sólo se presenta el efecto del aporte de vitamina E en la fase de lechonerías.

El aporte de VitE NAT en la fase de prestarter afectó negativamente a la GMD, y también supuso una tendencia a un mayor IT. Wilburn et al. (2008) demostraron que no había diferencias productivas entre lechones con aporte de vitamina E en agua de bebida y en el pienso en el periodo postdestete. En este sentido, en el presente experimento no se observaron diferencias en la concentración de α -Tocoferol en suero (0.747 vs 0.747 mg/ml; P=0.99). Por lo tanto, los peores rendimientos productivos observados con la VitE NAT podrían indicar que su aporte fue insuficiente para cubrir los requerimientos del lechón en esta fase.

Sin embargo, en la fase estárter, los lechones con VitE NAT presentaron una mayor GMD (382 vs 330 g/d; P=0.03) y una tendencia a un menor IT (1.4 vs 1.7 g/g; P=0.09) que los lechones que tomaron VitE SINT. Como resultado, se compensaron las pérdidas sufridas en la fase prestarter, e incluso alcanzaron un mayor peso vivo al final de la fase de lechonerías, aunque las diferencias no llegaron a ser significativas (18.1 vs 17.4 kg; P=0.23), y un menor índice de transformación (1.4 vs 1.6 g/g; P=0.06).

Por lo tanto, con la administración de VitE NAT en un ratio 1:3 respecto a la vitE SINT se obtuvieron los mismos resultados productivos en la fase de lechonerías, incluso con alguna mejora numérica. Además, la concentración alcanzada en suero de α -Tocoferol no difirió entre ambos tratamientos. En función de los resultados obtenidos la vit E NAT tendría una mayor biodisponibilidad que su forma sintética, pero son necesarios más trabajos para ajustar la dosis óptima en cada una de sus fases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Malm, A., Pond, W.G., Walker Jr, E.F., Homan, M., Aydin, A. & Kirkland, D. 1976. J. Anim. Sci. 42: 393-399.
- Peplowski, M.A., Mahan, D.C., Murray, F.A., Moxon, A.L., Cantor A.H. & Ekstrom K.E. 1980. J. Anim. Sci. 51: 344-351.
- Wilburn, E.E., Mahan, D.C., Hill, D.A., Shipp, T.E. & Yang, H. 2008. J. Anim. Sci. 86: 584-591.

Agradecimientos:

Prebia y Vitae Caps por administración de producto y asesoramiento.

Proyecto financiado por el CDTI (Referencia IDI-2009-0944) y el fondo Tecnológico.

Centro de Experimentación y Formación en Porcino por cedernos sus instalaciones.

Tabla 1 – Rendimientos en la fase prestarter en función de la forma de VitE administrada a los lechones: Ganancia media diaria (GMD; g/d), consumo medio diario (CMD; g/d) e índice de transformación (IT; g/g).

	Peso28	Peso42	GMD42	CMD42	IT42
VIT E Sintética	7.88	10.12	143	232	1.69
VIT E Natural	7.89	9.79	114	214	1.99
<i>EEM</i> ¹	0.272	0.145	8.3	9.5	0.121
<i>P</i> ²	0.988	0.125	0.021	0.196	0.096

¹Error Estándar de la Media; n=8.

²Probabilidad.

Tabla 2 – Rendimientos en la fase estarter en función de la forma de VitE administrada a los lechones: Ganancia media diaria (GMD; g/d), consumo medio diario (CMD; g/d) e índice de transformación (IT; g/g).

	GMD63	CMD63	IT63	Peso63	GMDtot	ITtot
VIT E Sintética	330	526	1.65	17.38	260	1.57
VIT E Natural	382	543	1.43	18.14	282	1.43
<i>EEM</i> ¹	16.4	22.8	0.078	0.443	11.5	0.051
<i>P</i> ²	0.032	0.606	0.095	0.235	0.183	0.057

¹Error Estándar de la Media; n=8.

²Probabilidad.

COMPARISON OF DIETARY NATURAL VITAMIN E WITH THE SYNTHETIC FORM IN LACTATING SOWS AND IN WEANLING PIGS BASED ON PRODUCTIVE PERFORMANCE.

ABSTRACT: Synthetic vitamin E (all-rac- α -Tocopherol) is the most common source for livestock feed, but recent studies demonstrated that the relative bioactivity of natural vitamin E (RRR- α -Tocopherol) is 1.3 - 2.6 times higher than the synthetic form in pigs. This experiment evaluated the natural vitamin E (NvitE) added to the drinking water in lactation and in nursery phases, compared with a synthetic source (SvitE) in feed, in a ratio of inclusion 1:3 . In nursery the combination of both effects was studied, source of vitE in the sows and in the piglets. In lactation, the source of vitE did not affect productive performance of piglets. In nursery, no effects were observed in average daily gain (ADG) and feed:conversion ratio (FCR) due to the source of vitE supplemented to the sows. However, both ADG and FCR were negatively affected in NvitE piglets during the prestarter phase ($P < 0.05$) . In the starter phase NvitE group compensated the differences in productive performance and showed higher ADG and lower FCR than SvitE group . As conclusion, the use of NvitE in a ratio 1:3 compared with SvitE did not affect productive performance in the nursery phase, confirming the higher bioactivity of NvitE.

Keywords: Natural Vitamin E, α -Tocopherol, Piglets.

UTILIZACIÓN DE ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO EN PIENSOS DE ACABADO DE PORCINO QUE INCORPORAN UN NIVEL ALTO DE DE ÁCIDO LINOLEICO

Cordero, G., Isabel, B., Morales, J y López-Bote, C.J¹.

¹ Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Avenida Puerta de Hierro s/n. Apartado de correos 28040. Madrid. España. E-mail: clemente@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

La optimización de las dietas de cebo para ganado porcino en nuestros días, requiere la utilización de grasas y aceites con un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Estas estrategias de alimentación provocan una modificación importante del perfil de ácidos grasos (AG) de la carne y de los productos cárnicos, aumentando la concentración de los AG insaturados y por tanto mejoran la salud de los consumidores, dada la implicación de los AGPI en las enfermedades cardiovasculares (Carrero et al., 2005). Sin embargo, todos estos cambios pueden suponer efectos negativos para la calidad de la carne y de la canal, ya que producen tejidos adiposos muy blandos, con tendencia al enranciamiento y otros problemas de aptitud tecnológica para su utilización en la elaboración de productos cárnicos curados (Martín et al., 2007).

Se han descrito y publicado numerosos efectos beneficiosos del ácido linoleico conjugado (CLA), tanto en la salud animal como sobre la salud humana durante los últimos veinte años (Pariza et al. 2001). Sin embargo, el CLA sigue siendo un producto muy poco extendido en la alimentación porcina, si bien se ha demostrado que tiene potencial para mejorar la eficiencia alimenticia y reducir la grasa de la canal (Wiegand et al., 2002). Por otra parte, también puede alterar la síntesis de AG y el metabolismo, provocando una mayor saturación (Cordero et al., 2010). Por lo tanto, la suplementación con CLA en cerdos de cebo podría mitigar el efecto negativo que una alta concentración de AGPI, especialmente de ácido linoleico (LA), produce sobre canal y la calidad de la carne. El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de una fuente comercial de CLA (56% de CLA, 28% de c9,t11 y 28% de t10,c12) suministrada junto con dietas que incorporan un nivel alto de LA (52%) sobre las características de la canal y la composición de AG de la grasa subcutánea

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se centró en la fase de engorde (130 hasta los 170 días de vida). Se suministró un pienso con un alto contenido en LA (52%) y los cerdos se distribuyeron en dos grupos experimentales, en función de la suplementación del pienso con CLA (0 vs 1% CLA: T1 – alto linoleico sin CLA; T2 – alto linoleico con CLA). La unidad experimental fue el corral de 10 animales, con 8 réplicas por tratamiento (160 animales en total). En el momento del sacrificio, se seleccionaron 10 animales (5 hembras y 5 machos castrados) por tratamiento para estudiar las características de la canal y la composición de AG de la grasa subcutánea. Se tomaron muestras de cada tipo de pienso para el análisis de la materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y cenizas por la metodología descrita por el AOAC (2005). También se analizó el perfil de AG (Sukhija y Palmquist., 1988) para comprobar que no había diferencias entre tratamientos experimentales, así como en el contenido de CLA con el fin de constatar el diseño experimental indicado. La composición en AG de los piensos experimentales aparece reflejada en la Tabla 1.

Durante el sacrificio de los animales se tomaron muestras de tocino, de la región de la babilla, posteriormente se congelaron a -20°C y se mantuvieron a esta temperatura hasta su análisis. Para la extracción de la fracción lipídica en las muestras de grasa subcutánea se empleó el método Bligh y Dyer (1959). Una vez obtenida la grasa se procedió a su metilación con metilato sódico (Christie, 1982). La composición de los AG de la grasa se determinó por Cromatografía de gases. El análisis estadístico se hizo mediante un análisis de varianza usando el procedimiento GLM de SAS v9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de CLA en el pienso provocó una reducción del espesor de grasa dorsal en los cerdos alimentados con un 1 % de CLA (3,07cm vs 2,44cm; $P=0,06$) (Figura 1), pero no tuvo efecto sobre el contenido de grasa intramuscular, aunque los animales del T2 tenían un valor mayor que los animales del T1 (3,88% vs 4,12%; $P=0,22$). La modificación del metabolismo lipídico provocado por el CLA coincide con los resultados de otros autores, que han observado una reducción de los depósitos de grasa subcutánea por la inclusión de CLA en el pienso (Joo et al., 2002) y un aumento significativo de la grasa intramuscular (Cordero et al., 2010) cuando se incorporaba el CLA en el pienso. Además en los animales del grupo T2, se observó un incremento del porcentaje de AG saturados (36,06 vs 45,76; $P<0,01$) en detrimento de los AG monoinsaturados (40,77 vs 28,99; $P<0,01$) de la grasa subcutánea (Tabla 2), que se debe probablemente a la inhibición de la actividad de la enzima *delta 9 desaturasa*, hecho constatado por otros autores como Lee et al. (1998). Esta enzima es la responsable de la insaturación de los AG producidos endógenamente, al transformar el ácido esteárico (C18:0) en ácido oleico (C18:1).

En conclusión, la suplementación con un 1% de CLA en el pienso incrementa la saturación de los AG, lo que puede ayudar a superar los problemas de canales oleosas, grasas blandas y carnes de baja consistencia cuando se suministran piensos de acabado con alto contenido en linoleico. Hacen falta un mayor número de estudios para determinar el tiempo mínimo de incorporación del CLA y la dosis óptima que deberían utilizarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th edition. Washington, DC.
- Bligh, E.G. y Dyer, W.J. 1959. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911.
- Carrero, J.J., Martín-Bautista, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza J.J., López-Huertas, E. 2005. Nutr. Hosp. 1: 63-69.
- Christie, W.W., 1982. Lipid analysis, 53-54.
- Cordero, G., Isabel, B., Menoyo, D., Daza, A., Morales, J., Piñeiro, C., López-Bote, C.J. 2010. Meat Sci. 85: 235-239.
- Joo, S.T., Lee, J.I., Ha, Y.L., Park, G.B. 2002. J. Anim. Sci. 80: 108-112.
- Lee, K.N., Pariza, M.W., Ntambi, J.M. 1998. Biochem. Biophys. Res. Commun. 248: 817-821.
- Martín, D., Antequera, T., González, E., López-Bote, C.J., Ruíz, J. 2007. J. Agric. Food Chem. 55: 10820-10826.
- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. 2001. Progress Lipid Res., 40: 283-298.
- Sukhija, P.S., Palmquist, D.L. 1988. J. Agric. Food Chem. 36: 1202- 1206.
- Wiegand, B.R., Sparks, J.C., Parrish, F.C.Jr, Zimmerman, D.R. 2002. J. Anim. Sci. 80: 637-643.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por AGL 2007-63655 y ADE (04/05/SG/0008).

USE OF CONJUGATED LINOLEIC ACID IN FINISHING PIGS DIETS HIGH IN LINOLEIC ACID CONTENT

ABSTRACT. Conjugated linoleic acid (CLA) in swine nutrition has the potential to improve feed efficiency and decrease carcass fat. Moreover, it may also alter fatty acid synthesis and metabolism, thus leading to more saturated fat. The present work was intended to evaluate the effect of 1% dietary CLA with a high level of linoleic acid on carcass characteristics and the subcutaneous adipose tissue composition of fatty acids in finishing pigs. At slaughter twenty pigs were selected (Landrace x Large white) to

study subcutaneous adipose tissue composition. Two diets were formulated in order to contain two levels of CLA (0 and 1 % CLA) combined with a high level of linoleic acid (52%) in the diet. Subcutaneous fat from pigs feed with dietary CLA, contained significantly higher amounts of saturated fatty and lower amounts of monounsaturated fatty acids than adipose tissue from pigs feed with the diet that included 0 % CLA (P<0.01). We conclude that CLA supplementation enhance fatty acid saturation, which may help to overcome problems of oil and low consistency meat.

Keywords: conjugated linoleic acid, linoleic acid, subcutaneous adipose tissue, fatty acid saturation.

Tabla 1. Composición en ácidos grasos, ingredientes y composición analítica de los piensos experimentales¹ (expresados en %).

	SIN (T1)	CLA (T2)
C18:2 n-6	52.03	43.42
c9,t11-CLA	0.00	4.47
t10,c12-CLA	0.00	4.51
AGS	17.13	15.99
AGMI	20.91	21.48
AGPI	57.12	47.52

¹Ingredientes (%), Maíz 46, Cebada 31, soja (44) 18, Manteca 2,5, Carbonato Cálculo 1, Premix Vitaminas minerales 0,3, Fosfato bicálcico 0,6, Sal 0,4, L-lisina (50) 0,08. Composición analítica: Energía Neta, 3200, Proteína Bruta 14, Fibra Bruta 3,50, Extracto etéreo 5,6, Cenizas 4,50. La composición de los piensos con CLA es similar a la anterior pero el 2,5 de Manteca se sustituye por 1,5 de Manteca y 1 de CLA.

Tabla 2. Perfil de los ácidos grasos principales en la grasa subcutánea dorsal de cerdos alimentados con CLA y un alto nivel de linoleico.

	SIN (T1)	CLA (T2)	RMSE	P-value
C18:2 n-6	21.01	19.90	2.124	0.272
c9,t11-CLA	0.01	2.22	0.108	<0.01
t10,c12-CLA	0.00	1.24	0.068	<0.01
AGS	36.06	45.76	2.743	<0.01
AGMI	40.77	28.99	2.071	<0.01
AGPI	23.15	21.79	2.306	0.215

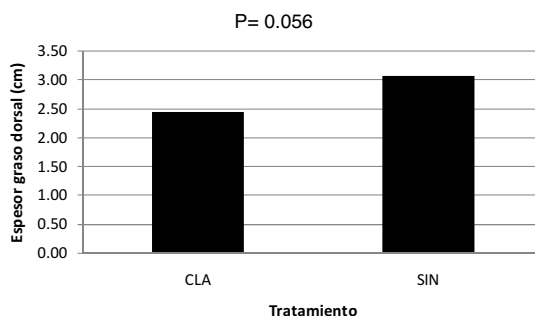


Figura 1. Espesor grasa dorsal de cerdos alimentados con CLA y un alto nivel de linoleico.

INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS Y LA EXPRESIÓN DE ENZIMAS LIPOGÉNICAS EN TEJIDOS DE CERDOS IBERICOS

Benítez, R¹., Núñez, Y., Fernández, A., Martín Palomino P., Rodrigáñez J., Fernández A.I., Rodríguez C., López-Bote C., Silió L., Óvilo C.

Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, Ctra. A Coruña km 7,5, 28040 Madrid. E-mail: ovilo@inia.es

INTRODUCCIÓN

La composición de los tejidos animales, principalmente el músculo y la grasa, es determinante en la calidad de los productos, y especialmente en la calidad de los productos del cerdo ibérico. Esta composición está influida por distintos aspectos como la dieta, la edad, el sexo o el tipo genético. Entre éstos, la dieta supone una herramienta fácil de manejar para modular la composición tisular y adaptarla a los estándares de calidad; y por ello se ha propuesto el empleo de dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados en el engorde de cerdos ibéricos para conseguir tejidos animales con calidad similar a la obtenida en cerdos alimentados en montanera (Ventanas et al., 2008; Pérez-Palacios et al., 2009). Sin embargo, no hay un conocimiento claro de cómo la composición de ácidos grasos de la dieta repercute en la de los distintos tejidos, ni de su influencia relativa sobre la deposición directa de ácidos grasos y sobre la síntesis endógena, que puede verse influida por el efecto de componentes específicos de la dieta sobre la transcripción de genes responsables de la síntesis de enzimas del metabolismo lipídico.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto de la composición de ácidos grasos de la dieta de cerdos ibéricos en fase de cebo, sobre la composición y sobre la expresión génica de tres enzimas clave del metabolismo lipídico en tejido adiposo y hepático.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales, muestras biológicas y datos fenotípicos: Se utilizaron 40 machos Torbiscal nacidos en el CIA 'Dehesón del Encinar'. Los animales fueron castrados con dos meses de edad y estuvieron agrupados desde el destete con alimentación restringida hasta alcanzar un peso medio de 60 kg, momento en que se establecieron tres lotes experimentales que recibieron diferentes dietas: dieta rica en ácidos grasos saturados (aportados por la adición de un 5% de manteca hidrogenada, grupo **S**), monoinsaturados (aportados por 5% girasol de alto oleico, grupo **M**) o poliinsaturados (aportados por 5% girasol normal, grupo **P**). Las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas. Los animales se pesaron quincenalmente y recibieron el tratamiento hasta que alcanzaron los 155 Kg de peso, momento en que fueron sacrificados. En los minutos siguientes al sacrificio se obtuvieron muestras de distintos tejidos que fueron recogidas en N₂ líquido y conservadas a -80°C. La extracción de lípidos a partir de la grasa subcutánea (capas interna y externa) y de hígado, así como el análisis de la composición de ácidos grasos mediante cromatografía de gases se realizaron según los protocolos descritos por Rey et al. (2006).

Estudio de expresión diferencial: Se extrajo ARN total utilizando el sistema Ribopure (Ambion), a partir de muestras de 50-100 mg de hígado y de 100-150 mg de grasa dorsal (capa interna) de los 40 animales del ensayo. Los ARN obtenidos se evaluaron mediante cuantificación con Nanodrop, electroforesis en gel de agarosa y análisis con un equipo Agilent Bioanalyzer, mostrando una calidad muy elevada. Se realizó la cuantificación de la expresión génica de tres enzimas clave: *SCD* (*δ9-desaturasa*), *FASN* (*Sintasa de ácidos grasos*) y *ME1* (*Enzima málico*). Se diseñaron parejas de primers específicas para cada transcrito usando el software QuickPri, a partir de las secuencias disponibles de ARNm porcino. La cuantificación se realizó mediante qPCR con SYBR Green (Takara) en un equipo Stratagene Real Time PCR (MxPro 3000). Todas las reacciones se realizaron por triplicado. Se utilizaron los genes *GADPH* y *B2M* como endógenos para la normalización de los valores de expresión, utilizando el software Genorm.

Análisis estadístico: La influencia de la dieta sobre la composición de ácidos grasos se analizó con un modelo lineal incluyendo la media, dieta y efectos residuales. Asimismo, se

evaluó el efecto de la dieta sobre la expresión génica con un modelo similar. Los análisis se realizaron utilizando la aplicación GLM del software SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres grupos experimentales mostraron pesos similares durante el ensayo y al sacrificio. La composición de ácidos grasos de la dieta tuvo un efecto muy significativo sobre la composición de los tejidos ($p < 0,0002$). Los análisis de la composición de AG muestran diferencias significativas para el grupo **P** (poliinsaturados), respecto a los grupos **S** (saturados) y **M** (monoinsaturados), que son similares, tanto en las dos capas de la grasa dorsal como en el hígado (Tabla 1). La composición de tejidos de los animales del grupo **P** refleja la composición de la grasa del pienso ingerido, con un porcentaje muy superior de AG poliinsaturados, principalmente linoleico, y menor de saturados y monoinsaturados, en relación a los de los otros dos grupos. Sin embargo no se observa un efecto de la dieta ingerida sobre la composición de los grupos **S** y **M**, que alcanzan unos porcentajes muy parecidos de AG a pesar de recibir el grupo **S** un 22% más de AG saturados y un 7% menos de monoinsaturados que el grupo **M**. Este resultado sugiere una alta capacidad de los cerdos ibéricos para la síntesis endógena de lípidos monoinsaturados a partir de grasa saturada, que podría verse reflejada en un efecto regulador de la dieta sobre la transcripción de enzimas del metabolismo lipídico.

Tabla 1. Composición media de los principales ácidos grasos en muestras de grasa subcutánea (capas interna y externa) e hígado obtenidas al sacrificio en cerdos alimentados con dietas con grasa saturada, monoinsaturada y poliinsaturada. Las medias con distinto superíndice son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Tejido	Dieta	C16:0	C18:0	C18:1, n-9	C18:2
Grasa subcutánea interna	Saturada	25,7 ^a ± 0,2	15,0 ^a ± 0,3	44,3 ^a ± 0,2	5,6 ^a ± 0,2
	Monoinsaturada	25,3 ^a ± 0,2	16,2 ^b ± 0,3	43,7 ^a ± 0,2	5,7 ^a ± 0,2
	Polinsaturada	22,8 ^b ± 0,2	13,8 ^c ± 0,3	37,9 ^b ± 0,2	16,8 ^b ± 0,2
Grasa subcutánea externa	Saturada	24,6 ^a ± 0,1	11,8 ^a ± 0,2	46,1 ^a ± 0,2	6,9 ^a ± 0,2
	Monoinsaturada	24,5 ^a ± 0,1	12,4 ^a ± 0,2	45,9 ^a ± 0,2	6,7 ^a ± 0,2
	Polinsaturada	21,8 ^b ± 0,1	10,9 ^b ± 0,2	39,5 ^b ± 0,2	18,2 ^b ± 0,2
Hígado	Saturada	17,3 ± 0,4	28,6 ± 0,4	20,7 ^a ± 0,6	8,5 ^a ± 0,3
	Monoinsaturada	17,1 ± 0,4	28,9 ± 0,4	20,2 ^a ± 0,6	9,0 ^a ± 0,3
	Polinsaturada	16,9 ± 0,4	29,5 ± 0,4	17,2 ^b ± 0,6	13,6 ^b ± 0,3

Entre las enzimas que regulan el metabolismo lipídico, la *delta-9 desaturasa* (SCD), el *enzima málico* (ME1) y la *sintasa de ácidos grasos* (FASN) son tres enzimas especialmente relevantes y relacionadas directamente con la biosíntesis de ácidos grasos. Entre ellas, SCD cataliza la síntesis de AG monoinsaturados (palmitoléico y oléico) a partir de AG saturados (palmítico y esteárico) por lo que tiene una función fundamental en la composición y calidad de los tejidos del cerdo ibérico. Además el gen que codifica este enzima está regulado por distintos factores, incluyendo componentes de la dieta (Paton y Ntambi, 2009).

Los resultados de la cuantificación de la expresión génica obtenidos en tejido graso muestran diferencias próximas a la significación estadística para los genes *SCD* y *ME1* en función del tipo de dieta, mostrando los tres genes estudiados una tendencia parecida con expresión ligeramente mayor en el grupo **M**, intermedia para el grupo **S** y menor en el **P**.

En el hígado, los resultados muestran un efecto muy significativo de la dieta sobre la expresión del gen *SCD*, con tendencia parecida a la observada en tejido adiposo (Figura 1). La mayor expresión de enzimas lipogénicas en el grupo **M**, especialmente *SCD*, en ambos tejidos, contrasta con lo observado a nivel de composición de los tejidos, que indicaba mayor capacidad de síntesis para el grupo **S**, principalmente referida a la síntesis de AG monoinsaturados. Esta mayor capacidad de síntesis podría responder a procesos de regulación postranscripcional de estas u otras enzimas o a regulación a nivel de la actividad enzimática.

Por otra parte, estudios previos describen una represión de la expresión del gen *SCD* en respuesta al tratamiento con ciertos ácidos grasos, como el linoleico y el oleico, siendo el primero un represor más potente (Zulkifli et al, 2010). Los resultados de nuestro estudio concuerdan con el efecto represor del ácido linoleico sobre la expresión de *SCD*, pues el grupo **P** presenta el menor nivel de expresión. Sin embargo, no se observa un similar efecto inhibitor de la expresión de este gen por parte del ácido oleico de la dieta **M**.

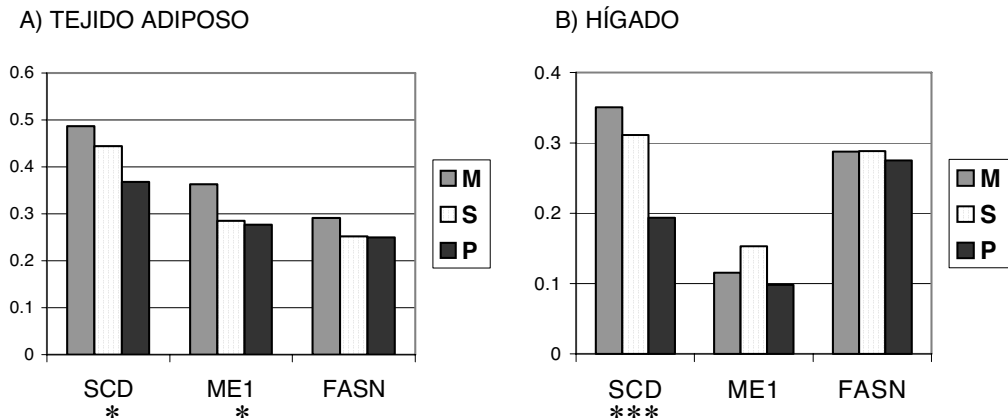


Figura 1. Expresión media de los genes *SCD*, *ME1* y *FASN* en tejido adiposo (A) y hepático (B) de los tres grupos experimentales. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.005$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Paton C.M., Ntambi J.M. 2009. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 297(1): E28-E37. • Pérez-Palacios T., Ruiz J., Tejeda J.F., Antequera T. 2009. Meat Science 81: 632-640 • Rey et al. 2006. Meat Science 73: 66-74. • Ventanas S., Tejeda J.F., Estévez M. 2008. Animal 2(4): 621-630. • Zulkifli R.M., Parr T., Salter A.M., Brameld J.M. 2010. J. Anim. Sci. 88 : 2565-2575.

Agradecimientos: Trabajo financiado por los proyectos RTA2007-00075-00-00 y CAM-S2009/AGR-1704. Agradecemos la colaboración del personal del CIA 'Dehesón del Encinar' (Oropesa, Toledo).

INFLUENCE OF DIET COMPOSITION ON FATTY ACID COMPOSITION AND LIPOGENIC ENZYMES GENETIC EXPRESSION OF IBERIAN PIG TISSUES

ABSTRACT: Animal tissue composition is determinant in the quality of animal products and is influenced by several factors including diet, genetic type, age and sex. Diet effect on Iberian pig's tissue composition is a relevant issue with productive and economic implications, not well understood to date. In this work we evaluated the effect of the diet fatty acid composition of fattening Iberian pigs, with respect to different tissues FA composition and transcription of three key genes coding for lipid metabolism enzymes (*SCD*, *ME1* and *FASN*). Forty Torbiscal male pigs were subjected to three different diets: saturated fat (S), monounsaturated fat (M) and polyunsaturated fat (P) during the fattening period. Adipose tissue and liver fatty acid composition show great differences for P animals respect to S and M groups, which show a similar fatty acid profile. Regarding the diet effect on gene expression several effects are detected in the different tissues, suggesting a higher expression of lipogenic enzyme genes on the M group, and lower in the P group. These gene expression results do not explain the higher ability of S group for the endogenous synthesis of monounsaturated FA, which can be deduced from the tissue composition analyses.

Keywords: Iberian pig, nutrition, gene expression

UTILIZACIÓN DEL ALPERUJO DE ACEITUNA Y LA PELADURA DE TOMATE EN LA ALIMENTACIÓN DEL CERDO IBÉRICO

Hernández-Matamoros, A.¹, Paniagua Breña, M.², Izquierdo Cebrián, M.², Tejada Sereno, J.F.¹ y. González Sánchez, E.¹

¹Escuela de Ingenierías Agrarias, Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Extremadura, Ctra. de Cáceres s/n, 06071 Badajoz. malena@unex.es

²Centro de Investigación La Orden, Junta de Extremadura. A-V, Km 372, Guadajira 06071 Badajoz

INTRODUCCIÓN

Con la utilización de subproductos de la industria agroalimentaria para la fabricación de piensos destinados a los animales se persigue un doble propósito. Por una parte, se retira aquellos desechos que a las industrias les puede suponer un problema descartarlos de su proceso industrial. Por otra, implica generalmente el abaratamiento de los piensos y por tanto de los costes de producción. Cuando los subproductos son fuentes ricas en fibra, su uso se ha limitado a la alimentación de rumiantes, como sucede con los subproductos de la industria del aceite de oliva (revisado por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2008) y la del tomate (Fondevila et al., 1994; Ben Salem y Znaidi, 2008).

Sin embargo, en la producción de cerdos, dietas ricas en fibra no tienen un alto interés pues al incorporarlas se produce un descenso en los consumos de energía y por tanto de los crecimientos. En el cerdo ibérico, este inconveniente no es tan crítico ya que durante la fase de crecimiento se suele recomendar una limitación en los crecimientos para posteriormente, y mediante el crecimiento compensatorio, optimizar la fase de finalización (Daza et al., 2007, Serrano et al., 2009).

Con este trabajo pretendemos evaluar la incorporación de alperujo de aceituna y peladura de tomate, en un pienso destinado a cerdo Ibérico durante la fase final de crecimiento, mediante el estudio de su consumo y los crecimientos de los animales, así como la repercusión que tienen sobre la composición de ácidos grasos del tejido adiposo subcutáneo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizan un total de 16 cerdos Ibéricos puros línea Valdealsequera (machos castrados) que inician experimento con un peso vivo de $72,6 \pm 5,6$ y una edad de 231 días. Se dividen aleatoriamente en dos lotes homogéneos a los que se les administra un pienso que contiene un 55% de peladura de tomate (PT) y de alperujo de aceituna (AA), respectivamente. Los animales tienen a libre disposición el pienso y el agua. Se establece un periodo de adaptación de 8 días tras los cuales se controla el incremento de peso y consumo semanal durante cuatro semanas. Los cerdos terminan el experimento con 104,4 kg de peso vivo. Al inicio del periodo experimental se procede a realizarles una biopsia de tejido adiposo subcutáneo a nivel de la rabadilla (aprox. a 10 cm por encima del rabo y a 6 de la línea media). Esta biopsia se repite al finalizar el experimento. La grasa subcutánea de las biopsias (250 mg) se homogeniza en un mortero con cloroformo hasta la total disolución de la grasa separándola del tejido conectivo, el cloroformo se recoge y posteriormente se evapora bajo corriente de nitrógeno. La composición de ácidos grasos se determina por cromatografía de gases después de una transesterificación ácida en presencia de ácido sulfúrico (5% de ácido sulfúrico en metanol) (Cava et al., 1997). Los resultados se expresan como porcentaje del total de ácidos grasos y se analizan un total de dieciséis ácidos grasos. De ellos, en este trabajo, sólo se reflejan los mayoritarios. Los piensos se analizan químicamente para fibra (FB: fibra bruta, FND: fibra neutro detergente y FAD: fibra ácido-detergente), proteína bruta (PB), grasa bruta (GB) (AOAC International, 2000; Van Soest et al., 1991), además de su composición porcentual de ácidos grasos con la misma metodología aplicada a la grasa subcutánea.

Para el análisis de los datos se utiliza el paquete estadístico SPSS v.19 (2010). La descripción de los mismos se efectúa mediante la media y desviación estándar (DE). Para conocer si la alimentación modifica la composición de la grasa a lo largo del tiempo se

realiza una prueba T para muestras relacionadas y para conocer si existen diferencias entre las alimentaciones se aplica un Anova de un factor.

RESULTADOS

Los cerdos alimentados con piensos en los que se añade un 55% de subproducto de la industria del aceite (alperujo) y del tomate (peladuras) presentan ganancias medias diarias al final del periodo experimental (última semana) de 646 y 664 g/día respectivamente. Como se observa en la Figura 1a la ganancia va disminuyendo conforme avanza el control de pesos y esta tendencia se estabiliza al final del periodo experimental. Los consumos por su parte siguen la tendencia contraria (Figura 1b), produciéndose un incremento en el consumo de pienso conforme avanza el experimento. Al final de este periodo se ralentizan los consumos, teniendo ambos a partir de entonces un comportamiento plano. Alcanzan en este momento consumos de 6,1 kg los de alperujo y a 5,9 kg los de peladura. Los índices de conversión siguen una tendencia creciente situándose al final en valores de 9,4 y 8,9, respectivamente.

La influencia que ejerce la alimentación sobre la composición del tejido adiposo subcutáneo se refleja en la Tabla 2. El consumo de alperujo en la dieta supone un cambio en todos los ácidos grasos excepto para el ácido linoleico. La presencia de altos niveles de ácido oleico en la dieta incrementa los niveles de este ácido graso en el tejido subcutáneo, impulsando a la baja la de los saturados y los poliinsaturados. En cambio, la peladura de tomate ejerce su efecto a nivel de los monoinsaturados (disminuyéndolos) e incrementando el ácido linoleico. Las diferencias entre ambas alimentaciones se presentan a nivel del ácido oleico y del linoleico, fiel reflejo de los contenidos de estos dos ácidos grasos en los piensos (Tabla 1).

Se puede concluir que, motivado por unos elevados índices de conversión, el uso de los subproductos valorados en este trabajo estaría supeditado al abaratamiento de la dieta dependiente del coste de los subproductos. Además, si lo que se pretende es conseguir parámetros de calidad en cuanto a composición de ácidos grasos, el alperujo parece ser más apropiado para incluirlo en la dieta de cerdos ibéricos durante la fase anterior al cebo, frente a la peladura de tomate, al aportarle ácido oleico al tejido adiposo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **AOAC International.** 2000. *Official Methods of Analysis*. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA Sci. Technol. 48, 185-197
- **Ben Salem, H. y Znaidi, I.A.** 2008. *Animal Feed Science and Technology* 147, 206-222
- **Cava, R.** et al. 1997. *Meat Science*, 45, 263-270
- **Daza, A.** et al. 2007. *Animal Feed Science and Technology* 138, 61-74
- **Fondevila** et al. 1994. *Small Ruminant Research* 13, 117-126
- **Molina-Alcaide, E. y Yáñez-Ruiz, D.R.** 2008. *Animal Feed Science and Technology* 147, 247-264
- **Serrano, M.P.** et al. 2009. *J. Anim. Sci.* 87, 1676-1685
- **Van Soest, P. J.** et al. 1991. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Extremadura (PRI08B091) y fondos FEDER.

Tabla 1: Composición analítica (%) y de ácidos grasos (% sobre el total de los ésteres metílicos de los ácidos grasos) de los piensos experimentales.

	PT	AA		PT	AA
Composición química (%)			Ácidos grasos %		
PB	19,9	18,8	C16:0	17,2	15,2
GB	5,2	5,4	C18:0	5,9	4,4
FB	18,6	17,4	C18:1	27,9	55,3
FND	40,3	43,8	C18:2	43,1	20,7
FAD	25,8	25,5	C18:3	3,8	2,1

PT: peladura de tomate, AA: alperujo de aceituna.

Tabla 2: Composición de ácidos grasos (% sobre el total de los ésteres metílicos de los ácidos grasos) del tejido adiposo subcutáneo al final del periodo experimental.

	Peladura de tomate				Alperujo de aceituna				Efecto Dieta sig.
	media	DE	Dif ¹ .	Prueba -T	media	DE	Dif.	Prueba -T	
C14:0	1,3	0,04	-0,02	-	1,3	0,02	-0,08	**	-
C16:0	22,0	0,38	0,48	-	21,3	0,24	-0,56	**	-
C16:1	2,4	0,15	-0,26	**	2,4	0,06	-0,32	**	-
C18:0	11,0	0,42	-0,42	-	10,2	0,25	-1,31	**	-
C18:1 n9	43,7	0,48	-1,19	**	48,2	0,42	3,22	***	***
C18:2 n6	14,4	0,56	1,94	**	11,4	0,28	-0,40	-	***
C18:3 n3	1,4	0,07	-0,37	**	1,3	0,05	-0,48	***	-
∑ sat	35,0	0,67	-0,09	-	33,5	0,49	-2,05	**	-
∑ mono	47,8	0,57	-1,50	**	52,5	0,44	3,04	***	***
∑ poli	17,2	0,57	1,59	**	14,0	0,31	-0,99	**	***

¹Dif: diferencia entre el valor inicial y valor final. ** p < 0,01; *** p < 0,001; -: no significativo.

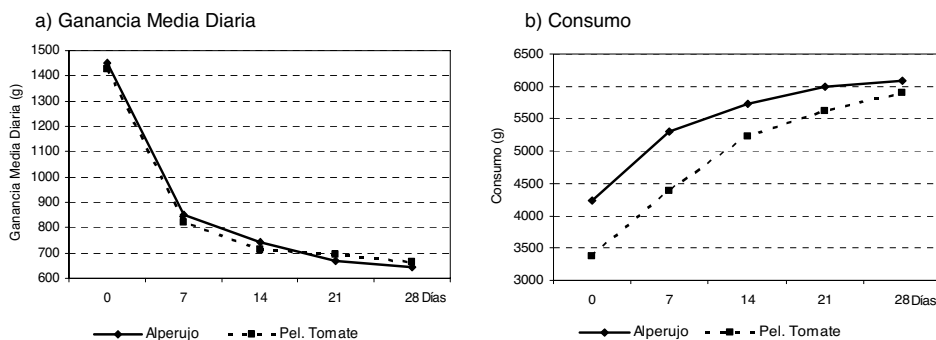


Figura 1: Ganancia media diaria (g) y consumos de pienso (g) durante el periodo experimental.

USE OF OLIVE CAKE AND TOMATO PEEL IN THE IBERIAN PIG FEED

ABSTRACT:

We use, olive cake and tomato peel (55% in level incorporation) added to Iberian pigs compound feed, during 28 days -plus 8 days in adaptation- in growing phase (from 72.6 kg to 104.4 kg of live weight). At the final experimental periods we obtain average daily gain of 646 and 664 g/day and 6.1 kg and 5.9 kg of average daily feed intake to olive cake and tomato peel, respectively. The ingestion of olive cake increased the content oleic fatty acid (3.2 percentuals points) and decreased saturated fatty acid and polyunsaturated fatty acid in adipose subcutaneous tissue. By contrast, tomato peel increased the linoleic fatty acid (1.9 percentuals points) and decreased the monounsaturated fatty acid in this tissue.

It can be concluded that due to high feed conversion ratio (9.4 and 8.9 to olive cake and tomato peel, respectively), the use of these subproducts would be conditioned to the cheapening of the diet depending on the cost of products. Also, if the aim is achieve quality standards in terms of fatty acid composition (high level to oleic acid in adipose tissue), the olive cake in contrast to the tomato peel, it seems more appropriate for inclusion in the diet of Iberian pigs during the pre-fattening phase.

Keywords: Iberian pigs, olive cake, tomato peel, fatty acid

EFFECTO DE LA DENSIDAD EN CEBO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, LA COMPOSICIÓN DE LA CARNE Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CERDOS SACRIFICADOS CON 110 KG DE PESO

Morales, J.I.¹, Serrano, M.P.¹, Cámara, L.¹, Berrocoso, J.D.¹, López-Bote, C.J.², Lorient, C.³, López, J.P.⁴ y Mateos, G.G.¹

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

²Departamento de Producción Animal, UCM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.

³Incarlopsa, Carretera N-400, Km. 95,4. 16.400, Tarancón, Cuenca.

⁴COPISO S.A., Avenida de Valladolid, 105. 42005, Soria.

gonzalo.gmateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

El número de cerdos por cuadra y la densidad influyen sobre el rendimiento productivo (Edmons et al., 1998). Además, la densidad de cría puede afectar a la calidad de la canal y de la carne (Estevez et al., 2003), ya que una reducción del espacio disponible da lugar a peleas y mordeduras de colas. Sin embargo, la producción de carne por m² aumenta con la densidad con un mejor aprovechamiento de la superficie disponible. Por otro lado, la densidad podría afectar de distinto modo a hembras (HE) y a machos castrados (MC) debido posiblemente al menor consumo voluntario de pienso de las HE. A este particular, Hamilton et al. (2003) observaron que a altas densidades de cría las HE fueron relativamente más magras mientras que los MC eran relativamente más grasos. Cambios en la densidad de cría, pueden afectar a la composición en ácidos grasos de la canal debido a cambios en el consumo y a la utilización del alimento (Nürnberg et al., 1998). El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la densidad de cebo de HE y MC con alto potencial de crecimiento, sobre el rendimiento productivo y la composición de la carne y el perfil de ácidos grasos en cerdos de 19 a 109 kg PV.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 228 cerdos (mitad HE y mitad MC), procedentes del cruce de hembras Landrace x Large White y machos Large White, con 19,4 ± 0,62 kg PV (61 ± 2 días de edad) al inicio de la prueba. Los machos se castraron con 4 ± 1 días de edad (57 días antes del inicio de la prueba). Los cerdos se distribuyeron en 24 cuadras (2,3 x 3,3 m), con el mismo peso medio. Las densidades utilizadas fueron 0,76 ó 0,84 m²/cerdo (10 ó 9 cerdos/cuadra). Se controló la ganancia media diaria (GMD), el consumo diario de pienso (CMD) y el índice de conversión (IC) a los 61, 77, 125, 146 y 159 días de edad por réplica. La prueba en granja concluyó cuando las HE alcanzaron una media de 108,6 ± 2,67 kg PV y los MC 110,8 ± 2,22 kg PV, momento en el que fueron enviados a matadero. Para analizar la calidad de la carne se recogieron muestras del músculo *Longissimus dorsi* de cuatro animales por cuadra y se analizó su contenido en grasa intramuscular (GIM), proteína y humedad. Asimismo, se determinó por cromatografía de gases el perfil de ácidos grasos de muestras de grasa subcutánea recogidas a nivel del *Gluteus medius* (BOE, 2004). Cada tratamiento se replicó 6 veces con 9 ó 10 cerdos/cuadra para datos de productividad y 6 canales escogidas al azar por cuadra para la calidad de la carne. La unidad experimental fue la cuadra en todos los casos. Los resultados se analizaron mediante el procedimiento MIXED (Statistical Analysis Systems Institute, 1990). El modelo incluyó el sexo (HE vs. MC), la densidad y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el global de la prueba, los MC tuvieron peor IC ($P < 0,01$) que las HE, pero no se encontraron diferencias debido a la densidad (Tabla 1). Se observó una interacción sexo x densidad para el CMD y el IC, de forma que una disminución del espacio por cerdo disminuyó ($P < 0,05$) el consumo en MC, efecto contrario al observado para las HE. Asimismo, los MC tuvieron mejor ($P < 0,05$) IC cuando se alojaron a 0,76 que a 0,84 m²/cerdo, efecto opuesto al observado para las HE.

Tabla 1. Influencia del sexo (S; HE y MC) y la densidad (D) de cría (0,84 y 0,76 m²/cerdo) sobre los rendimientos productivos, la composición de la carne y el perfil de ácidos grasos

Parámetro	HE		MC		EEM ¹	Probabilidad		
	0,84	0,76	0,84	0,76		S	D	S*D
<i>Rendimientos productivos</i>								
Entre 61 y 77 días de edad (0 a 16 días en prueba)								
GMD, kg	0,725	0,717	0,801	0,762	0,018	0,01	NS	NS
CMD, kg	1,24	1,22	1,29	1,21	0,016	NS	0,01	NS
IC	1,72	1,69	1,62	1,59	0,027	0,01	NS	NS
Entre 77 y 125 días de edad (16 a 64 días en prueba)								
GMD, kg	0,946	0,945	0,999	0,972	0,013	0,01	NS	NS
CMD, kg	2,14	2,20	2,37	2,29	0,049	0,01	NS	NS
IC	2,26	2,33	2,37	2,35	0,034	0,10	NS	NS
Entre 125 y 146 días de edad (64 a 85 días en prueba)								
GMD, kg	0,942	0,947	0,954	0,978	0,020	NS	NS	NS
CMD, kg	2,69	2,80	3,09	3,05	0,041	0,001	NS	NS
IC	2,87	2,96	3,22	3,12	0,073	0,01	NS	NS
Entre 146 y 159 días de edad (85 a 98 días en prueba)								
GMD, kg	0,887	0,941	0,921	0,914	0,031	NS	NS	NS
CMD, kg	3,04	3,32	3,71	3,36	0,179	0,10	NS	NS
IC	3,45	3,53	4,06	3,68	0,246	NS	NS	NS
Entre 61 y 159 días de edad (0 a 98 días en prueba)								
GMD, kg	0,901	0,907	0,947	0,932	0,010	0,01	NS	NS
CMD, kg	2,23	2,32	2,53	2,42	0,037	0,001	NS	0,05
IC	2,48	2,55	2,67	2,60	0,034	0,01	NS	0,05
<i>Composición química del m. Longissimus dorsi, %</i>								
GIM	3,08	3,50	3,58	3,75	0,141	0,05	NS	NS
CP	23,0	22,6	22,8	22,3	0,277	0,05	0,001	NS
Humedad	73,2	72,6	72,5	72,6	0,14	0,05	NS	0,05
<i>Perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea externa⁹, %</i>								
C18:1 N9	42,21	42,31	40,96	42,87	2,011	NS	0,10	0,10
C18:1 N7	2,70	2,76	2,73	2,75	0,225	NS	NS	NS
C18:2	10,25	9,75	9,30	9,61	0,682	0,01	NS	0,05
∑SAT ²	36,16	35,66	36,73	37,00	1,754	0,05	NS	NS
∑MONO ³	48,81	49,13	47,69	49,63	2,247	NS	0,10	NS
Ind. insaturac. ⁴	0,90	0,93	0,95	0,84	0,157	NS	NS	0,10
<i>Perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea interna⁵, %</i>								
C18:1 N9	41,10	41,64	39,14	40,78	1,615	0,01	0,05	NS
C18:1 N7	2,52	2,61	2,40	2,59	0,159	NS	0,01	NS
C18:2	9,85	10,05	9,20	9,42	0,900	0,01	NS	NS
∑SAT	39,66	38,53	39,83	39,45	1,773	NS	NS	NS
∑MONO	47,13	47,98	45,10	46,98	1,799	0,01	0,01	NS
Ind. insaturac.	0,81	0,82	0,91	0,84	0,117	0,10	NS	NS

¹Error estándar de la media con 6 réplicas por tratamiento. ²∑(C12:0 + C14:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0 + C 20:0). ³∑(C16:1 + C17:1 + C18:1 + C20:1). ⁴Índice de insaturación (∑(% de cada ácido graso insaturado x número de dobles enlaces del ácido graso) / ∑(% de cada ácido graso insaturado). ⁵El perfil de C16:0, C18:0 y ∑PUFA no se vio afectado por el tratamiento.

El contenido en proteína de la carne fue mayor ($P < 0,001$) en cerdos alojados a la mayor densidad. La grasa subcutánea interna ($P < 0,01$) y externa ($P < 0,10$) de los cerdos criados a mayor densidad tuvo mayor contenido en ácidos grasos monoinsaturados que la de los cerdos criados a menor densidad. El contenido en ácido oleico de los cerdos criados a $0,76 \text{ m}^2/\text{cerdo}$ fue superior a la de los criados a $0,84 \text{ m}^2/\text{cerdo}$. Por otra parte, el contenido en ácido linoleico fue superior en las HE que en los MC. Se concluye que hembras y machos castrados responden de forma diferente a la densidad de cría, con los machos castrados admitiendo mayor densidad que las hembras a efectos de crecimiento y potencial productivo. Además, la densidad de cría podría afectar al perfil en ácidos grasos de la canal con cerdos criados a mayor densidad mostrando canales menos saturadas y con mayor contenido en ácidos grasos monoinsaturados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Boletín Oficial del Estado. 2004. BOE 283: 38770-38779. • Edmonds, M.S., Arentson, B.E. & Mente, G.A. 1998. J. Anim. Sci. 76: 814-821. • Estevez, M., Morcuende, D. & Cava, R. 2003. Meat Sci. 65: 1139-1146. • Hamilton, D.N., Ellis, M., Wolter, B.F., McKeith, F.K. & Wilson, E.R. 2003. Meat Sci. 63: 257-263. • Nürnberg, K., Wegner, J. & Ender, K. 1998. Livest. Prod. Sci. 56: 145-156. • Statistical Analysis Systems Institute. 1990.

THE EFFECT OF SEX AND DENSITY AT HOUSING ON PRODUCTIVE PERFORMANCE, MEAT COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF PIGS SLAUGHTERED AT 110 KG BODY WEIGHT

ABSTRACT: Two hundred and twenty eight crossbred pigs (Large White sires to Landrace x Large White dams) with 61 ± 2 days of age were used to investigate the effect of gender and density at housing on productive performance, meat quality, and fatty acid profile of fat collected at *Gluteus medius* level of pigs slaughtered with 110 kg BW. There were four experimental treatments with two genders (gilts and barrows) and two densities at housing (0.84 and $0.76 \text{ m}^2/\text{pig}$). Each treatment was replicated six times and the space allocation was achieved by varying the number of pigs per pen (ten vs. nine). For the entire experimental period, ADFI and feed-to-gain ratio increased in gilts as the space allowance decreased (2.23 vs. 2.32 kg/day and 2.48 vs. 2.55 , respectively) whereas the opposite effect was observed for barrows (2.53 vs. 2.42 kg/day and 2.67 vs. 2.60 , respectively; $P < 0.05$ for the interaction). Gilts had less ($P < 0.05$) intramuscular fat content than barrows. Fat from pigs reared at $0.76 \text{ m}^2/\text{pig}$ had more monounsaturated fatty acid content than fat from pigs reared at $0.84 \text{ m}^2/\text{pig}$. We concluded that gilts and barrows slaughtered at 110 kg BW respond differently to space allocation and that the fatty acid profile of the pigs is affected by house density. The use of different densities at housing might improve production cost under field conditions. Under the indicated management practices, a density at housing of $0.84 \text{ m}^2/\text{pig}$ for gilts and of $0.76 \text{ m}^2/\text{pig}$ for barrows is recommended for pigs slaughtered at 110 kg.

Keywords: Housing density; Meat quality; Pig performance; Sex

RESPUESTA PRODUCTIVA A LA ADICIÓN DE DISTINTOS ADITIVOS ZOOTÉCNICOS (PREBIÓTICOS, ÁCIDOS ORGÁNICOS Y EXTRACTOS VEGETALES) EN DIETAS PARA CERDOS GRASOS

De Mercado¹, E., Tomás², C., Gómez-Izquierdo¹, E., Gómez-Fernández¹, J.

¹Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla (Segovia).

²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe (Castellón).

E-mail: *gomferjs@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

La prohibición de promotores del crecimiento antibióticos durante la pasada década, ha favorecido la publicación de numerosos trabajos que contrastan la viabilidad de distintos estimulantes del rendimiento aplicados principalmente en la fase de transición. Es una situación lógica, habida cuenta de las características de los lechones destetados precozmente, con una notable falta de desarrollo del aparato digestivo y elevado estrés postdestete debido al cambio de la dieta, del manejo, de la ubicación, etc (De la Fuente, 2005). En cebo, el compromiso sanitario es menor que en transición, y la aplicación de aditivos se centra mayoritariamente en la inclusión de diversas enzimas, con la intención de facilitar la digestibilidad de los diferentes nutrientes y disminuir la contaminación ambiental (Lizaso *et al.*, 2006; Dos Santos *et al.*, 2009; Kerr *et al.*, 2010).

El objetivo del presente estudio, fue analizar el efecto zootécnico de la adición de tres aditivos en el pienso de cebo de cerdos grasos. El aditivo P (Prebiótico), estaba compuesto por β -glucanos y mananos (derivados de *Saccharomyces cerevisiae*), con efecto inmunomodulador y reductor de patógenos (Gracia *et al.*, 2005). El aditivo Ác, mezclaba componentes extraídos de diferentes sedimentos terrestres producidos a partir de la descomposición de la materia orgánica, como son el ácido húmico y el ácido fúlvico, inhibidores del crecimiento bacteriano y fúngico, y estimulantes del sistema inmunitario (Islam *et al.*, 2005). Finalmente el aditivo F (Fitobiótico), procedía del extracto natural de plantas de la familia *Papaveraceae*: "*Sanguinaria Canadensis ssp.*" y "*Macleaya cordata ssp.*", que desactiva enzimas indeseables como la descarboxilasa de los aminoácidos aromáticos, impidiendo su degradación y facilitando la deposición proteica (Arantzamendi y Blanch, 2005; Jacela *et al.*, 2010).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 192 cerdos (50% de cada sexo; machos castrados) con genética ACMC x (LW*LD*Meishan), 70 días de edad y peso medio de 25,09 \pm 3,03 kg.

Una vez identificados mediante crotales, se colocaron en la distintas réplicas experimentales (48 réplicas totales; 12 en cada sala) según peso y sexo (machos y hembras separados). La unidad experimental fue el departamento con 4 animales, y hubo 12 réplicas por tratamiento.

El ensayo se dividió en 4 fases, **Fase 0-1**: de 70 a 83 días de vida (d/v), con un mismo pienso de adaptación para todos los animales. **Fase 1-3**: de 83 a 117 d/v, en la que comenzó propiamente el ensayo, con los 4 tratamientos: A (control, sin aditivo); B (aditivo P a 2000 ppm); C (aditivo Ác a 2500 ppm); D (aditivo F a 2000 ppm). **Fase 3-4**: de 117 a 132 d/v con pienso de engorde y los mismos aditivos. **Fase 4-6**: de 132 a 158 d/v, con pienso de acabado y los mismos aditivos. Todas las dietas experimentales, se formularon según los requerimientos nutricionales para ganado porcino de FEDNA (2006), presentándose en gránulo de 3,5 mm.

Se realizaron controles cada 15 días o coincidiendo con el cambio de pienso, de crecimiento medio diario (GMD), consumo medio diario (CMD), índice de conversión (IC), así como del estado sanitario, este último diariamente. Los datos fueron analizados por los procedimientos GLM y REG (Test de Cook) de SAS® (1999), para diseños de bloques al azar, mediante un análisis de varianza de estructura: $Y_{ijkl} = \mu + SC_i + T_j + S_k + \epsilon_{ijkl}$, donde:

Y: variable productiva (Peso, GMD, CMD e IT), μ : media general, SC: efecto sala-bloque, T: pienso, S: sexo, ϵ : error residual. La covariable (peso inicial: P0) se retiro del modelo al no ser significativa ($P > 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la evolución de las variables estimadas (Peso, CMD, GMD, IC) en las diferentes fases y a nivel global. No se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los cuatro tratamientos ni en periodos parciales ni globalmente. En general, los resultados de los aditivos que se emplean en producción porcina: probióticos, prebióticos, simbióticos, enzimas ácidos orgánicos-inorgánicos, extractos de plantas (medicinales, aceites esenciales, fitobióticos), es muy dispar, y su efecto está condicionado por el estado sanitario, el manejo, la edad, la composición y procesado del pienso y la dosis (Gracia *et al.*, 2005; Jacela, *et al.*, 2006).

El posible efecto protector del aditivo F, observado por Arantzamendi y Blanch (2005), sobre aminoácidos aromáticos, en particular el triptófano, no se manifiesta en nuestro trabajo, siendo el CMD similar en relación con el resto de aditivos. Las distintas dosis utilizadas, tanto por exceso como por defecto (cien veces inferior en los citados autores), pueden influir en los resultados. Windish *et al.* (2008) indican una actividad antioxidante y antibacteriana *in vitro* de los fitobióticos, que se muestra inconsistente al aplicarlos *in vivo*; sin embargo, Lynch *et al.* (2010), observan un control de enterobacterias, incrementándose el crecimiento de lactobacilos con estas sustancias.

Hay poca información en relación con el aditivo Ác. Islam *et al.* (2005), describen un efecto interesante en la salud intestinal y sobre la absorción de nutrientes en pollos, y con efectos contradictorios en porcino (lechones). Un problema añadido en este caso, es la variabilidad existente según el origen del producto.

Ocurre todo lo contrario con los carbohidratos del aditivo P (β -glucanos y mananos), con muchos ensayos experimentales realizados, principalmente en monogástricos, y resultados variables (Fernández *et al.*, 2005). En un reciente estudio de McDonnell *et al.* (2010), los polisacáridos testados (β -glucanos vs polisacáridos de algas), presentan un efecto beneficioso de manera individual, estimulando el crecimiento de lactobacilos; al adicionarse conjuntamente el beneficio queda neutralizado.

Se puede concluir que si bien en la actualidad existe una amplia gama de productos que pueden ser usados como sustitutivos de los antibióticos promotores del crecimiento, ninguno de ellos supone una alternativa totalmente satisfactoria; son productos caros, con una eficacia más que discutible, y el posible efecto beneficioso a nivel productivo depende en gran medida de las condiciones sanitarias y de explotación de los animales. Es preciso conocer a qué dosis muestran su actividad y las sinergias que se producen con las materias primas, la concentración de nutrientes o con otros aditivos, siendo complejo prever un posible efecto (Calvo *et al.*, 2000; Steim, 2007; Yan *et al.*, 2010).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arantzamendi, L. & Blanch, A. Anaporc, 17, 2005, 76-79.
- Calvo, M. A., Costa Batllorí, P. & Marzo, I. 2000 Anaporc, 190: 51-58.
- De la Fuente, J. M. 2005. Aditivos Zootécnicos. Alternativas a los antibióticos como promotores del crecimiento.
- Fernández Martínez, C. 2005. Aditivos Zootécnicos. Alternativas a los antibióticos como promotores del crecimiento.
- Dos Santos, J., Badiola, I., Torrallardona, D., Geraert, P. & Devillard, S. 2009. Journées Recherche Porcine, 41, 1-x.
- FEDNA. 2006. Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA. Ed FEDNA.
- Gracia, M., Viguera, j., Medel, P. 2005. Anaporc, 17 (II): 19-27.
- Islam, K. M., Schuhmacher, A. & Gropp, J. M. 2005. Pakistan Journal of Nutrition 4 (3): 126-134.
- Jacela, J., De Rouchev, J., Tokach, M., Goodband, R., Nelssen, J., Renter, D. & Dritz, S. 2010. J. Swi. Healht Prod. 18-3.
- Kerr, J., Weber, T., Miller, P. & Southern, L. 2010. J. Anim. Sci. 88:238-247.
- Lizaso, J., García, J., Martín, C., Gozalo, R., García-Acebes, J. M., Gómez Izquierdo, E. 2006. ITACyL. ISBN: 84-934535-6-0.
- Lynch, M., Sweeney, T., Callan, J. & O'Sullivan, J. 2010. J. Sci. Food Agri. 90, 3, pages 430-437.
- McDonnell, P., Figat, S., & O'Doherty, J. V. 2010. Animal (2010), 4: 579-585.
- SAS. 1999. User's guide. SAS Institute Inc,

Cary, NC. • Steim, H. 2007. London Swine Conference; 3-4 April 2007. • Windisch, W., Schedle, K., Plitzne, C., & Kroismay, A. 2008. J. Anim Sci. 86: E140 - E148. • Yan, L., Wang, J. P., Kim, H. J., Meng, Q. W., Ao, X., Hong, S. M. & Kim, I. H. 2010. Liv. Sci. 128 (1/3)115-122.

Tabla 1. Efecto de los diferentes tratamientos sobre los parámetros productivos en los tres periodos experimentales y globalmente.

Variables ¹	TRATAMIENTO (N=12)				EEM ²	P-valor ³
	A	B	C	D		
Peso 0 (70 d/v)	25,17	25,04	25,09	25,04	0,10	0,77
Peso 3 (117 d/v)	67,26	66,84	67,34	66,82	0,72	0,93
CMD 03	1,602	1,560	1,591	1,570	0,02	0,53
GMD 03	0,876	0,870	0,880	0,870	0,01	0,96
IC 03	1,82	1,79	1,81	1,80	0,01	0,52
Peso 4 (132 d/v)	82,84	82,54	83,29	82,36	0,88	0,89
CMD 34	2,458	2,571	2,519	2,446	0,05	0,38
GMD 34	1,038	1,053	1,063	1,036	0,02	0,79
IC 34	2,36	2,44	2,36	2,36	0,02	0,13
Peso 6 (158 d/v)	112,97	112,69	112,93	113,05	1,16	0,99
CMD 46	2,930	2,984	2,959	2,970	0,06	0,93
GMD 46	1,154	1,153	1,140	1,184	0,02	0,62
IC 46	2,53	2,57	2,59	2,52	0,03	0,40
Periodo global						
CMD 06	2,185	2,205	2,202	2,184	0,03	0,96
GMD 06	0,986	0,985	0,987	0,989	0,01	0,99
IC 06	2,21	2,23	2,22	2,20	0,01	0,37

¹Variables. d/v: días de vida; Peso: kg; CMD: Consumo Medio Diario kg; G: Ganancia Media Diaria kg; IC: Índice de Conversión kg/kg. ²EEM: Error Estándar de la Media. ³P-valor: Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas (P<0,05).

PRODUCTIVE ANSWER TO THE ADDITION OF DIFFERENT ADDITIVES (PREBIOTICS, ORGANIC ACIDS AND VEGETABLE EXTRACTS) IN DIETS FOR FATTY PIGS

ABSTRACT: The prohibition of use the antibiotics as growth promoters, make it that the companies look for other promoters that will maintain the production efficiency, without affecting the health of livestock.

The aim of the present study was analyze the evolution of the zootechnical parameters (growth, feed conversion, feed intake and sanitary status) during the different stages of growing pigs, comparing a control diet without additives, with the same diet with three additives as growth stimulants different. Stimulant P, composed of cell walls of yeast *Saccharomyces cerevisiae*; stimulant Ac, mixture of components taken from different terrestrial sediments (humic acid and fulvic acid), and stimulant F, natural extract from plants of *Papaveraceae* (*Sanguinaria Canadensis ssp. and Macleaya cordata ssp.*).

The results of this study, show that there are not significant differences in any parameters examined (P < 0.05) at a different stages. The conclusion of this work is that currently there are a wide range of products that can be used as substitutes of antibiotic growth promoters, but none of them is a totally satisfying. The productive effect depends of the age, handling, health conditions, composition of the diet and dose and synergy with other additives.

Keywords: pig, additive, growth, diet.

EFFECTO DEL NIVEL DE LISINA DE LA DIETA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDOS IBÉRICOS EN PERIODO DE POST-DESTETE

Barea, R., Lara, L., Aguilera, J. F., y Nieto, R¹.

¹ Instituto de Nutrición Animal. Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Cno. Del Jueves s/n. 18100-Armilla (Granada). E-mail: rosa.nieto@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La composición en aminoácidos (AA) de la proteína dietética afecta profundamente a la retención de proteína en el cerdo, ya que la eficiencia con que los AA absorbidos van a ser utilizados a nivel tisular (fundamentalmente para la síntesis de proteína muscular) depende fuertemente del grado en que la mezcla de AA que llega a los tejidos mimetice la proporción relativa en que éstos constituyen la “proteína media” del cerdo, denominada proteína ideal (ARC, 1981). Por tanto, existe un perfil óptimo de AA esenciales en la dieta que se corresponde con las necesidades del animal. Con frecuencia, las necesidades de AA se expresan en función de las de la lisina (Lys), que clásicamente ha sido el AA más limitante en las dietas utilizadas en producción porcina. Hasta ahora se ha asumido que el perfil aminoacídico ideal de la proteína dietética para cerdos Ibéricos es similar al descrito para razas mejoradas. Sin embargo, resultados previos de nuestro laboratorio sugieren que el perfil idóneo de la proteína dietética para el cerdo Ibérico puede diferir del que actualmente se asume como “ideal”. Por ejemplo, se ha observado una menor sensibilidad a un aporte deficiente de Lys similar en cerdas Ibéricas que en Landrace, medida en términos de renovación de la proteína total corporal, síntesis y degradación proteicas y retención de nitrógeno (Rivera-Ferre et al., 2006). Estas observaciones, unidas a la mayor proporción relativa de vísceras en la raza Ibérica respecto a genotipos mejorados y a las elevadas tasas de renovación proteica de estos tejidos (Rivera-Ferre et al., 2005), nos hacen sustentar la hipótesis de que el perfil aminoacídico “ideal” (y más concretamente el de Lys) para el cerdo Ibérico pudiera diferir del establecido para genotipos porcinos convencionales.

El objetivo de este estudio es determinar los efectos de la concentración de Lys dietética (g Lys/kg proteína) sobre diferentes parámetros productivos de lechones Ibéricos, como resultados preliminares de un proyecto más amplio en el que se está determinando el contenido en Lys ileal digestible adecuado para el óptimo crecimiento de lechones Ibéricos durante la fase de post-destete (entre 10 y 25 kg). De esta forma, se pretende avanzar en la utilización de la fracción proteica de la dieta para este genotipo autóctono, lo que ha de redundar en beneficios económicos, ambientales y de bienestar animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 66 lechones Ibéricos puros, machos castrados de la estirpe Silvela, de aproximadamente 10 kg de peso vivo (PV) y 40 días de edad, proporcionados por la empresa Sánchez Romero Carvajal Jabugo, S.A. Cada lechón recibió una dieta experimental de un total de seis, con idéntica composición, a excepción del contenido en Lys, que se incrementó desde 55 hasta 80 g Lys/kg proteína bruta mediante la incorporación de clorhidrato de lisina a una dieta base, a expensas de almidón de maíz. Las dietas fueron isoproteicas (170 g proteína bruta/kg materia seca) e isoenergéticas (14-14,5 MJ energía metabolizable/kg materia seca). El ensayo se realizó en dos réplicas en cada una de las cuales intervinieron 33 lechones. Un grupo inicial de referencia (3 lechones/réplica) se sacrificó al inicio del periodo experimental. A cada dieta experimental se asignó un grupo de 10 lechones (5/réplica) de 10 kg PV inicial. Los animales permanecieron alojados individualmente en parques de 2 m² en condiciones de termoneutralidad (26 ± 1°C). La ingesta se ajustó semanalmente a *ad libitum* tras la pesada de todos los animales y según la relación matemática determinada previamente en nuestro laboratorio, descrita por Conde-Aguilera et al. (2011). La ganancia media diaria (GMD, g) se calculó utilizando los pesos de los lechones al inicio y al final del periodo experimental. La ración diaria se ofreció en dos tomas, mezclada con agua en forma de papilla. Los lechones dispusieron de agua a voluntad durante todo el experimento. Cuando los animales alcanzaron los 25 kg PV se sacrificaron 6 de cada dieta experimental (3/réplica) mediante desangrado previa electronarcosis. En el momento del sacrificio se registraron los pesos de órganos, incluido el

tracto gastrointestinal limpio de contenido, y sangre. Se procedió a la separación de la cabeza del resto de la canal por la articulación atlanto-occipital, de las patas y manos a nivel de la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana, respectivamente, y del rabo. Se dividió la canal en dos mitades longitudinales por el punto medio del raquis. El tocino dorsal se midió a nivel de la primera costilla (a), última costilla (b) y última vértebra lumbar (c). Posteriormente, de la semicanal izquierda se separaron y pesaron el lomo limpio de grasa, el tocino dorsal, el jamón y la paleta perfilados. Los resultados se analizaron mediante ANOVA por el procedimiento GLM de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 aparecen los valores relativos a la ingestión de materia seca (g/d), GMD (g) y ganancia de la canal (g/d), y la eficiencia de utilización del alimento, expresada como GMD/ingesta de materia seca (g/g). Podemos observar que los distintos niveles de Lys empleados no han dado lugar a diferencias en ingesta voluntaria, es decir, que la deficiencia o el exceso de Lys no han provocado en los lechones un rechazo de la dieta. La GMD alcanzó una meseta (o respuesta máxima) en animales alimentados a partir de la dieta que contenía 70 g Lys/kg proteína (468 g/d). Por otro lado, se observó tendencia hacia una mayor ganancia diaria en la canal al incrementar la concentración de Lys en la dieta (P= 0,10) La eficiencia de utilización del alimento fue significativamente menor en cerdos alimentados con la dieta de menor nivel de Lys (alrededor de un 10% menor con respecto al resto de tratamientos experimentales). Según estos resultados, las necesidades de Lys para el óptimo crecimiento de lechones Ibéricos en fase de post-destete se encontrarían entre 60-70 g Lys/ kg proteína, similares a las descritas para cerdos de genotipo mejorado (68-75 g Lys/kg proteína, James et al., 2002; Lenehan et al., 2003; Kendall et al., 2008). En la Tabla 2 observamos que los niveles de Lys ensayados no provocaron diferencias significativas en los pesos relativos de órganos (g/kg peso vivo vacío) o de componentes de la canal (g/kg canal). La información disponible en esta materia en la bibliografía es bastante escasa, sobre todo para este periodo de crecimiento temprano. Katsumata et al. (2005) observaron un aumento en la cantidad de grasa intramuscular en lomo de cerdas (en fase de acabado) alimentadas con niveles de Lys inferiores a los de sus necesidades. Sin embargo, se ha descrito menor peso de lomo y mayor retención de grasa en canales de cerdos alimentados, desde el periodo de cría y hasta el acabado, con bajas concentraciones de proteína bruta en su dieta (Kerr et al., 1995).

En conclusión, las necesidades mínimas de Lys dietética para un óptimo crecimiento de lechones Ibéricos en post-destete parecen estar comprendidas entre 60-70 g Lys/ kg proteína bruta. Sin embargo, será necesario corroborar estos resultados con los que nos proporcione el análisis del resto de parámetros contemplados en el estudio (retención de proteína corporal, concentraciones plasmáticas de aminoácidos, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARC. 1981. *Slough: Commonwealth Agricultural Bureau*.
- Conde-Aguilera, J.A., Aguinaga, M.A., Aguilera, J.F., Nieto, R. 2011. *J. Anim. Sci.* 89: 754-763.
- James, B.W., Tokach, M.D., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Dritz, S.S., Hastad, C.W., Lawrence, K.R., Usry, J.L. 2002. *Swine Day 2002*: 63-65.
- Katsumata, M., Kobayashi, S., Matsumoto, M., Tsuneishi, E., Kaji, Y. 2005. *Anim. Sci. J.* 76: 237-44.
- Kendall, D.C., Gaines, A.M., Allee, G.L., Usry, J.L. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 324-332.
- Kerr, B.J., McKeith, F.K., Easter, R.A. 1995. *J. Anim. Sci.* 73: 433-440.
- Lenehan, N.A., Dritz, S.S., Tokach, M.D., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., DeRouchey, J.M., Usry, J.L. 2003. *Swine Day 2003*: 67-70.
- Rivera-Ferre, M.G., Aguilera, J.F., Nieto, R. 2005. *J. Nutr.* 135: 469-478.
- Rivera-Ferre, M.G., Aguilera, J.F., Nieto, R. 2006. *J. Anim. Sci.* 84: 3346-3355.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Francisco Funes, Miguel-Ángel Liñán, M^a Luz Rojas y a Sánchez Romero Carvajal Jabugo, S.A. su valiosa colaboración y asistencia técnica. Este trabajo ha sido financiado por el MICINN (proyecto referencia AGL2008-0255).

Tabla 1: Efecto de la Lys dietética sobre el crecimiento de lechones Ibéricos (10-25 kg PV)

Dieta experimental	A	B	C	D	E	F	DER ¹	P ²
Lys (g/kg proteína bruta)	55	60	65	70	75	80		
Ingesta alimento, g/d ³	838	870	865	897	875	895	91	0,73
GMD, g ⁴	387 ^a	433 ^{ab}	434 ^{ab}	468 ^b	460 ^b	473 ^b	66	0,05
Eficiencia utilización alimento, g/g ^{3,5}	0,46 ^a	0,50 ^b	0,50 ^b	0,52 ^b	0,52 ^b	0,53 ^b	0,04	<0,01
Ganancia canal, g/d	241	261	284	275	286	281	32	0,10

¹DER: desviación estándar residual; ²P: probabilidad; ³Expresada en materia seca; ⁴GMD: ganancia media diaria; ⁵Expresada como GMD/ingesta alimento

Tabla 2: Efecto de la Lys dietética sobre el peso de órganos y componentes de la canal de lechones Ibéricos sacrificados a 25 kg de PV

Dieta experimental	A	B	C	D	E	F	DER ¹	P ²
Lys (g/kg proteína bruta)	55	60	65	70	75	80		
g/kg PVV ³								
Canal	653	650	660	652	660	658	13	0,56
Cabeza, patas y rabo	133	132	126	126	127	126	7	0,20
Sangre	49,7	48,7	52,9	53,4	50,3	49,1	4,8	0,34
Tracto gastrointestinal	79,6	80,3	76,2	79,6	75,7	80,9	4,4	0,19
Grasa mesentérica	14,0	14,2	13,1	13,6	12,9	12,8	1,3	0,27
Hígado	32,3	32,4	33,5	32,5	32,5	34,4	2,9	0,72
Riñones	5,10	5,10	5,44	5,48	5,36	5,85	0,51	0,08
Visceras totales	150	155	148	155	149	154	7	0,34
g/kg canal								
Lomo	23,1	23,1	24,4	23,7	21,6	22,9	3,3	0,76
Tocino dorsal	19,5	21,0	19,9	19,2	18,2	18,7	2,2	0,63
Jamón	159	153	157	152	156	156	7	0,76
Paleta	123	122	130	123	128	135	7	0,21
Lomo, cm	40,4	42,8	42,7	38,1	42,0	41,3	5,4	0,60
Tocino dorsal, cm ⁴								
a	1,13	1,40	1,00	0,94	1,14	1,09	0,32	0,16
b	1,26	1,26	1,47	1,37	1,24	1,03	0,35	0,33
c	2,60	2,43	2,87	2,71	2,50	2,63	0,54	0,75

¹DER: desviación estándar residual; ²P: probabilidad; ³PVV: peso vivo vacío; ⁴a, b y c: longitud a nivel de primera costilla, última costilla y última vértebra lumbar, respectivamente

EFFECTS OF DIETARY LYSINE INTAKE ON PERFORMANCE, ORGAN WEIGHTS AND CARCASS CHARACTERISTICS OF POST-WEANED IBERIAN PIGLETS

ABSTRACT: The present work is part of an experimental program aimed to establish the dietary lysine (Lys) requirements of post-weaned Iberian piglets. For this purpose, we used 66 castrated male Iberian piglets of Silvela strain, with approximately 10 kg bodyweight and 40 days of age. Piglets were fed one of six experimental diets differing in their dietary Lys content. L-Lys was added in increasing concentrations (from 55 to 80 g Lys/kg crude protein) to a basal diet containing corn, barley and soybean meal, at the expense of corn starch. The supply of nutrients, as amino acids (other than Lys) and energy, met or exceeded the current recommendations for piglets. Piglets were fed twice daily *ad libitum*. The average daily feed intake were not affected by Lys supply (ADFI, 873 g dry matter/d, as average value; P>0.05). Both, daily gain (ADG, g/d) and gain-to-feed ratio (ADG:ADFI) were significantly affected by the Lys level (P<0.05), reaching a plateau at 70 and 60 g Lys/kg crude protein, respectively. Neither the organ weights nor carcass traits were significantly affected by Lys supply. Further research involving a greater number of variables is needed to confirm the Lys requirements for optimal growth of post-weaned Iberian piglets.

Keywords: Dietary lysine, performance, carcass traits, Iberian pigs

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ARGININA Y LEUCINA EN DIETAS DE ACABADO CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA SOBRE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE CANAL EN CERDOS

Tous¹, N., Lizardo¹, R., Vilà¹, B., Gispert², M., Font i Furnols², M., Esteve-García¹, E.

¹ IRTA – Nutrición de Monogástricos. Mas de Bover. Ctra. Reus-El Morell Km 3,8. 43120 - Constantí (Tarragona). E-mail: enric.esteve@irta.cat

² IRTA – Tecnología de los alimentos. Finca Camps i Armet. 17121 - Monells (Girona)

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha reducido la deposición de grasa subcutánea y aumentado el porcentaje de magro en las canales de cerdo. Consecuentemente, también se ha reducido la grasa intramuscular (GIM), parámetro correlacionado con la jugosidad, la terniza y generalmente a asociado a la calidad la carne (Fernandez et al. 1999). Hay estudios que muestran que la GIM se puede ver modificada a nivel genético o bien por modificación de algunos factores nutricionales (Shi-Zheng y Su-Mei 2009).

Uno de los factores nutricionales que podría influir en esta modificación es el nivel de proteína de la dieta así como también el nivel de lisina (Lys). En un estudio previo utilizando cerdos castrados de una línea genética convencional (Duroc x Landrace) se observó que al disminuir el nivel de proteína o de Lys en la dieta se producía un aumento de la GIM del lomo (Tous et al., no publicado). Sin embargo, la disminución del nivel de Lys conllevó también a un incremento del índice de conversión.

Estudios recientes muestran que la suplementación con otros aminoácidos como la Leucina (Leu) o la Arginina (Arg) también podría incrementar la GIM. Hyun et al. (2007) observaron que la suplementación de dietas de cerdos con un 2% de Leu incrementaba significativamente el porcentaje de GIM del lomo. Tan et al. (2009) observaron que la suplementación con el 1% de Arg también incrementaba el contenido de GIM mientras se reducía el contenido de grasa corporal en un 11%.

En consecuencia, el objetivo de este estudio es determinar si utilizando una línea genética más magra la disminución del nivel de proteína o la adición de aminoácidos como la Arg o Leu produce el mismo efecto sobre la deposición de la grasa e incrementan la GIM.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 108 cerdos castrados (Duroc x Landrace) x Pietrain desde 67.4±3.9kg hasta 107.0±7.4kg de peso vivo. Los cerdos fueron repartidos entre los diferentes tratamientos (18 cerdos/tratamiento) según su peso vivo. Además, se procuró que los animales procedentes de la misma camada estuvieran en tratamientos distintos. El experimento fue diseñado con 6 tratamientos experimentales: dieta control con un nivel de proteína normal sin adición de Leu o Arg (C); dieta C suplementada con Arg (CA); dieta C suplementada con Leu (CL); dieta C suplementada con Arg y Leu (CAL); dieta con un bajo contenido en proteína (BP); dieta BP suplementada con Arg y Leu (BPAL). Las dietas fueron formuladas a base de maíz y soja 44%. Con el fin de conseguir la misma composición en aminoácidos y proteína entre ellas, se utilizó ácido glutámico para reemplazar las adiciones de Arg y Leu (Tabla 1). Los piensos fueron suministrados *ad libitum*.

Los animales recibieron los tratamientos experimentales hasta un peso vivo de 115±7.1kg. Después de aproximadamente 16h de ayuno, fueron aturdidos con CO₂ al 85% y sacrificados utilizando un procedimiento *ante mortem* para minimizar el estrés. Se tomaron mediciones de espesor de grasa (G34) y de músculo (M34) entre la 3a y 4a últimas costillas a 6cm de la línea media, de espesor de grasa en la última costilla (GUC) a 6cm de la línea media y entre la 3a i 4a vértebras lumbares (VL34) a 8 cm de la línea media de la canal utilizando la sonda Fat-O-Meat'er (Carometec A/S, Herlev, Dinamarca). Las medidas G34 y M34 fueron utilizadas para el cálculo del porcentaje de magro de la canal (MAGRO) según la ecuación oficial (Gispert y Diestre, 1994). La GIM se determinó utilizando un detector NIT (Near Infrared Transmittance, Infratec, TECATOR, Dinamarca).

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) utilizando el peso inicial como covariable. Todos los animales no se pudieron sacrificar el mismo día, así, éste se utilizó como factor de bloqueo para las variables de profundidad de lomo, grasa dorsal y GIM. Se utilizó el test Tukey-Kramer para separación de medias considerando el nivel de significación $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de aminoácidos como la Arg y la Leu en dietas bajas en proteína redujo el consumo de pienso ($P < 0.01$), la ganancia de peso ($P < 0.001$), el peso final del animal ($P < 0.001$) e incrementó el índice de conversión ($P < 0.05$). Sin embargo, cuando ambos aminoácidos fueron añadidos en dietas con un contenido de proteína más elevado sólo se vio reducido el consumo. Una posible explicación a estos hechos podría ser que la adición de Arg y Leu en dietas con un nivel normal de proteína produce un desequilibrio dando a una reducción del consumo sin afectar el índice de conversión. No obstante, los resultados observados al añadir ambos aminoácidos y reducir el nivel de proteína de la dieta se podrían explicar por un antagonismo entre la leucina y los otros aminoácidos de cadena ramificada de la dieta.

En cuanto a los parámetros de calidad de la canal, solo se observó una reducción del magro ($P < 0.05$) en el tratamiento BPAL. Este efecto podría, en mayor parte ser una consecuencia del menor crecimiento de estos animales. No se observó ningún efecto de la dieta sobre la GIM, ni siquiera cuando el nivel de proteína de la dieta fue disminuido.

Al adicionar un 2% de Leu en dietas que contenían un 14% de proteína, Hyun et al. (2003) observaron una reducción en GMD y un aumento de la GIM. No obstante no observaron efectos sobre la deposición de grasa dorsal. Por otro lado, al añadir un 1% de Arg en las dietas Tan et al. (2008) observaron que aumentaba la GMD mientras decrecía la deposición de grasa de la canal y aumentaba la deposición de GIM en el lomo. Los resultados del presente experimento no confirman las observaciones de estos autores y sugieren, que la utilización de líneas genéticas más magras (cruce con Pietrain) hace todavía más difícil que la deposición de grasa sea afectada por una reducción de la proteína o suplementación de las dietas con aminoácidos como la Arg o Lys.

En conclusión, en las condiciones del presente estudio, la adición de Arg y/o Leu en dietas para cerdos de acabado con un nivel normal o bajo de proteína no modifica la deposición de la grasa dorsal ni la GIM. No obstante, un aporte adicional y simultáneo de ambos aminoácidos en dietas bajas en proteína reduce el consumo de pienso, el crecimiento y el porcentaje de magro de la canal, posiblemente debido a un antagonismo entre la Leu y los otros aminoácidos de cadena ramificada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernandez, X., Monin, G., Talmant, A., Mourot, J., Lebret, B.; 1999. Meat Sci. 53: 59-65
- Gispert, M., y Diestre, A.; 1994. Techniporc 17(2): 29-32
- Hyun, Y., Kim, J.D., Ellis, M., Peterson, B.A., Baker, D.H., McKeith, F.K.; 2007. Can. J. Anim. Sci.: 303-306
- Shi-Zheng, G., y Su-Mei, Z.; 2009. Recent Pat. Food Nutr. Agric. 1: 59-74
- Tan, B., Yin, Y., Liu, Z., Li, X., Xu, H., Kong, X., Huang, R., Tang, W., Shinzato, I., Smith, S.B., Wu, G.; 2009. Amino Acids 37: 169-175.

Agradecimientos: El trabajo ha estado financiado por el MICINN (Ministerio de Ciencia e Innovación) en el proyecto AGL2007-6589-C02-02. Se agradece al INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) por la atribución de la beca a N. Tous que ha permitido el desarrollo de este estudio. Finalmente, agradecer también a Indukern S.A. por proporcionar los aminoácidos utilizados en este estudio.

Tabla 1 Composición en proteína, leucina, arginina y ácido glutámico de las dietas experimentales

Dieta	Proteína, %		Leucina, %		Arginina, %		A. Glutámico, %	
	60-90kg	90-115kg	60-90kg	90-115kg	60-90kg	90-115kg	60-90kg	90-115kg
C	16.0	13.0	-	-	-	-	3.20	2.70
CA	16.0	13.0	-	-	0.60	0.53	1.57	1.14
CL	16.0	13.0	1.40	1.03	-	-	1.75	1.60
CAL	16.0	13.0	1.39	1.02	0.60	0.53	-	-
BP	14.0	11.8	-	-	-	-	4.13	3.20
BPAL	14.0	11.8	1.56	1.12	0.86	0.68	-	-

(C) Control; (CA) C + Arg; (CL) C + Leu; (CAL) C + Arg + Leu; (BP) Baja Proteína; (BPAL) BP + Arg + Leu

Tabla 2 Efecto de la dieta sobre los parámetros productivos y de calidad de la canal al sacrificio.

	C	CA	CL	CAL	BP	BPAL	RMSE	Sig TRCT
<i>Parámetros productivos</i>								
Peso final, Kg	107.7 ^a	109.0 ^a	110.6 ^a	106.9 ^a	110.0 ^a	98.2 ^b	3.49	<.001
CMD, Kg/día	2.86 ^a	2.86 ^a	2.95 ^a	2.77 ^b	2.94 ^a	2.47 ^b	0.21	0.003
GMD, Kg/día	0.91 ^a	0.95 ^a	0.97 ^a	0.90 ^a	0.97 ^a	0.70 ^b	0.08	<.001
IC	3.13 ^a	3.02 ^b	3.06 ^b	3.08 ^b	3.03 ^b	3.56 ^a	0.26	0.011
<i>Calidad canal</i>								
G34, mm	20.2	18.5	20.3	18.9	18.7	19.9	3.42	0.428
GUC, mm	18.0	16.2	16.4	16.4	15.5	17.0	3.23	0.328
VL34, mm	23.2	20.9	22.0	22.2	21.1	20.8	4.14	0.466
M34, mm	59.8 ^a	62.4 ^a	61.1 ^a	59.5 ^a	61.3 ^a	56.9 ^b	4.16	0.011
MAGRO, %	52.7	54.2	52.6	53.8	54.9	52.3	3.23	0.141
GIM, %	2.23	1.87	2.28	2.16	1.99	2.19	0.576	0.275

(C) Control; (CA) C + Arg; (CL) C + Leu; (CAL) C + Arg + Leu; (BP) Baja Proteína; (BPAL) BP + Arg + Leu; (RMSE) raíz de medias cuadradas; (CMD) Consumo medio diario de pienso; (GMD) Ganancia media diaria de peso vivo; (IC) Índice de conversión; (M34) espesor del músculo y (G34) grasa dorsal entre la 3a y 4a últimas costillas; (MAGRO) porcentaje de magro de la canal; (GUC) espesor de grasa dorsal en la última costilla y (VL34) entre la 3a y 4a vértebras lumbares; (GIM) grasa intramuscular del lomo.

EFFECT OF THE ADDITION OF ARGININE AND LEUCINE IN DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF PROTEIN IN PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF FINISHING PIGS

ABSTRACT: This study was developed to test the effect of adding arginine (Arg) and leucine (Leu) to diets for finishing pigs with different protein levels in terms of performance and fat deposition, mainly intramuscular fat (IMF). One-hundred and eight castrated pigs (LandracexDuroc)xPietrain) were chosen to feed one of six experimental diets (n=18). Diets were divided in two groups in terms of protein level. Four diets were control (16%CP from 60-90kg LW; 13%CP from 90-115Kg), one without the addition of the amino acids (C), one with 1% Arg (CA), one with 2% Leu (CL) and the other with 1% Arg and 2% Leu (CAL). The other two were low protein (14%CP from 60-90kg LW; 11.8%CP from 90-115Kg), one without the addition of amino acids (LP) and the other with 1% Arg and 2% Leu (LPAL). Glutamic acid was added in replacement of Arg or Leu to maintain the protein level constant. Animals fed LPAL had a reduction of ADFI (P<0.05), ADG (P<0.0001) and an increase of FGR (P<0.05) compared with the other diets. However, fat deposition and IMF were not affected by any dietary treatment, neither when the protein level was reduced.

Keywords: aminoacid, intramuscular fat, subcutaneous fat, loin depth

DETERMINACIÓN DE LA FIBRA SOLUBLE EN DETERGENTE NEUTRO: MODIFICACIONES DEL MÉTODO ORIGINAL

Martínez-Vallespín, B., Navarrete, C., Martínez-Paredes, E., Ródenas, L., Cervera, C. y Blas, E.

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
46071 Valencia. Spain. beamarva@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

Dentro de la valoración de los alimentos siempre ha existido una problemática a la hora de definir y determinar la fracción fibrosa. Desde la determinación de la fibra bruta (FB) incluida en el análisis inmediato se han ido sucediendo diversos métodos para intentar evaluar de una manera más precisa dicha fracción, como el método Van Soest que identifica las fracciones fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y lignina ácido detergente (FND, FAD y LAD, respectivamente), los métodos enzimático-gravimétricos y enzimático-cromatográficos para valorar la fibra dietaria total, insoluble y soluble (FDT, FDI y FDS, respectivamente) o el análisis de fibra soluble en detergente neutro (FSDN) desarrollado por Hall *et al.* (1997).

Este último se basa en cambios de masa entre residuos extraídos. Los carbohidratos contenidos en la materia orgánica (MO) del residuo insoluble en solución acuosa de etanol (RIE) son almidón, fibra “soluble” y fibra “insoluble”. Una solución neutro detergente (que incluye amilasa termoestable) extrae los carbohidratos de bajo peso molecular así como el almidón y la FSDN dejando un residuo cuya MO constituye la FND. La diferencia entre la MO del RIE y la FND, corregida por almidón y proteína bruta (PB), es una buena estimación de la FSDN, que esencialmente incluye pectinas (solubles e insolubles), hemicelulosas solubles (arabinoxilanos y β -glucanos), fructanos y oligosacáridos.

El objetivo de este estudio es implementar el análisis de la FSDN en el Laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la UPV incorporando distintas modificaciones del método original.

MATERIAL Y MÉTODOS

La primera modificación sobre el método original consistió en la adaptación del análisis para la utilización del aparato de extracción ANKOM 200/220; para ello se emplearon bolsas de nylon con una porosidad de 25 μ m (ANKOM F57). Por otro lado, para simplificar el procedimiento original y reducir los errores, todas las pesadas se realizaron en materia seca (MS), es decir, después de mantener la muestra o sus residuos en estufa a 103 °C durante 24 horas y enfriar en desecador.

El siguiente paso fue comprobar si la extracción con detergente neutro se debía hacer sobre muestra íntegra (método original) o, de forma secuencial, sobre muestra ya extraída con etanol. Para ello se utilizó heno de alfalfa y se analizaron, en dos periodos distintos, un total de 7 bolsas para determinar la FND de la muestra íntegra (y otras tantas para la PB asociada) y 6 para determinar la FND del RIE (y otras tantas para la PB asociada).

Se planteó además si era necesario realizar una extracción previa con éter, ya que, como se apunta en el método original, la extracción con etanol podía no ser suficiente en materias primas o piensos con un alto contenido en grasa. Para ello se emplearon dos piensos formulados para conejos, con 3% ó 6% de grasa añadida, y se determinó el extracto etéreo (EE) del RIE (2 bolsas/pienso).

Por último, y una vez establecido el protocolo a seguir, se planteó una prueba para validarlo, en la que se utilizaron 4 piensos (P1, P2, P3 y P4), todos ellos analizados por dos analistas, cada uno de los cuales realizó dos series de análisis (en dos periodos distintos).

Los análisis de MO, PB y EE se realizaron de acuerdo a los métodos de la AOAC (2000): 942.05, 976.06 y 920.39 respectivamente, con hidrólisis ácida previa a la extracción con éter. El contenido en almidón se determinó de acuerdo a Batey (1982), con un

procedimiento enzimático en dos fases (solubilización e hidrólisis parcial con una α -amilasa termoestable seguida de una hidrólisis completa con amiloglucosidasa), midiendo la glucosa resultante con el sistema hexokinasa/glucosa-6-fosfato deshidrogenasa/NADP (R-Biopharm, Darmstadt, Alemania).

Los resultados obtenidos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que la fracción FND es mayor cuando se determina sobre la muestra íntegra que cuando se determina sobre el RIE (+1,28±0,43%; $P=0,016$), ocurriendo lo mismo en el caso de la PB ligada a la FND (+0,39±0,12%; $P=0,012$). Esto indica que habría una cierta fracción de la muestra que es soluble en etanol pero insoluble en detergente neutro y que en el método original se descuenta dos veces: al extraer con etanol esa fracción ya no aparece en la MO_{RIE} pero como forma parte de la FND se vuelve a descontar al realizar la diferencia $MO_{RIE}-FND$. Por ello, en el protocolo modificado la FND se determina sobre el RIE (FND_{RIE}). En consecuencia, la PB de la FND se determinará también sobre el RIE (PB_{FNDRIE}).

Por otro lado, el EE del RIE fue mayor en el pienso con 6% de grasa añadida que en el pienso con 3% de grasa añadida (1,39±0,08% vs. 0,68±0,08%; $P=0,025$), por lo que al analizar muestras con cantidades relevantes de grasa parece recomendable calcular la fracción EE_{RIE} o bien realizar una extracción previa con éter, ya que empleando el método original este EE residual es contabilizado erróneamente como FSDN.

En consecuencia, el protocolo modificado quedó establecido según muestra la Figura 1 y la FSDN se calculó con la expresión:

$$FSDN = MO_{RIE} - FND_{RIE} - ALMIDÓN_{RIE} - PB_{RIE} + PB_{FNDRIE}$$

La Tabla 2 muestra que el análisis de FSDN sólo es moderadamente repetible, ya que las diferencias entre las dos series de análisis realizadas por un mismo analista (A: 19,61±0,48% vs. 18,03±0,48%, $P=0,044$; B: 20,87±0,48% vs. 19,26±0,48%, $P=0,040$) fueron significativas, aunque dentro de las esperables si consideramos que el método se basa en dos procesos extractivos. Probablemente, este déficit de repetibilidad es el origen de que las diferencias entre analistas no fueran significativas (18,82±0,80% vs. 20,07±0,80%, para A y B respectivamente, $P=0,385$). Como era de esperar, los piensos presentaron diferencias significativas entre ellos ($P<0,001$) puesto que fueron diseñados para alcanzar distintos niveles de FSDN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official methods of analysis of the AOAC International, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD (USA).
- Batey, I.L. 1982. Starch analysis using thermostable alpha-amylases. *Starch* 34: 125–128.
- Hall, M.B., Lewis, B.A., Van Soest, P.J., Chase, L.E. 1997. A simple method for estimation of neutral detergent-soluble fibre. *J Sci Food Agric* 74: 441-449.
- Statistical Analysis Systems Institute. 2002. User's guide, Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC (USA).

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por AGL2006-07596.

Tabla 1. Efecto del material sometido a extracción con detergente neutro sobre el contenido en FND y PB_{FND} (% de MS, LSM±SE)

	Periodo 1		Periodo 2		Material	Periodo	P	Mat*Per
	MI ¹	RIE ¹	MI ¹	RIE ¹				
FND	47,61±0,43	46,40±0,53	45,41±0,37	44,07±0,37	0,016	<0,001	0,881	
PB_{FND}	2,59±0,12	2,06±0,15	2,47±0,11	2,22±0,11	0,012	0,857	0,281	

¹ MI: FND obtenida a partir de la muestra íntegra; RIE: FND obtenida a partir del residuo insoluble en etanol

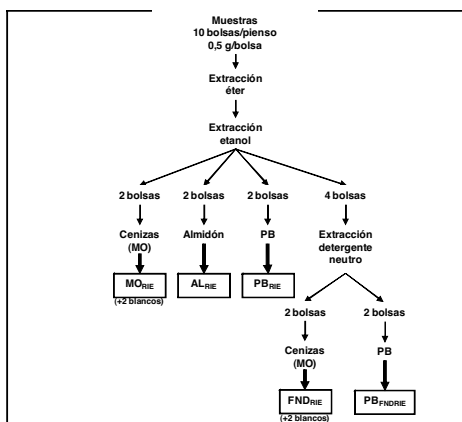


Figura 1. Esquema del protocolo modificado para el análisis de la FSDN.

Tabla 2. FSDN (% de MS) de 4 piensos en función del analista y de la serie o periodo de análisis

	Analista A		Analista B		Pienso	P	
	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4		Analista	Serie(analista)
P1	12,01	11,74	15,75	14,22			
P2	18,74	17,34	19,42	18,96	<0,001	0,385	0,026
P3	25,67	23,21	25,53	22,90			
P4	22,02	19,83	22,79	21,85			

DETERMINATION OF NEUTRAL DETERGENT SOLUBLE FIBRE: MODIFICATIONS OF THE ORIGINAL METHOD

ABSTRACT: The definition and analysis of the fibrous fraction is a classical problem in animal nutrition and there have been some different attempts to determine it developing more accurate methods. One of them introduces a fraction called neutral detergent soluble fibre (NDSF) in which are included soluble and insoluble pectins, soluble hemicelluloses (arabinoxylans and β -glucans), fructans and oligosaccharides. The method is based in mass changes amongst extracted residues. This study tried to modify this protocol to adapt and improve it. The first modification was the adaptation of the methodology to the ANKOM extractor using nylon bags with a porosity of 25 μ m. The second change was obtaining the NDF on the ethanol insoluble residue instead of on the whole sample, to avoid double subtraction of a fraction which is soluble in ethanol but insoluble in neutral detergent. The last modification was the addition of an ether extraction previous to the analysis of feed with relevant quantities of fat. NDSF analysis according to the modified protocol seemed to be as repeatable as expected in a double extraction based method.

Keywords: neutral detergent soluble fibre

CUANTIFICACIÓN DE LA FIBRA SOLUBLE MEDIANTE DISTINTAS METODOLOGÍAS GRAVIMÉTRICAS

Abad R., Carabaño R., Delgado R., Menoyo D., y García J.

Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

Correo electrónico: javier.garcia@upm.es

INTRODUCCIÓN

La fibra soluble al ser una fracción altamente fermentable, es un importante sustrato para el crecimiento microbiano, que conjuntamente con sus propiedades físico químicas (viscosidad, capacidad de retención de agua, etc.) influye sobre la fisiología digestiva y digestibilidad en el animal (García et al., 2006). Existen distintos métodos para la cuantificación de la fibra soluble que mayoritariamente se basan en su solubilización en solución acuosa, precipitándose con etanol. Sin embargo, las condiciones empleadas para la solubilización de la fibra (pH, temperatura) difieren de las condiciones fisiológicas que tienen lugar en el tracto digestivo del animal. El objetivo de este trabajo fue evaluar distintas alternativas de cuantificación de la fibra soluble, utilizando como método de referencia el 985.29 precipitándose la fibra soluble según el método 991.43 (AOAC, 2000) y como alternativas los valores obtenidos por diferencia entre la fibra dietética total (985.29; AOAC, 2000) y la fibra dietética insoluble (985.29, 991.43; AOAC, 2000), la fibra neutro detergente (Mertens, 2002) y el residuo indigestible de la digestibilidad ileal in vitro (Ramos et al., 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comparar las metodologías de fibra soluble se utilizaron cuatro piensos (Tabla 1), y los seis alimentos fibrosos que se incluyeron en los piensos experimentales, que mostraron un amplio intervalo de variación en su contenido en fibra soluble (desde las pectinas de remolacha hasta la ligno-celulosa).

Tabla 1: Ingredientes de los piensos¹

Piensos	A	B	C	D
Paja de trigo	18.0	18.0	11.1	11.1
Cascarilla de girasol	18.0	18.0	11.1	11.1
Pulpa de remolacha ²	—	—	26.0	—
Pulpa de remolacha insoluble ³	—	—	—	14.0
Pectina de remolacha ⁴	—	6.0	—	—
Almidón de trigo	36.0	30.0	26.7	36
Caseína	15.4	15.4	14.4	15.6
Ligno-celulosa ⁵	5.0	5.0	3.1	3.1
Sacarosa	—	—	—	1.5

¹Ingredientes comunes en todos los piensos: Heno de alfalfa-Yb: 0.5%, Aceite de soja: 3.75%, Cloruro de sodio: 0.7%, Fosfato cálcico: 0.9%, Carbonato cálcico: 0.9%, DL-metionina: 0.1%, Exal: 0.25, Premezcla vitamínico-mineral: 0.5%. Composición química (% MS): Proteína: 16.1, Extracto Etéreo: 5.2%. ² FIPEC[®]. ³ Fibra insoluble de FIPEC[®]. ⁴ Betapec RU 301. ⁵ Arboce[®].

La fibra dietética total (FDT) se determinó con el método AOAC 985.29, la fibra dietética insoluble (FDI) y soluble según el método anterior y el método AOAC 991.43 (método directo de fibra soluble), fibra neutro detergente (FND) con el método adaptado de Mertens (2002), y se consideró la fracción indigestible de la digestibilidad in vitro dos pasos (₁DMSiv₁₂: equivalente a la digestibilidad ileal in vitro, excluye la simulación de la fermentación cecal) por el método de Ramos et al. (1992), como medida de la fibra insoluble en el intestino delgado en condiciones fisiológicas. Con estos datos se calcularon los valores de fibra soluble por diferencia entre FDT-FND, FDT-FDI y FDT-₁DMSiv₁₂. Todos los residuos fueron corregidos por su contenido en proteína y cenizas. El efecto del método se analizó mediante un modelo mixto en el que se incluyó como efectos principales el alimento y el método. Además para cada alimento se calcularon intervalos de confianza para comparar los valores de los distintos métodos de fibra soluble.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las metodologías de fibra insoluble se observa que la digestibilidad ileal in vitro (rDMSiv₁₂) recoge una mayor proporción de fibra insoluble que la FND (538 vs 484 g/kg MS), mostrando un valor intermedio la FDI (516 g/kg MS. $P = 0.012$. Tabla 2). Esto supuso que al calcular por diferencia el contenido de fibra soluble (fibra total – fibra insoluble) el valor más elevado se obtuviera con la diferencia FDT-FND, mostrando valores más bajos y similares las diferencias FDT-FDI y FDT- rDMSiv₁₂, (165 vs. 132 y 111 g/kg MS, respectivamente). Sin embargo, ninguno de los valores obtenidos por diferencia fue distinto del obtenido con el método directo ya que este mostró un valor intermedio de fibra soluble (139 g/kg MS). Al estudiar los valores para cada alimento se observa que los métodos no se comportan igual en todos los alimentos. Así en el caso de las pectinas de remolacha, alimento con mayor contenido en fibra soluble, todos los valores de fibra soluble por diferencia son similares e inferiores al método directo, mientras que en la pulpa de remolacha se obtiene un valor diferente con cada metodología. Las metodologías que mejor se correlacionaron ($P < 0.05$) entre sí fueron (una vez excluidas las pectinas del análisis): FDS con FDT-FND ($r = 0.90$), FDS con FDT-IDF ($r = 0.86$), FDT-DFI con FDT-FND ($r = 0.88$) y FDT-FDI con FDT- rDMSiv₁₂ ($r = 0.69$). Estos resultados confirman la gran variabilidad existente entre las distintas metodologías. Para poder determinar qué metodología es la más correcta habrá que estudiar cuál de estos valores explica mejor los efectos fisiológicos sobre el animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Association of Official Analytical Chemists (2000). Official Methods of Analysis. • García, J., Carabaño R., de Blas, C., García A.I. (2006). XII Curso Especialización FEDNA, pp. 85-98. • Mertens, D.R. (2002). J. AOAC Int. 85: 1217-1240. • Ramos M., Carabaño R., Boisen S., 1992. World Rabbit Sci., 15, 938-946.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL2008-00627 y una beca del SENESCYT-Ecuador. Los autores quieren agradecer su colaboración a SOS Cuétara S.A., PITE S.A., Rettenmaier Iberica S.L., Raquel Valiente, Carlos Rodríguez y Juan Ramón Astillero.

SOLUBLE FIBRE QUANTIFICATION USING DIFFERENT GRAVIMETRIC METHODOLOGIES

Abstract: The aim of this work was to evaluate different methods to quantify dietary soluble fibre in four diets and six feedstuffs with a wide range of soluble fibre content (from sugar beet pectin to lignocellulose). AOAC methods were used to determine total, insoluble and soluble dietary fibre (AOAC, 985.29 for total dietary fibre, TDF, and 991.43 for insoluble and soluble dietary fibre, IDF and SDF), and soluble fibre was also obtained by difference: TDF-NDF (amylase treated and protein and ash corrected), TDF-IDF and TDF- rDMSiv₁₂ (residue of in vitro ileal dry matter digestibility). The major proportion of insoluble fibre was recorded by rDMSiv₁₂ whereas NDF the lowest (538 vs. 484 g/kg DM), showing IDF an intermediate value ($P = 0.012$). It implied that the highest value of soluble fibre calculated by difference (total fibre – insoluble fibre) was that obtained with TDF-NDF whereas lower and similar values were obtained using TDF-IDF and TDF- rDMSiv₁₂ (165 vs. 132 y 111 g/kg DM, respectively). However, none of the values obtained by difference differed with the direct method (SDF, 139 g/kg DM). Soluble fibre values for each feed depend on the methodology used. For sugar beet pectin soluble fibre values obtained by difference were similar but lower than the SDF value, whereas for sugar beet pulp a different value was obtained with each methodology. It is necessary to find what methodology is better correlated with the physiological effects on the animal to propose the best choice to quantify soluble fibre

Keywords: Soluble dietary fibre, Insoluble dietary fibre, total dietary fibre, methodology.

Tabla 2: Cuantificación de la fibra soluble, de materias primas y piensos de conejos, por diversas metodologías (g/kg MS, media ± desviación estándar)

Metodología	n	Pienso				Materias Primas					Media metodología	SEM ³	P	
		A	B	C	D	Pectinas de pulpa de remolacha ¹	Pulpa de remolacha	Fibra insoluble de remolacha	Ligno-celulosa ²	Cascarilla de girasol				Paja de cereal
Fibra dietética total⁴														
^d FDT	4	351±7.1	397±6.5	404±3.8	362±8.0	934±10.7	646±4.5	805±22.4	959±5.0	841±4.1	785±6.1	648		
Fibra insoluble⁵														
^e DMSiv ₁₂	16	336±9.8	334±13.0	364±9.7	343±8.4	14±9.2	610±16.9	809±12.5	946±4.5	831±13.0	792±12.6	538 ^x	11.51	0.012
^d FND	4	314±12.4	313±8.0	307±7.2	332±5.6	6±2.5	368±7.3	732±5.1	922±10.9	793±24.1	748±9.9	484 ^y		
^d FDI	4	327±5.6	322±9.0	349±5.4	331±8.3	11±2.8	541±10.3	782±0.3	944±2.0	810±3.2	747±3.1	516 ^{xy}		
Fibra soluble⁶														
<i>Determinación directa</i>														
FDS	2	37.4±8.8 ^a	54.5±15.5 ^b	52.5±9.8 ^b	29.9±10.7	981.8±3.7 ^a	142.9±8.1 ^b	17.6±6.4 ^b	3.6±0.4 ^c	61.6±5.5 ^a	8.4±1.3 ^b	139 ^{AB}	10.19	0.008
<i>Por diferencia</i>														
^d FDT- ₁₀ DMSiv ₁₂	15.0±12.1 ^b	62.8±14.5 ^b	40.4±10.4 ^c	19.2±11.6	920.4±14.1 ^b	36.0±17.5 ^d	-3.6±25.6 ^b		12.7±6.7 ^b	10.0±13.6 ^c	-7.2±14.0 ^c	111 ^B		
^d FDT- ₁₀ FND	37.1±14.3 ^a	84.5±10.3 ^a	96.9±8.1 ^a	30.8±9.8	928.2±10.9 ^b	278.2±8.6 ^a	72.7±22.9 ^a		36.7±12.0 ^a	48±24.5 ^{ab}	36.7±11.6 ^a	165 ^A		
^d FDT- ₁₀ FDI	24.6±9.1 ^{ab}	74.9±11.1 ^{ab}	54.5±6.6 ^b	31.8±11.6	923.3±11.0 ^b	105.7±11.3 ^c	23.1±22.4 ^b		14.4±5.4 ^b	30.4±5.2 ^b	38.4±6.8 ^a	132 ^B		

¹ Betapec RU 301, ² Arboce[®], ³ n = 10. Para la fibra insoluble y soluble, superficies diferentes indican diferencias entre métodos con P < 0.05. ⁴Fibra dietética total corregida por proteína y cenizas (método AOAC 985.29). ⁵ ₁₀DMSiv₁₂: Residuo corregido por proteína y cenizas de la digestibilidad in vitro con 2 pasos (Ramos et al., 1992). ⁶FDT: Fibra neutro detergente corregida por proteína y cenizas (Adaptado de Mertens et al., 2002). ^cFDI: Fibra dietética insoluble corregida por cenizas y proteína (método AOAC 991.43, 985.29). ^e FDS: Fibra dietética soluble (método AOAC 991.43,

$$sd = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}$$

985.29). La desviación estándar de las diferencias se calculó por la siguiente fórmula $sd = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}$, siendo s₁ y s₂ las desviaciones estándar de cada término de la diferencia). Para comparar las metodologías de fibra soluble para cada alimento se calcularon los intervalos de confianza de cada valor. Los dos valores negativos que aparecen en la tabla son los únicos que no son disímiles de cero.

INFLUENCIA DEL ORIGEN DEL HABA SOBRE EL VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE SOJA

Mateos, G.G.¹, Sueiro, S.², González, M.², García-Rebollar, P.¹, Serrano, M.P.¹, Hermida, M.² y Lázaro, R.¹

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid. gonzalo.gmateos@upm.es.

²Laboratorio de Mouriscade, Vilanova-Lalín. 36515, Pontevedra.

INTRODUCCIÓN.

La harina de soja (HS) es la principal fuente de proteína en piensos para animales monogástricos. La mayor parte de las HS utilizadas en Europa proceden del continente Americano, en particular de Argentina (ARG), Brasil (BRA) y Estados Unidos (USA). Aunque la composición y valor nutricional de las HS varía entre países de origen (Grieshop *et al.*, 2003; De Coca-Sinova *et al.*, 2008; 2010; Valencia *et al.*, 2008), las tablas de composición de alimentos (NRC, 1998; FEDNA, 2010) clasifican las HS en función de su contenido en PB, sin tener en cuenta ni el origen ni las condiciones del procesado. En un trabajo anterior Mateos *et al.* (2009) se presentaron los resultados obtenidos de una colección de 262 muestras de HS recolectadas en las cosechas de los años 2007 y 2008 procedentes de estos tres países. Dependiendo de la variable considerada, el número de muestras analizadas varió entre 50 y 262. El presente trabajo tuvo como objetivo completar los análisis y complementar los resultados anteriores en relación con la composición química, el valor nutricional y la calidad de la PB de la HS con nuevas muestras procedentes de las cosechas de los años 2009 y 2010.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se recogieron un total de 385 muestras de HS procedentes de ARG (n = 127), BRA (n = 110) y el Este (cuenca del Mississippi y costa Este) de USA (n = 148) recogidas durante los años 2007 a 2010. Las muestras fueron recolectadas bien en el país de origen o bien a llegada a puerto Europeo y se analizaron los nutrientes principales, azúcares, minerales y los parámetros de calidad de la PB (actividad de los inhibidores de la tripsina, AIT; índice de dispersabilidad de la proteína, PDI; solubilidad en KOH, KOH sol. y actividad ureásica, AU). Las técnicas analíticas utilizadas se detallan en los trabajos de De Coca *et al.* (2008) y en las normas AOAC International (2000). Además, se determinó el perfil de aminoácidos (AA) mediante tecnología NIR (Evonik, Hanau, Alemania) según Fontaine *et al.* (2001). Los resultados se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños al azar. El modelo incluyó el origen de la HS como efecto principal. Para la separación de medias se llevó a cabo un t-test. Los resultados se presentan en las tablas como medias ajustadas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El origen de la HS influyó significativamente ($P < 0,001$) sobre todos los parámetros analíticos determinados (Tablas 1 y 2), excepto para el contenido en EE ($P < 0,01$) y la AU ($P > 0,05$). Así, el contenido en PB fue mayor para la HS USA que para la ARG, presentando la HS de BRA valores intermedios (53,9 vs. 51,6 vs. 52,7%). Asimismo, el contenido en FND varió entre orígenes (8,8 vs. 10,7 vs. 11,9% para USA, ARG y BRA, respectivamente). Las HS BRA tuvieron menos sacarosa (8,1 vs. 6,5 vs. 7,6%) y más rafinosa (1,6 vs. 1,1 vs. 1,3) que las USA, presentando las ARG valores intermedios. Por contra, las HS USA contenían más estaquiosa que las otras dos (6,4 vs. 5,6 vs. 5,3% para USA, ARG y BRA, respectivamente). El contenido en fósforo de las HS USA fue superior al de ARG y BRA (0,79 vs 0,74 vs 0,69; $P < 0,001$). Las HS ARG y USA presentaron una concentración mayor en calcio (0,37 y 0,37 vs 0,32) y potasio (2,58 y 2,53 vs. 2,29%), y menor en hierro (127 y 133 vs. 201 mg/kg) que las BRA.

Asimismo, el origen de la HS influyó sobre los parámetros de calidad de la PB. Las HS USA tuvieron mayor AIT que las ARG y BRA (3,6 vs. 2,9 y 3,0 mg/g, respectivamente) pero la solubilidad de la PB fue superior para las HS USA que para las HS de origen Sudamericano (PDI = 19,9, 17,1 y 15,3% y KOH sol. = 87,3; 82,5 y 83,6% para USA, ARG y BRA, respectivamente; $P < 0,001$). Se observó una correlación positiva entre el valor de AIT y los parámetros de calidad ($r = 35,2\%$ para ureasa, $57,6\%$ para KOH sol. y $58,0\%$ para PDI; $P < 0,001$).

Tabla 1. Influencia del origen sobre la composición química y la calidad de la proteína de la harina de soja (%MS)

Origen	ARG	BRA	USA	EEM	P
<i>Composición química</i>					
PB	51,6 ^c	52,7 ^b	53,9 ^a	0,15	***
EE	1,94 ^{a,b}	2,02 ^a	1,84 ^b	0,05	**
FB	5,53 ^b	6,36 ^a	4,26 ^c	0,10	***
FND	10,7 ^b	11,9 ^a	8,82 ^c	0,16	***
Sacarosa	7,57 ^b	6,54 ^c	8,13 ^a	0,09	***
Estaquiosa	5,56 ^b	5,29 ^c	6,44 ^a	0,05	***
Rafinosa	1,31 ^b	1,57 ^a	1,09 ^c	0,03	***
Cenizas	7,47 ^a	7,05 ^b	7,55 ^a	0,05	***
Calcio	0,37 ^a	0,32 ^b	0,37 ^a	0,008	***
Fósforo	0,74 ^b	0,69 ^c	0,79 ^a	0,005	***
Potasio	2,58 ^a	2,29 ^b	2,53 ^a	0,023	***
Hierro, mg/kg	127 ^b	201 ^a	133 ^b	6,47	***
<i>Calidad de la proteína</i>					
AIT, mg/g ¹	2,87 ^b	2,96 ^b	3,59 ^a	0,08	***
PDI, %	17,1 ^b	15,3 ^c	19,9 ^a	0,37	***
KOH sol., %	82,5 ^c	83,6 ^b	87,3 ^a	0,33	***
Ureasa, gN/g	0,019	0,029	0,022	0,003	NS

¹Actividad de los inhibidores de la tripsina. NS: $P > 0,10$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. ^{a-c}Valores en la misma fila con superíndices distintos son diferentes ($P < 0,05$).

El perfil en AA varió con el origen de las HS (Tabla 2). Por unidad de proteína, las HS BRA presentaron contenidos de aminoácidos esenciales inferiores a los de ARG y USA. Así, el contenido en lisina (6,15 vs. 6,05 vs. 6,09 %PB) fue mayor en las HS USA que en las BRA, con las ARG en posición intermedia. El contenido en metionina+cistina fue igual en las de ARG y USA, y mayor que en las BRA (2,86 vs. 2,79 %PB). Por contra, el contenido en treonina (3,92 vs. 3,88 vs. 3,91 %PB) y triptófano (1,37 vs. 1,34 vs. 1,36 %PB) fue mayor en las HS de ARG que en las BRA, ocupando USA la posición intermedia. La suma de los 5 AA (lisina, metionina, cistina, treonina y triptófano) más limitantes en avicultura fue superior para las HS USA que para las ARG y BRA (14,3 vs. 14,2 vs. 14,1%PB, respectivamente).

Tabla 2. Influencia del origen sobre el perfil de aminoácidos de la harina de soja (%PB).

Origen	ARG	BRA	USA	EEM	P
Lisina	6,09 ^b	6,05 ^c	6,15 ^a	0,006	***
Metionina	1,36 ^a	1,33 ^b	1,36 ^a	0,002	***
Cistina	1,50 ^a	1,47 ^b	1,50 ^a	0,005	***
Treonina	3,92 ^a	3,88 ^c	3,91 ^b	0,003	***
Triptófano	1,37 ^a	1,34 ^c	1,36 ^b	0,002	***
Indispensables ¹	44,6 ^b	44,5 ^b	44,7 ^a	0,018	***

¹Lisina, metionina, treonina, triptófano, isoleucina, valina, leucina, arginina, histidina, fenilalanina. ***: $P < 0,001$. ^{a-c}Valores de la misma fila con superíndices distintos son diferentes ($P < 0,05$).

El presente estudio muestra que la composición y el valor nutricional de las HS procedentes de estos tres países varían. Las HS USA contienen más proteína y cenizas (P, Ca y K), distinta composición y mejor calidad de la fracción hidrocarbonada (mas azúcares y menos FND) y proteica (más AA indispensables por unidad de proteína y mayor solubilidad). Por tanto, las instituciones y los fabricantes de pienso deberían utilizar distintas matrices de composición de las HS en función el origen de las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

• Association of Official Analytical Chemists International. 2000. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17^a edición. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA. • De Coca-Sinova, A., Valencia, D. G., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. y Mateos, G. G. 2008. *Poultry Sci.* 87: 2613-2623. • De Coca-Sinova, A., Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., Frikha, M., Lázaro, R., y Mateos, G.G. 2010. *Poultry Sci.* 89:1440-1450 • Fontaine, J., Hörr, J. y Schirmer, B. 2001. *J. Agric. Chem.* 49: 57-66. • FEDNA. 2010. En: De Blas, C., Mateos, G. G. y Rebollar, P. G., *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. 3^a edición. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. • Grieshop, C. M., Kadzere, C. T., Clapper, G. M., Frazier, R. L. y Fahey Jr., G.C. 2003. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7684–7691. • Mateos, G. G., Sueiro, S., Rebollar, P.G., Serrano, M.P., González, M. y Lázaro, R. 2009. ITEA. XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA. M. Joy, J. H. Calvo, C. Calvete, M. A. Latorre, I. Casasús, A. Bernués, B. Panea, A. Sanz, J. Balcells (Eds.). AIDA, Zaragoza. pp: 214-216 • NRC. 1998. En: *Nutrient requirements of swine*. 10^a edición. National Academy Press,- Washington, DC,- USA. • Statistical Analysis Systems Institute. 1990. *SAS user's guide: statistics*. Versión 6, 4^a e. dición. Cary, NC: SAS Institute, Inc, USA. • Valencia, D. G., Serrano, M. P., Lázaro, R., Latorre, M. A. y Mateos, G. G. 2008. *Anim. Feed Sci. Tech.* 147: 340–356.

INFLUENCE OF ORIGIN OF THE BEANS ON THE NUTRITIONAL VALUE AND PROTEIN QUALITY OF SOYBEAN MEALS

ABSTRACT: A total of 385 samples of soybean meal (SBM) from Argentina (ARG, 127), Brazil (BRA, 110) and USA (148) were collected and analyzed for major nutrients including amino acids and sugar content, and for quality variables of the crude protein fraction. On dry matter bases, SBM from USA had more CP (53.9 vs. 51.6 vs. 52.7 %; $P < 0.001$), and less NDF (8.8 vs. 10.7 vs. 11.9%; $P < 0.001$) than SBM from ARG and BRA. Sucrose and stachyose contents were higher for the USA than for the BRA meal, with ARG meal being intermediate ($P < 0.001$). Also, ash and P and K contents, were higher ($P < 0.001$) and the Fe content lower ($P < 0.001$) for ARG and USA meals than for BRA meal. The PDI, KOH solubility and trypsin inhibitor activity were higher for USA than for ARG or BRA SBM ($P < 0,001$). In addition, SBM from USA had more lys, met + cys, thr, and trp than SBM from BRA and ARG ($P < 0.001$). It is concluded that the content in dietary components and the quality of the protein fraction favor the nutritive value of the SBM from USA origin with respect to the other two meals.

Keywords: soybean meal origin; protein quality; nutritive value.

CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE DATOS DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTOS

F. Maroto, A. Gómez, J.E. Guerrero, A. Garrido, D. C. Pérez

Dpto. Producción Animal. Campus de Rabanales. CN IV km 396. 14014 Córdoba.

g02mamof@uco.es

INTRODUCCIÓN

En general, existe un desequilibrio entre el esfuerzo que normalmente se dedica a la obtención de información de base en materia de nutrición y alimentación animal y el que se dedica a la gestión de esa información para su uso en los sistemas productivos.

En España a lo largo del tiempo se han llevado a cabo esporádicas recopilaciones de datos que, en forma de tablas (Ministerio de Agricultura, 1984) han tenido un uso limitado, debido a la alta dependencia tecnológica existente, de la información facilitada por diversos organismos internacionales, particularmente del INRA y del NRC. Sin embargo, en la última década se han desarrollado algunas iniciativas que pueden modificar en parte esta alta dependencia: las normas sobre composición de alimentos y necesidades de los animales elaboradas por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2011) y las bases de datos del Servicio de Información sobre Alimentos de la Universidad de Córdoba (SIA, 2011).

El objetivo del presente trabajo es el de exponer las características de la información almacenada en las bases de datos del SIA y los problemas existentes para una gestión eficiente de la información.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el seno de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) se llevó a cabo un proyecto de transferencia de resultados de investigación (Ferrer y San Miguel, 2000) que, en el área de dinámica productiva y valoración nutritiva de pastos, permitió la recogida de gran parte de la información que sobre este tema había sido publicada en España en los últimos 40 años del pasado siglo. Esta información sirvió de base para, tras un proceso de homogenización y depuración (Maroto Molina et al., 2008) integrarla en una base de datos, denominada "Pastos Españoles SEEP", que puede ser consultada a través de internet (Maroto Molina et al., 2009).

A pesar de la gran riqueza de datos que contiene la citada base de datos, su uso se encuentra limitado debido a la escasez de metadatos de caracterización de las muestras y de las determinaciones analíticas de la mayor parte de la información recogida. Esta limitante, unida al hecho de ser una base de datos estática, fruto de la recogida puntual de información realizada en el proyecto antes citado, motivan el impulso aplicado a la base de datos dinámica ("Alimentos para Animales") iniciada previamente. Su construcción se lleva a cabo, de forma directa, mediante la incorporación de la información obtenida por los laboratorios de investigación y de control asociados al SIA. Para facilitar el proceso se ha desarrollado un programa informático (Califa) que puede ser utilizado para la gestión de la información propia por los laboratorios asociados y que permite tanto el registro directo de la información, como la importación de los datos contenidos en archivos de Excel (SIA, 2011).

Las características de la base de datos "Alimentos para Animales" y los problemas existentes para su construcción se describen a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fundamento para la construcción de la base de datos reside en la aportación voluntaria de la información obtenida por los laboratorios asociados (SIA, 2011) quienes han considerado oportuno participar en esta actividad. El concepto clave que preside la acción es el de dar valor añadido a esa información, una vez que la misma ha servido para los fines para los que fue obtenida (investigación o control). Los problemas que condicionan esta decisión, se relacionan con la posible vulneración de los derechos de copyright (investigación) y, sobre todo, con la reserva a facilitar una información de la que otras personas pueden sacar un beneficio, incluso, aunque también el donante obtenga un beneficio adicional. El primer supuesto que no es un problema real, ya que el copyright de las revistas científicas no afecta a los datos puntuales contenidos en ellas, sino a su literalidad. Por otra parte, lo que aquí se aportan son los datos de base que sirvieron para la obtención de unos resultados medios, que son los que normalmente se publican. Por otra parte, el SIA recoge los datos de base que sirvieron para la obtención de unos resultados medios, que son los que normalmente se publican. La segunda reserva es difícil de solventar ya que, incluso, podría considerarse un problema ético. Desgraciadamente, en ocasiones, de cara a la aportación de datos al SIA, no basta el reconocimiento que pueden ofrecer organismos promotores como el INIA, que considera esta actividad como transferencia de conocimiento, ni la disponibilidad gratuita del programa Califa, de gran utilidad para la gestión de la información propia, ni el acceso al uso de la información global y/o parcial registrada en la base de datos, sino que priman otros criterios de carácter subjetivo y muy ligados a una sociedad competitiva.

Una vez tomada la decisión de participar, el principal problema con el que se encuentran los asociados es la dificultad de gestionar la información de manera distinta a la que están habituados. Éste es el problema que debe centrar nuestra atención, pues en él radica el que la información que manejamos no sea directamente utilizable por otras personas. Esta falta de aplicabilidad se debe a múltiples razones, destacando el hecho de que, en la mayor parte de los casos, aunque disponemos de los archivos donde se registra la información original, suelen faltar aquellos datos que la caracterizan (metadatos), como pueden ser el nombre completo que identifica las características de la muestra o las unidades de expresión de las determinaciones analíticas, por no hablar de las metodologías analíticas utilizadas y su precisión. En otros casos, esa información cuando ya ha sido utilizada, simplemente se pierde entre los archivos de nuestro ordenador o del ordenador de quien hizo los análisis.

El problema reside en que los trabajos que se llevan a cabo tienen un objetivo concreto, para el que no se requiere registrar una información exhaustiva. Basta que quien maneja los archivos entienda las anotaciones, hasta que estas han cumplido su objetivo, sea este inmediato, como la validación en un control de entrada de un producto, o a más largo plazo, como la elaboración de un boletín cada cierto tiempo o la realización y publicación de un trabajo de investigación. Si se quiere mantener un archivo histórico de las analíticas realizadas, quizás haya que anotar cuando se cambió el método de análisis o, incluso, la ecuación de calibración utilizada en la estima si, por ejemplo, estamos utilizando el NIRS. Si de lo que se trata es de participar en un proyecto colectivo, lo lógico es que se asuma cierto nivel de homogenización, como el propuesto por Maroto et al (2008) o cualquier otra iniciativa, si la hubiera. En el caso que nos ocupa, ambos procesos se facilitan utilizando el programa Califa.

Más allá de la mera concentración de datos analíticos y nutricionales, las bases de datos del SIA permiten constatar en el sector una importante descoordinación, por lo que se refiere a la valoración de alimentos en España, con muchas repeticiones de datos analíticos simples y grandes vacíos en valores nutricionales, con mucha

heterogeneidad terminológica y metodológica y con muy pocas actuaciones conjuntas que aprovechen las sinergias potenciales, sobretodo en la interfase público-privado, aunque con algunas excepciones, como FEDNA, por citar alguna.

Actualmente existen 21 grupos de investigación y un laboratorio de control que han tomado la decisión de participar en la construcción de la base de datos “Alimentos para Animales”. Por otro lado, 7 entidades españolas, entre las que se encuentra AIDA, apoyan la acción como organismos colaboradores. Sin embargo, el proceso de incorporación activa es lento, como puede observarse en la tabla 1.

Ello es debido, principalmente, a la ya citada dificultad de incorporar cambios en la forma como se gestiona la información. Para paliar esta dificultad, desde el SIA, se llevan a cabo nuevas acciones explicativas, ya sean visitas personalizadas u otras soluciones basadas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (videos explicativos, videoconferencias, etc). Todo menos abandonar un proyecto de colaboración intersectorial pionero en su concepción a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Agricultura (1984) *Tablas de composición de materias primas para nutrición animal*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 307 pp.
- FEDNA (2011) Normas para la formulación de piensos y Tablas de composición de alimentos y normas de calidad: (<http://agro.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.htm>)
- Ferrer Benimelli, C., San Miguel Ayanz, A. (2000) *Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles*. Proyecto INIA-CCAA N° 0T00-037.C17 Madrid (España)
- Maroto Molina, F., Gómez Cabrera, A., Guerrero Ginel, J.E., Garrido Varo, A. (2008) Propuesta para la homogenización de la información sobre alimentos : aplicación a la base de datos Pastos Españoles SEEP. PASTOS, XXXVIII (2) : 141-184.
- Maroto Molina, F., Gómez Cabrera, A., Guerrero Ginel, J.E., Garrido Varo, A. (2009) Base de datos Pastos Españoles (SEEP). Proceso de construcción y disponibilidad en internet. En *Multifuncionalidad de los pastos : producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. SEEP ed., pp. 187-196.
- SIA (2011) Bases de datos. Programa Califa. Organismos colaboradores: (<http://www.uco.es/sia>)

Tabla 1. Datos registrados y laboratorios activos antes y tras la actualización de la base de datos “Alimentos para Animales”.

Año	< 2010	2010	Situación actual
Nº muestras	13408	12493	25901
Nº determinaciones	59510	68544	128054
Nº asociados aportando datos	3	8	8

DATABASES CONSTRUCTION OF THE FEED INFORMATION SERVICE

ABSTRACT: Feed Information Service (SIA) is working in the development of a national databank about composition and nutritive value of feeds used in Spain. For this, data obtained by 22 associated laboratories are integrated and standardized. Main difficulties refer to participating decision and changes in information registration protocol (use of characterization metadata) needed to add value to original data in a general context. In order to facilitate this process SIA has developed software named Califa and other different activities.

Keyword: databank, metadata, knowledge transference

ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE ACEITES ESENCIALES SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE DIETAS DE DISTINTA DEGRADABILIDAD EMPLEANDO LIQUIDO RUMINAL DE CAPRINO

Martínez¹, G., Abecia¹, L., Martín-García¹, A.I., Ramos-Morales¹, E., Molina-Alcaide¹, E., Ranilla², M.J. y Yáñez-Ruiz¹, D. R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008, Granada.

²IGM/Universidad de León, Departamento Producción Animal, 24071, León.

gonzalo.martinez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La prohibición del uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación del ganado en Europa (Regulation, 2003) ha estimulado la búsqueda de compuestos alternativos. En el caso de los animales ruminantes, existen numerosos productos con una gran potencial para modificar la fermentación ruminal, entre ellos diversos compuestos del ajo, aceites esenciales (Calsamiglia et al., 2007), ácidos orgánicos (Carro y Ranilla, 2007) y otros extractos de plantas (Hart et al., 2008). Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora son variables y contradictorios, y los trabajos se restringen al ganado vacuno y ovino. Parte de esa variabilidad está relacionada con la naturaleza de la dieta que el animal recibe y, fundamentalmente, con su degradabilidad en el rumen (Hart et al., 2008). Por otro lado, el ecosistema microbiano del rumen de caprino presenta ciertas peculiaridades con respecto a los del vacuno y ovino (Kamra, 2005) por lo que cualquier intento de introducir aditivos en la dieta del ganado caprino requiere del estudio de sus efectos específicos en esta especie animal. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la adición de distintas cantidades de aceites esenciales sobre la fermentación ruminal *in vitro* de dietas de distinta degradabilidad, utilizando líquido ruminal de caprino como inóculo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon cultivos no renovados de microorganismos ruminales usando el sistema Ankom^{RF} Gas Production (Ankom, NY, EEUU) para incubar durante 24 horas dos dietas a base de heno de alfalfa y un concentrado (1:1), que contenía habas y avena (dieta R) o torta de girasol y maíz (dieta L) como fuentes principales de proteína y almidón, respectivamente. Se realizaron tres series de incubaciones y en cada una se incubaron muestras (1g, 1mm) en frascos de vidrio de 310 ml de capacidad, con o sin aditivo, heno de alfalfa como estándar y un blanco. Los aditivos estudiados fueron carvacrol, eugenol y cinamaldehído, que se adicionaron en cuatro dosis (40, 80, 160 y 320 μ l/l) y, como control positivo, un producto de síntesis (PS) con probada actividad metanogénica y adicionado a tres dosis diferentes (40, 80 y 160 μ l/l). A cada frasco se le adicionaron 120 ml de un medio de cultivo compuesto por líquido ruminal filtrado y una disolución tampón (Menke and Steingass, 1988) en una relación 1:3. El líquido ruminal se obtuvo de 3 cabras de raza granadina, canuladas en rumen y alimentadas a base de heno de alfalfa y avena. El contenido ruminal de cada animal se extrajo antes de la toma de alimento, se filtró a través de 2 capas de gasa aplicando CO₂ y se mezcló con la disolución tampón. Los frascos se mantuvieron en un baño a 39° C, se abrieron a las 24 horas de incubación y se tomaron alícuotas del contenido de cada botella para analizar su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) mediante cromatografía de gases (Isac et al., 1994). Durante las 24 horas de incubación a presión en los frascos se registró automáticamente y los valores se utilizaron para calcular el volumen total de gas producido mediante la fórmula $V=V_j * P_{psi} * 0.068004084$. El análisis estadístico de los datos experimentales se realizó mediante un modelo univariante GLM del programa SPSS 19.0[®]. Las diferencias entre medias se establecieron utilizando el test DMS ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de 320 μ l/l de carvacrol disminuyó ($P < 0,001$) la producción de gas acumulada a las 24 horas (Tabla 1) con ambas dietas lo que concuerda con las observaciones de otros autores (Macheboeuf et al., 2008). Sin embargo, la producción de AGV solo disminuyó ($P < 0,05$) con la dieta L, lo que también observaron Busquet et al. (2006), mientras que la proporción acético:propiónico no se vio afectada ($P > 0,05$). La adición de 320 μ l/L de cinamaldehído disminuyó ($P = 0,046$) la producción de gas promovida por la dieta R tras 24 horas de incubación respecto a la dosis de 160 μ l/L. Con la dieta L solo se observó una disminución ($P = 0,014$) de la producción de gas con la dosis máxima de carvacrol respecto al control (0), lo que concuerda con observaciones de Macheboeuf et al. (2008). La producción de AGV y la proporción acético:propiónico no sufrieron ningún efecto

($P>0,05$) lo que contradice observaciones anteriores, (Busquet et al. 2006; Macheboeuf et al., 2008), tal vez debido a las diferentes dosis utilizadas. Ninguna de las dosis de eugenol modificó ($P=0,333$) la producción de gas a las 24 horas, ni la producción de AGV, ni la relación acético:propiónico con ninguna de las dos dietas estudiadas. Por el contrario, Busquet et al. (2006) observaron una disminución de la producción de AGV con las dosis superiores de ese compuesto. Por último, el aditivo de síntesis produjo un descenso ($P=0,024$) en la producción de gas promovida por la dieta R a la dosis de 80 respecto al control, disminuyendo ($P=0,047$) también la proporción de acético:propiónico respecto al control a la dosis 40. Con la dieta L este compuesto redujo ($P=0,004$) la producción de gas a las 24 horas y la relación acético:propiónico ($P=0,021$) independientemente de la dosis empleada.

La interacción dieta-dosis no fue significativa ($P>0,05$) en ninguno de los compuestos estudiados. Cabe destacar el efecto del tipo de dieta utilizada con respecto a la disminución de la producción de gas a las 24 horas, como ocurre con el carvacrol y el cinamaldehído ($P<0,001$), siendo en la dieta L en la que se observó una mayor disminución.

Estos resultados muestran que determinadas dosis de carvacrol y cinamaldehído tienen el potencial de modificar la fermentación ruminal en caprino y que este potencial depende, en gran medida, de la dieta que el animal ingiera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busquet M., Calsamiglia S., Ferret A., Kamel C. 2006. J. of Dairy Sci. 89:761-771.
- Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P.W., Castillejos L. & Ferret A. 2007. J. of Dairy Sci. 90:2580-2595.
- Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P.W., Castillejos L. y Ferret A. 2007. J. of Dairy Sci. 90:2580-2595.
- Carro M. y Ranilla M. 2007. British J. of Nutrition 90:617-623.
- Hart K. J., Yáñez-Ruiz D. R., Duval S. M., McEwan N. R. & Newbold C. J. 2008. Animal Feed Sci. and Technology 147:8-35.
- Isac M. D., García M. A., Aguilera J. F. & Molina Alcaide E. 1994. Archv. Tieremahr. 46:37-50.
- Kamra D. N. 2005. Current Sci. Vol. 89, N° 1.
- Menke, K. H. & Steingass, H. 1988. Animal Research and Development, 7 – 55.
- Macheboeuf D., Morgavi D., Papon Y., Mousset J. & Arturo-Schaan M. 2008. Animal Feed Sci. and Techn. 145:335-350.
- Regulation C. 2003. Official Journal of the European Union L 268.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto AGL2008AGL2008-04707-C02-01). G. Martínez agradece la concesión de una beca predoctoral del programa FPI 2009 del Ministerio de Ciencia e Innovación. También se agradece la ayuda técnica a J. Fernández, I. Jiménez y T. García.

ADDITION OF ESSENTIALS OILS ON THE RUMEN IN VITRO FERMENTATION OF DIETS WITH DIFFERENT DEGRADABILITY USING RUMEN LIQUOR FROM GOATS

ABSTRACT: Different doses of essentials oils were incubated *in vitro* for 24 hours in diluted goat's rumen fluid with two experimental diets consisting of a 50:50 forage:concentrate mix, in which the main source of protein and energy differed in the concentrate: diet R (faba beans and oats) and diet L (corn and sunflower meal). Treatments were: control (no additive), essential oils (carvacrol, cinamaldehyde and eugenol) and positive control (PS). The doses used were 40, 80, 160 and 320 $\mu\text{l/l}$ for essential oils and 40, 80, 160 $\mu\text{l/l}$ for synthesised compound (PS). The system used for gas production measure was the new automated *in vitro* system developed by Ankom®. The 24 h gas production decreased ($P<0,05$) with carvacrol, cinamaldehyde and PS at the dose of 320 $\mu\text{l/l}$ for carvacrol and cinamaldehyde and the dose of 160 $\mu\text{l/l}$ for the PS. Diet had effect ($<0,001$) on gas production with carvacrol, cinamaldehyde and eugenol after 24 hours incubation, as decreased in a higher extent when diet L was used as substrate. The VFA production decreased ($P<0,05$) only with carvacrol with the diet L at 320 $\mu\text{l/l}$ dose. The acetate:propionate ratio only decreased ($P<0,05$) with PS at all doses. Results of this experiment suggest that cinamaldehyde and carvacrol at high doses have the potential to modify rumen fermentation in goats and that the effect is influenced by the animal's diet.

Keywords: additives, essentials oils, goats, rumen fermentation.

Tabla 1. Efecto del carvacrol, cinamaldehído, eugenol y PS sobre la producción de gas a las 24 horas, AGV totales y la proporción acético:propiónico a las 24 horas de incubación.

Aditivo	Dosis (µl/l)	Producción de gas, ml/24 h						AGV totales, mM						Acetato:Propionato					
		Dieta			Significación (P=)			Dieta			Significación (P=)			Dieta			Significación (P=)		
		R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D	R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D	R	L	SEM	Dieta	Dosis	D*D
Car.	0	157,3 ^a	156,5 ^a	1,55	<0,001	<0,001	0,120	31,9	31,5 ^a	0,61	0,388	0,029	0,940	3,09	3,04	0,13	0,885	0,542	0,996
	40	160,7 ^a	149,9 ^a					31,8	31,3 ^a					3,08	3,21				
	80	166,4 ^a	147,3 ^a					32,8	29,9 ^{ab}					3,40	3,19				
	160	154,5 ^a	127,1 ^b					30,4	28,8 ^{ab}					3,50	3,50				
	320	131,5 ^b	115,6 ^b					25,9	25,9 ^b					3,71	3,65				
Cin.	0	157,3 ^{ab}	156,5 ^a	1,96	<0,001	0,046	0,163	31,9	31,5	0,63	0,324	0,796	0,981	3,09	3,04	0,14	0,768	0,934	0,998
	40	162,0 ^{ab}	150,7 ^a					32,0	31,6					3,18	3,18				
	80	160,3 ^{ab}	144,8 ^{ab}					32,1	30,6					3,11	2,91				
	160	165,8 ^a	137,3 ^{ab}					31,3	28,7					3,19	3,21				
	320	152,5 ^b	124,75 ^b					30,7	29,4					3,44	3,27				
Eug.	0	157,3	156,5	1,86	<0,001	0,333	0,391	31,9	31,5	0,60	0,341	0,161	0,613	3,09	3,04	0,14	0,934	0,762	0,999
	40	159,4	141,4					31,9	35,8					3,26	3,12				
	80	163,9	142,8					32,4	31,8					3,26	3,22				
	160	160,5	139,2					27,5	30,7					3,20	3,31				
	320	150,5	137,5					30,5	30,2					3,62	3,63				
PS	0	157,3 ^a	156,5 ^a	2,50	0,045	<0,001	0,490	31,9	31,5	0,54	0,133	0,372	0,919	3,09 ^a	3,04 ^a	0,07	0,820	0,003	0,999
	40	144,8 ^{ab}	122,2 ^b					31,5	29,0					2,38 ^b	2,34 ^b				
	80	125,5 ^b	115,2 ^b					29,8	27,5					2,28 ^b	2,28 ^b				
	160	126,8 ^b	117,9 ^b					31,6	29,3					2,29 ^b	2,26 ^b				

R: Dieta de degradabilidad rápida, L: Dieta de degradabilidad lenta, Car.: Carvacrol, Cin.: Cinamaldehído, Eug.: Eugenol, PS: producto de síntesis.
SEM: error estándar de la media, D*D: Interacción dosis x dieta.
Medias con superíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas en la misma columna (P<0,05).

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD ESTABILIZADORA DE UNA MEZCLA COMERCIAL DE SUSTANCIAS FLAVONOIDES (BIOFLAVEX®) SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN SITUACIONES DE ACIDOSIS INDUCIDA

J. Balcells¹, A. Arís², M. Devant², J. Crespo³ y Seradj¹ A. R.

(1) ETSEA Universitat de Lleida, Lleida; (2) IRTA, Barcelona. Spain (3) Exquim, Barcelona. Spain. E-mail: balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCION

El proceso de acidosis se caracteriza por una serie de modificaciones a nivel del ecosistema ruminal que se caracterizan por un aumento en la producción y acumulación de AGV y lactato junto otros cambios relevantes, entre otros, un incremento en la presión osmótica del rumen. Tradicionalmente la adición de antibióticos (ionóforos, monensina, lasalocid, etc) ha permitido mantener estos procesos de fermentación, pero la retirada de dichas sustancias justifica la búsqueda de estrategias alternativas para reducir la incidencia de dichos procesos. Diferentes compuestos secundarios de las plantas han sido probados con este fin, entre ellos los flavonoides. En esta línea, en el presente ensayo se pretende estudiar el efecto inmediato que dichas sustancias (Bioflavex®), como estabilizadores de la fermentación ruminal, puedan ejercer ante una situación de acidosis inducida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 terneras cruzadas Holstein canuladas en el rumen (PV 451,4 ± 14.32 Kg) que fueron alimentadas con heno de prado (g/100 g MS: 11.2 PB; 62.2 FND y 34.4 de FAD;) a niveles de mantenimiento (*circa* 8 Kg MF). Tras un período de adaptación (20 d) se procedió a mantener a los animales un día en ayunas (d21) para posteriormente (d22, 8 h) administrar manualmente, a través de la cánula 5 Kg de trigo molido (g/100 g MS: 11.2 PB; 11.0 FND y 3.7 de FAD) suplementado (0.3 ‰), o no, con flavonoides (Bioflavex®, Exquim SA, Barcelona, España). El trigo suplementado se administró a cuatro terneras al azar, mientras que el resto recibió el trigo sin el suplemento, el proceso se repitió en un diseño cruzado (2 x 8). Durante las últimas 72 h (d19-d22) de cada período se registró continuamente el pH ruminal (cada 22 min.) siguiendo el procedimiento descrito por Bach et al. (2007). Durante las últimas 24 h de cada período (d22) se muestreó el contenido ruminal de forma previa y a las 2, 4, 8 y 24 horas, tras la administración del cereal molido.

Muestreo y determinaciones analíticas:

Las muestras de heno fueron caracterizadas y en el contenido ruminal fresco (300 g, aprox) se determinó el pH y se tomó una muestra –completa– para la extracción de DNA (50 g MF aproximadamente). El resto de digesta fue filtrada a través de un filtro metálico de 1.5 mm poro. En el líquido ruminal se determinó la concentración de N-NH₃, ácidos grasos volátiles (AGV) y ácido láctico.

El DNA fue extraído de la digesta ruminal a partir de la técnica propuesta por Yu y Morrison (2004), la biodiversidad determinada mediante tRFLP y la cuantificación de *Streptococcus bovis*, *Megaesphaera elsdenii* y *Selenomonas ruminantium* se realizó mediante qPCR utilizando *primers* específicos.

Análisis estadísticos

Los datos correspondientes a la dinámica ruminal se analizaron según un modelo mixto en el que el efecto tratamiento (T) y período (P) fueron considerados como factores fijos y el animal como aleatorio. El tiempo (Hora de muestreo: H) fue considerado como factor de repetición. La evolución del pH fue analizada según un modelo mixto, el factor de repetición fue la fracción (F) definida como el valor medio de tres determinaciones de pH realizadas cada 22 min., F se consideró incluida dentro de cada animal. Los efectos fijos fueron, período (primer y segundo: P1 y P2), tratamiento (Inclusión de trigo molido sólo [CTR] o suplementado [FL] con flavonoides) considerando además dos fases, previa y posterior a la inducción de acidosis (Preexp y Exp) y sus interacciones. El animal fue tratado como efecto aleatorio. Las diferencias fueron declaradas como significativas a P<0.05 y tendencia P<0.1,

RESULTADOS Y DISCUSION

La administración del trigo modificó la concentración de N-NH₃, que incrementó hasta alcanzar su valor máximo a las 8 h, para posteriormente disminuir (P<0.005) y ello fue así con independencia del tratamiento experimental. La concentración de AGV (mmol/l) en el líquido ruminal, incrementó también tras la administración del cereal alcanzando los niveles más altos a las 8h para disminuir posteriormente, y ello reflejaría la fermentación paulatina del trigo en el rumen. La adición de flavonoides aunque aparentemente redujo la concentración ruminal de AGV su efecto no alcanzó significación estadística.

Tabla 1: Efecto de la inducción acidótica, tiempo tras la inducción y tratamiento sobre las concentraciones de ácidos grasos volátiles, N-NH₃, lactato y proporción de algunas especies consumidoras/productoras de ácido láctico en líquido ruminal de terneras cruces de frisona-Holstein alimentadas con heno de gramíneas.

Item	Tratamiento		Horas					Significación		
	CTR	FL	0	2	4	8	24	ES	Tr	H
N-NH ₃ (mg/100ml)	11.4	10.8	5.6	12.2	16.46	9.8	11.4	0.774	ns	***
AGV (mmol/l)	79.03	74.8	48.5	75.6	87.9	94.4	78.2	4.16	ns	***
Acético (%)	69.2	67.7	76.2	71.0	68.8	64.7	61.4	0.83	*	***
Propiónico (%)	19.1	19.6	15.4	18.3	19.8	22.8	20.5	0.80	ns	***
Butírico (%)	1.4	1.4	1.86	1.14	1.10	1.10	1.8	0.10	ns	***
Acido láctico (mg/l)	87.4	71.7	36.6	-	122.5	-	-	6,775	ns	***
Contribución Bacteriana relative										
<i>S.bovis</i>	0.51	0.48	0.25	-	0.74	-	-	0.111	NS	***
<i>S.ruminantium</i>	0.51	0.53	0.36	-	0.68	-	-	0.113	**	NS
<i>M. elsdenii</i>	1.08	1.46	1.18	-	1.35	-	-	0.242	*	T

ns: no significativo; T: P<0.1; *: P<0.05; **: P<0.01; ***P<0.005

La disponibilidad de almidón redujo la proporción de ácido acético y butírico e incrementó la de propiónico (P<0.005). La presencia de flavonoides en el medio, moderó los incrementos en la proporción de ácido acético (P<0.05) y tendió a reducir la tasa acético: propiónico.

La ingestión de forraje dio lugar a niveles de acidez que se situaron el pH entorno a 6.5 (fracción: 0-22), nivel que se situaría dentro del rango descrito en bibliografía para este tipo de raciones (France y Siddons, 1993). Durante el intervalo de ayuno la actividad microbiana descendió paulatinamente y con ello, el pH ruminal aumentó hasta la neutralidad (circa 7.00) y fue más estable. La administración del trigo molido redujo el pH ruminal, los niveles registrados en la fase previa (6.82 ± 0.026), disminuyeron, y lo hicieron de forma diferente entre ambos grupos de terneras, aquellas suplementadas con flavonoides mostraron menores niveles de acidificación (6,29± 0,031 vs 5.98± 0,0287, para FL y CTR, respectivamente; Interac: H x Tr: P<0.005).

La concentración media (mg/l) de ácido láctico incrementó tras la administración de trigo, siendo inferior (P < 0.09) en el grupo de terneras FL (de 36.8 a 106.6 mg/l) que en aquellas que recibieron la ración CTR (de 36.5 a 138.3 mg/l).

En relación a las bacterias productoras [*S. bovis*] o consumidoras de lactato [*S. ruminantium* y *M. elsdenii*] la disponibilidad de almidón dio lugar a un incremento significativo en los títulos de *S. bovis*. Dicho incremento coincidiría con aquellos registrados cuando las situaciones acidóticas son inducidas mediante la sustitución de forraje por concentrados (Tajima *et al.*, 2001). Los títulos de *M. elsdenii* incrementaron (P<0.08) tras la administración del trigo molido, este incremento coincide con los descritos por otros autores con raciones convencionales (Tajima *et al.*, 2001). Numéricamente, la administración de flavonoides redujo la concentración media de *S. bovis* y moderó los incrementos en la concentración de esta especie registrados tras la administración del cereal. Las concentraciones de *S. ruminantium*, incrementaron de forma significativa tras la administración del trigo molido siendo este incremento independiente de la presencia de flavonoides en el medio.

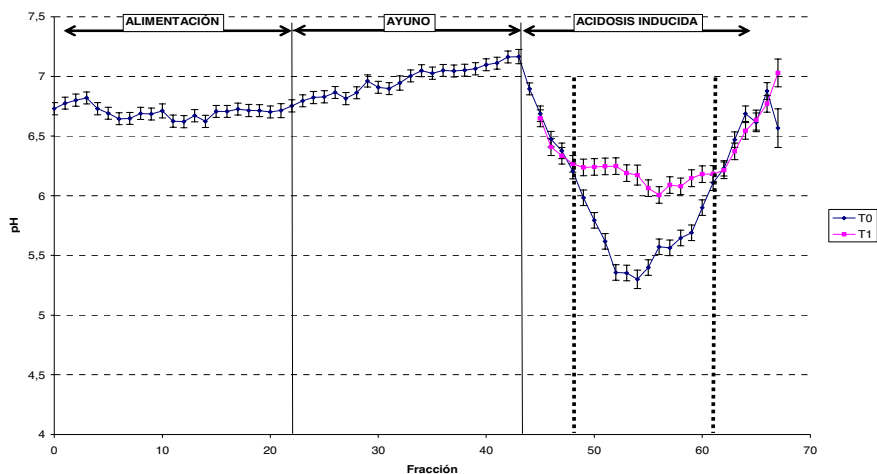


Figura 1: Evolución del pH cuando las terneras recibieron el trigo, con (T1) o sin suplementación (T0) con flavonoides. En el esquema se definen: i) Fracción 0-22: alimentación con forraje; ii) 22-44 ayuno; iii) 44-70 acidosis inducida. Período (- - -) en el cual las diferencias entre tratamientos alcanzaron significación estadística

Los resultados obtenidos indican que la suplementación con Bioflavex® puede ser efectiva reduciendo la incidencia de acidosis ruminales y ello podría estar parcialmente justificado por la modulación ejercida por los flavonoides sobre los títulos de bacterias consumidoras de lactato, tales como la *M. elsdenii*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

Bach, A., Iglesias, C., y Devant, M. . (2007) *Anim. FeedSci. Tech.* **136**, 146-153,. France, J., y R. C. Siddons. (1993). *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. J. M. Forbes and J. France, ed., CAB Int., New York, NY. Tajima, K., R. I., Aminov, T., Nagamine, H., Matsui, M., Nakamura, y Y. Benno(2001). *Appl. Environ. Microbiol.* 67:2766–2774,. Yu, Z and Morrison, M., (2004)*Biotechniques*.36; 808-812,.

EVALUATION OF FLAVONOIDS BIOFLAVEX® ON RUMINAL FERMENTATION AND MICROBIAL PROFILE IN HEIFERS UNDER INDUCED RUMEN ACIDOSIS

SUMARY: The effect of flavonoids Bioflavex ® (Exquim, SA, Barcelona Spain) on the prevention of rumen acidosis was studied in a 2 x 8 cross-over design using 8 crossbreed heifers (451.4 ± 14.32 kg of LW). Each period consisted of 22 d, from d1 to d20 animals were fed ryegrass hay, on d21 animals were fasted and d22 acidosis was induced by supplying 5 kg of ground wheat through the rumen cannula, the wheat was supplemented with (FL: 0.3 %) or without (CTR) flavonoids. PH decreases after wheat supplementation was lesser (P < 0.05) in FL than in CTR heifers (6.29±0.031 and 5.98± 0.029 for FL and CTR, respectively). Lactate concentration increased (P<0.005) with wheat supplementation being such increase numerically lesser (P < 0.09) in FL (from 36.8 to 106.6 mg/l) than CTR heifers (from 36.5 to 138.3 mg/l). After wheat supplementation, titers of *Streptococcus bovis* and *Selenomonas. ruminantium* increased whereas *Megaesphaera elsdenii* increased only in FL heifers (P < 0.05). These results indicate that supplementation with Bioflavex® may be effective in reducing the incidence of rumen acidosis and it would be partially explained by flavonoids modulation of titers of lactate-consuming microorganisms such as *M. elsdenii*.

Key words: Heifers, acidosis, *S. bovis*, *M. elsdenii*

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UN HIDROLIZADO DE LEVADURA SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE TRES FORRAJES TROPICALES

A. Díaz¹, M.D. Carro^{1,2}, C. Saro^{1,2}, I. Mateos¹, M.L. Tejido^{1,2} y M.J. Ranilla^{1,2}

¹Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071 León, España.

²IGM (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España
mjrang@unileon.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han estudiado una gran variedad de aditivos para la alimentación de los animales rumiantes, entre los que destacan los antibióticos, ácidos orgánicos, extractos vegetales y enzimas. Sin embargo, el empleo de la mayoría de estos productos no es una alternativa viable en países como Cuba, debido a su elevado coste de producción. Por ello muchas investigaciones se encaminan al estudio de los aditivos microbianos y sus derivados. Según Pérez (2000), a partir de la hidrólisis enzimática de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* presente en el residuo de la destilación de alcohol de la caña de azúcar se puede obtener un compuesto que mostró efectos probióticos en aves, con buenos resultados en indicadores fisiológicos, inmunológicos y productivos. También Galindo Blanco (2010) observó un efecto estimulador de dicho hidrolizado en las poblaciones de microorganismos ruminales en un estudio *in vitro*. En este trabajo se analizó el efecto de la adición de un hidrolizado enzimático de *S. cerevisiae* sobre la fermentación ruminal *in vitro* de tres forrajes tropicales (*Pennisetum purpureum* clon Cuba CT-115, *Pennisetum clandestinum* y *Glyricidia sepium*). Estos forrajes se seleccionaron debido a su amplia utilización en la alimentación de los animales rumiantes en Cuba.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo utilizando un sistema de cultivos no renovados de microorganismos ruminales (CNRMR). Como sustrato de incubación se utilizaron 3 pastos tropicales (*Pennisetum purpureum* clon Cuba CT-115, *Pennisetum clandestinum* y *Glyricidia sepium*). La composición química de los diferentes sustratos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química (g.kg MS⁻¹) de los 3 sustratos utilizados.

	Materia orgánica	Fibra neutro-detergente	Fibra ácido-detergente	Proteína bruta	Lignina
<i>P. purpureum</i>	866	712	390	49,5	54,2
<i>P. clandestinum</i>	891	660	288	154	55,4
<i>G. sepium</i>	918	441	250	248	137

Para la incubación se utilizaron botellas de vidrio de 120 mL de capacidad y en el interior de cada una se pesaron 500 mg de materia seca (MS) del sustrato correspondiente. Las dosis de hidrolizado de levadura *S. cerevisiae* evaluadas fueron 0 μ L (CON) y 200 μ L (HLEV). En cada botella se adicionaron 50 mL de una mezcla 1:4 (vol:vol) de fluido ruminal y medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970). El fluido ruminal se obtuvo de 4 ovejas fistuladas, que eran alimentadas con heno de alfalfa. La dosificación de la mezcla en las botellas se realizó en condiciones de anaerobiosis. Tras la dosificación, las botellas se cerraron herméticamente con un tapón de caucho y cápsulas de aluminio y se colocaron en un incubador a 39°C. Una vez transcurridas 24 horas de incubación, se midió la cantidad de gas producido en cada botella, se abrieron, se midió el pH de su contenido y se tomaron muestras para analizar la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco. La incubación se repitió en cuatro días diferentes, para obtener cuatro réplicas por tratamiento.

Los resultados obtenidos se analizaron independientemente para cada forraje. Los datos se sometieron a análisis de varianza utilizando el procedimiento MIXED del SAS (SAS Inst, Cary, NC), en el que los factores analizados fueron la adición de hidrolizado y el día de

incubación. El nivel de significación estadística se estableció en $P < 0,05$ y los valores de P entre 0,05 y 0,10 se consideraron como tendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la Tabla 1. *P. clandestinum* y *G. sepium* presentan una mejor calidad que el *P. purpureum* clon Cuba CT-115, debido a su menor contenido en fibra neutro-detergente (FDN) y fibra ácido-detergente (FDA) y a su mayor contenido en proteína bruta (PB). En la Tabla 2 se observan los principales resultados obtenidos en las incubaciones in vitro. Cuando se incubaron los sustratos *P. clandestinum* y *G. sepium* se observaron mayores valores de producción de AGV totales y gas y concentración de amoníaco que en la incubación de *P. purpureum* clon Cuba CT-115, lo que se encuentra en estrecha relación con su composición química.

Tabla 2. Efecto de adición de 200 μL de un hidrolizado de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (HLEV) sobre la producción de acético (ac), propiónico (prop), butírico (but), total de ácidos grasos volátiles (AGV), relación acético:propiónico (ac:pr), gas, $\text{NH}_3\text{-N}$ y pH final en cultivos in vitro utilizando como sustrato *Pennisetum purpureum* clon Cuba CT-115, *Pennisetum clandestinum* y *Gliricidia sepium*.

Forraje y tratamiento	Ac (μmol)	Prop (μmol)	But (μmol)	AGV (μmol)	Ac:Pr (mol:mol)	Gas (mL)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	pH
<i>P. purpureum</i> clon Cuba CT-115								
CON	1411	502	243	2321	2,81	19,00	338	6,91
(HLEV)	1595	529	292	2599	3,02	21,58	364	6,89
¹ EEM	13,8	5,8	6,3	14,7	0,046	0,405	4,5	0,004
P =	0,003	0,046	0,012	0,001	0,050	0,021	0,026	0,049
<i>P. clandestinum</i>								
CON	1706	618	238	2728	2,76	32,78	380	6,85
(HLEV)	1761	601	279	2825	2,94	32,70	394	6,81
¹ EEM	32,8	3,8	8,3	16,3	0,069	0,438	3,5	0,009
P =	0,322	0,054	0,041	0,024	0,172	0,911	0,069	0,080
<i>G. sepium</i>								
CON	2067	728	264	3255	2,85	47,08	401	6,76
(HLEV)	2271	779	309	3571	2,92	46,08	412	6,74
¹ EEM	32,1	8,6	6,1	49,6	0,020	0,270	15,2	0,007
P =	0,021	0,025	0,014	0,020	0,074	0,079	0,644	0,072

¹EEM: error estándar de la media

Los efectos del HLEV variaron en función del forraje incubado, y *P. purpureum* clon Cuba CT-115 fue el forraje con el que se detectaron cambios más marcados en la fermentación ruminal. La adición del HLEV aumentó ($P=0,001$ a $0,050$) la producción total e individual de los AGV y la relación acético:propiónico. En el caso de *G. sepium* se observaron cambios similares, con la excepción de que el aumento en la relación acético:propiónico no llegó a alcanzar el nivel de significación estadística ($P=0,074$). Por el contrario, al utilizar como sustrato *P. clandestinum* sólo se vio estimulada la producción de AGV totales ($P=0,024$) y de ácido butírico ($P=0,041$), con una tendencia ($P=0,054$) a disminuir la producción de ácido propiónico. Los cambios en las producciones y concentraciones de AGV que se han observado en estudios in vitro cuando se incluyen levaduras del género *S. cerevisiae* y sus derivados son variables, aunque en varios estudios se han observado aumentos en la producción de AGV (Mutsvangwa *et al.*, 1992; Miller-Webster *et al.*, 2002). Mutsvangwa *et al.* (1992) observaron aumentos en la producción de AGV y en la proporción de acetato, mientras que Newbold (1990) encontró un aumento de la proporción de ácido propiónico a

expensas del ácido acético. Estos resultados variables pueden deberse a los diferentes tipos de cultivos de *S. cerevisiae* utilizados, así como a los diferentes sustratos incubados.

En cuanto a la producción de gas, se encontró un aumento ($P=0,021$) de la misma al utilizar *P. purpureum* clon Cuba CT-115 como sustrato, que se corresponde con lo observado en la producción de AGV. En el caso de *P. clandestinum* no se observó un efecto significativo ($P=0,644$) del HLEV sobre la producción de gas, y al utilizar *G. sepium* como sustrato se observó una tendencia ($P=0,069$) a una mayor producción. El pH final de los cultivos se mantuvo en valores cercanos a la neutralidad y sólo disminuyó ($P=0,049$) con la adición de HLEV cuando se incubó *P. purpureum* clon Cuba CT-115.

La concentración de amoníaco fue mayor ($P=0,026$) en los cultivos que recibieron HLEV cuando se utilizó como sustrato de fermentación *P. purpureum* clon Cuba CT-115, mientras que con el sustrato *P. clandestinum* se observó una tendencia ($P=0,069$) a mayores concentraciones y no se observó efecto ($P=0,644$) para *G. sepium*. En todos los casos, las concentraciones de amoníaco fueron superiores a 200 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ / L, nivel mínimo indicado por Leng (1991) para no limitar el crecimiento microbiano.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que el hidrolizado enzimático de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, a la dosis utilizada en este estudio, es capaz de estimular la fermentación ruminal in vitro de los tres forrajes utilizados, pero los efectos fueron más marcados para *Pennisetum purpureum* clon Cuba CT-115. Si estos resultados se confirman en estudios in vivo, la utilización de HLEV podría mejorar la utilización digestiva de estos forrajes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Galindo Blanco, J., A. Díaz, N. González, A. Sosa, Y. Marrero, A.I. Aldana, O. Moreira, R. Bocourt, V. Torres, L. Sarduy y A. Noda. 2010. Rev. Cub. Cienc. Agric. 44: 281- 286.
- Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Agriculture Handbook No. 379. Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture. Washington, DC, USA.
- Leng, R. A. 1991. FAO Animal Production and Health paper 90. Roma, Italia: 146pp.
- Miller-Webster, T., Hoover, W., Holt, M. and Nocek, J. E. 2002. J. Dairy Sci. 85, 2009-2014.
- Mutsvangwa, T., Edwards, I. E., Topps, J. H. And Paterson, G. F. M. 1992. Br Society Anim. Prod. 55:35-40.
- Newbold, C. J. 1990. 51st Minnesota Nutrition Conference. p 102-118.
- Pérez, M. 2000. Tesis Doctoral. Universidad Agraria de la Habana. Cuba.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte de los Proyectos AGL2008-04707-C02-02, financiado por el MICINN y el PCI-Iberoamérica A/4951/06, financiado por MAE-AECID.

EFFECT OF A YEAST HYDROLYSATE ON *IN VITRO* RUMINAL FERMENTATION OF THREE TROPICAL FORAGES

ABSTRACT: Batch cultures of rumen microorganisms were used to study the effects of a yeast hydrolysate from *Saccharomyces cerevisiae* on the *in vitro* fermentation of three tropical forages (*Pennisetum purpureum* clon Cuba CT-115, *P. clandestinum* and *Gliricidia sepium*). Cultures received either 0 (CON) or 200 μL of the yeast hydrolysate (HLEV) and were incubated at 39°C for 24 h. The addition of HLEV increased ($P=0.001$ to 0.050) production of total volatile fatty acid (AGV) and all individual AGV, as well as acetate:propionate ratio, for *P. purpureum* clon Cuba CT-115. An increase ($P=0.014$ to 0.025) in total and individual AGV was observed for *G. sepium*, and for *P. clandestinum* was detected only an increase in total AGV and butyrate ($P=0.041$ and 0.024, respectively). Gas production, $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration and final pH were not affected ($P>0.05$) by HLEV when *P. clandestinum* and *G. sepium* were used as substrates. On the contrary, the addition of HLEV to cultures with *P. purpureum* clon Cuba CT-115 increased gas production ($P=0.021$) and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations ($P=0.026$), and decreased final pH ($P=0.049$), thus indicating a stimulation of ruminal fermentation. If these results are confirmed in vivo, HLEV could be used as a feed additive in practical feeding of ruminants to improve digestive utilization of tropical forages.

Keywords: yeast hydrolysate, in vitro rumen fermentation, tropical forages

ESTUDIO DEL EFECTO DE UNA COMBINACIÓN DE CINAMALDEHÍDO Y ACEITE DE AJO (NEXT ENHANCE 300) SOBRE EL PERFIL DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE METANO

M. Blanch¹, P.W. Cardozo¹, M. D. Carro², M. J. Ranilla²

¹Novus Spain, 43120 Constantí (Tarragona). (marta.blanch@novusint.com)

²Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071 León. IGM (CSIC-ULE). Finca Marzanas, s/n. 24348, Grulleros, León.

INTRODUCCIÓN

El mercado europeo demanda cada vez más una producción animal más segura y sostenible. En el caso del vacuno lechero, esto se traduce en la prohibición de los antibióticos como promotores del crecimiento para evitar algún tipo de residuo en la leche (activa desde el 1 de enero de 2006, Reglamento 1831/2003/CE), y en reducir las emisiones que producen estos animales que, desde el punto de vista medioambiental, son perjudiciales (básicamente metano y amoníaco). El problema que surge es encontrar alguna alternativa natural que tenga unos efectos que se asemejen lo más posible a los producidos por los antibióticos ionóforos (mejora de la eficiencia energética, incrementando la producción de propionato, y reduciendo la producción de acetato, metano y amoníaco). En los últimos años ha habido un gran esfuerzo en encontrar alguna alternativa, y parece ser que el uso de extractos de plantas podría ser una opción viable. Estudios previos indican algunos resultados positivos del cinamaldehído (**CIN**) y del aceite de ajo por separado (Busquet y col., 2005). El presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el efecto de un producto comercial (Next Enhance 300, **NE300**, combinación de CIN y aceite de ajo) sobre la fermentación ruminal y en concreto sobre la producción de metano mediante un sistema de fermentación in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Producción Animal de la Universidad de León, utilizando un sistema de cultivos discontinuos de microorganismos ruminales. Se utilizó como sustrato de incubación una dieta 60:40 heno de alfalfa:concentrado. Previamente a la incubación se prepararon las mezclas del sustrato con el aditivo NE300 para alcanzar dosis finales del producto de 200, 300 y 400 mg/L. El tratamiento control (**CTR**) no contenía aditivo. Para la incubación se utilizaron botellas de vidrio de 120 ml de capacidad y en el interior de cada una se pesaron 300 mg del sustrato de la dieta correspondiente. Cada botella se llenó con 30 ml de una mezcla 1:4 (vol:vol) del medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970; no contiene tripticasa) y de fluido ruminal. El inóculo se obtuvo de 4 ovejas fistuladas en el rumen alimentadas con la misma dieta utilizada como sustrato en la prueba in vitro. La dosificación de la mezcla en las botellas se realizó en condiciones de anaerobiosis y manteniendo la temperatura en 39°C. Tras la dosificación, las botellas se cerraron herméticamente con un tapón de caucho y cápsulas de aluminio y se colocaron en un incubador a 39°C durante 24 horas. Al final del periodo de incubación, se midió la cantidad de gas producido en cada botella y se tomó una muestra para determinar la concentración en metano (Martínez y col., 2010). Posteriormente, se abrieron las botellas, se midió inmediatamente el pH y se tomaron muestras para analizar la concentración en ácidos grasos volátiles (**AGV**) y amoníaco (Carro y Miller, 1999). Las incubaciones se repitieron en 4 días diferentes. El porcentaje de recuperación de hidrógeno se estimó a partir de las producciones netas de acetato, propionato, butirato, valerato y metano (Demeyer, 1991). La cantidad de materia orgánica aparentemente fermentada en cada bote fue estimada a partir de la producción de AGV utilizando la ecuación propuesta por Demeyer (1991).

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el PROC MIXED del SAS. Cada dosis de NE300 fue comparada con el CTR mediante el test de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados del efecto de NE300 a diferentes dosis sobre la fermentación ruminal. Los resultados indican que NE300 a una dosis de 200 mg/mL disminuyó la relación acetato:propionato ($P < 0,01$), la producción de metano ($P < 0,001$) y la relación metano/AGV ($P < 0,001$) comparado con el CTR, pero no afectó ($P > 0,05$) a la cantidad total de AGV (1706 y 1785 μmol CTR y NE300, respectivamente) ni a la proporción molar de ningún AGV. NE300 a una dosis de 300 mg/mL disminuyó la proporción de acetato ($P < 0,01$), la relación acetato:propionato ($P < 0,001$), la concentración de amoníaco ($P < 0,10$) y de metano ($P < 0,001$), y aumentó la proporción de propionato ($P < 0,01$), sin afectar a la cantidad AGV totales (1706 y 1730 μmol CTR y NE300, respectivamente) ni a la materia orgánica aparentemente fermentada (146 y 149 mg, CTR y NE300, respectivamente). Estudios previos realizados por Busquet y col. (2005, 2006) observaron resultados similares, aunque estos autores también observaron aumentos en la proporción molar de butirato con dosis aproximadas de 300 mg/L de aceite de ajo. Los datos sugieren que moderadas concentraciones de aceite de ajo juntamente con el CIN disminuyen la producción de metano y aumentan la producción de propionato, sin afectar a la proporción de butirato, lo que permite una mejor eficiencia energética, obteniendo resultados similares a los que esperados con antibióticos ionóforos.

Tabla 1. Efecto de la adición de Next Enhance 300 (NE300) sobre el perfil de fermentación ruminal in vitro.

	Dosis NE300 (mg/L)				ESM ¹	P =
	0 (Control)	200	300	400		
pH	6,74	6,74	6,74	6,74	0,014	0,998
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	297	284	270 [†]	269 [†]	7,14	0,069
Gas (mL)	72,3	71,2	68,1	61,2 ^{**}	1,70	0,005
Metano (μmol)	476	210 ^{***}	151 ^{***}	91,6 ^{***}	20,7	<0,001
Ácidos Grasos Volátiles (AGV; μmol)	1706	1785	1730	1533 [*]	50,3	0,031
Proporción AGV (mol /100 mol):						
Acetato	61,7	59,8	56,5 ^{**}	54,0 ^{***}	1,13	0,005
Propionato	22,9	24,8	27,1 ^{**}	26,9 ^{**}	0,78	0,014
Butirato	10,5	10,6	11,5	13,5 [†]	1,08	0,237
Isobutirato	0,75	0,58	0,50	0,66	0,085	0,256
Isovalerato	1,86	1,83	1,67	1,56 [*]	0,084	0,099
Valerato	2,32	2,44	2,74	3,46 ^{**}	0,178	0,006
Acetato:Propionato (mol/mol)	2,69	2,42 ^{**}	2,08 ^{***}	2,01 ^{***}	0,080	<0,001
Metano/AGV ($\mu\text{mol}/\mu\text{mol}$)	0,279	0,123 ^{***}	0,090 ^{***}	0,059 ^{***}	0,0138	<0,001
Recuperación de hidrógeno (%)	98,6	68,9 ^{***}	65,8 ^{***}	61,6 ^{***}	3,30	<0,001
Materia Orgánica aparentemente fermentada (mg)	146	153	149	133 [*]	3,42	0,013

¹ ESM: error estándar de la media.

[†] Diferente al Control ($P < 0,10$); ^{*} Diferente al Control ($P < 0,05$); ^{**} Diferente al Control ($P < 0,01$); ^{***} Diferente al Control ($P < 0,001$).

Sin embargo, la dosis de 400 mg NE300/mL disminuyó ($P < 0,05$) la producción total de AGV (1706 y 1533 μmol CTR y NE300, respectivamente) y la materia orgánica aparentemente fermentada comparado con el CTR (146 y 133 mg, respectivamente), sugiriendo alguna inhibición de la fermentación ruminal.

Los resultados muestran el potencial de estos metabolitos secundarios para modificar la fermentación ruminal a favor de una mayor producción de propionato y sin afectar la producción total de AGV, lo que indicaría una mayor disponibilidad de energía para el animal. Por otro lado, la reducción de la producción de metano sugiere que esta combinación de cinamaldehído y aceite de ajo puede ser una alternativa en los programas de reducción de las emisiones contaminantes. Es necesario continuar con las investigaciones para confirmar en condiciones in vivo los resultados observados in vitro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busquet y col. (2005) J. Dairy Sci. 88:4393-4404.
- Busquet y col. (2006) J. Dairy Sci. 89:761-771.
- Carro y Miller. (1999) Br. J. Nutr. 38:371-384.
- Demeyer (1991) In: Jouany, J.P. (ed.) *Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. INRA Editions, Paris, pp. 217-237.
- Goering y Van Soest (1970). Agric. Handbook n.379. Agric.Res.Serv., USDA. Washington DC.
- Martinez y col. (2010) Anim. Feed Sci. Technol. 158:126-135.

STUDY OF THE EFFECT OF A CINNAMALDEHYDE AND GARLIC OIL COMBINATION (NEXT ENHANCE 300) ON RUMEN FERMENTATION PROFILE AND METHANE PRODUCTION

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the effects of 3 doses (200, 300 and 400 mg of product/L) of NEXT Enhance 300 (**NE300**; containing cinnamaldehyde and garlic oil) on in vitro ruminal fermentation. Batch cultures (120 mL bottles) of mixed ruminal microorganisms (**BCRM**) were used to test the effects of the additive. Three hundred mg of 60:40 alfalfa hay:concentrate diet was used as a basal substrate. Rumen fluid was obtained from 4 rumen-cannulated Merino sheep fed the same diet incubated in BCRM, mixed and strained through 4 layers of cheesecloth into an Erlenmeyer flask with an O_2 -free headspace. Particle-free fluid was mixed with the buffer solution of Goering and Van Soest (1970; no trypticase added) in a proportion 1:4 (vol/vol) at 39°C under continuous flushing with CO_2 . Thirty mL of buffered rumen fluid were added into each bottle under CO_2 flushing and were sealed with rubber stoppers and aluminium caps, and incubated at 39°C. After 24h of incubation, total gas production was measured, and a gas sample was removed for methane production. Bottles were then uncapped, the pH was measured immediately, and samples for volatile fatty acid (**VFA**) and ammonia-N analyses were taken. Incubations were repeated on 4 different days. Differences were declared at $P < 0.05$. Dose of 400 mg/L of NE300 decreased total VFA production and apparently fermented organic matter compared to control (**CTR**, no additive), thus indicating some inhibition of ruminal fermentation. NE300 at 200 mg/L reduced acetate:propionate ratio, methane production and methane/VFA ratio compared to CTR. NE300 at 300 mg/L reduced ammonia-N concentrations ($P = 0.069$), methane production, acetate proportion, and acetate:propionate ratio, and increased propionate proportion compared to CTR. In conclusion, NE300 at 300 mg/L decreased methane production and increased propionate proportion without affecting total VFA production, and this would indicate a higher supply of energy for the host animal.

Key Words: garlic oil, cinnamaldehyde, methane, rumen fermentation

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS DE GAS METANO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL UTILIZANDO DOS ESTÁNDARES DIFERENTES

Mateos I.¹, Ranilla M.J.^{1,2}, Saro C.^{1,2} y Carro M.D.^{1,2}

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071 León.

² Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León.
(mdcart@unileon.es)

INTRODUCCIÓN

El metano es uno de los productos finales de la fermentación ruminal de los alimentos, y es eliminado por los animales mediante el eructo. El metano representa una pérdida energética que oscila entre el 5% y el 8% de la energía bruta de los alimentos ingeridos y contribuye en gran medida al efecto invernadero. La producción de metano por los animales es considerada la mayor fuente de emisión de este gas dentro de las prácticas agrícolas (López y Newbold, 2007). Uno de los métodos más utilizados para el análisis de la concentración de metano es la cromatografía de gases. En este análisis se utilizan estándares de concentración en metano conocida, pero no se conoce el efecto que puede tener la utilización de diferentes estándares sobre el resultado del análisis. Por ello, el objetivo de este trabajo fue comparar los valores obtenidos en muestras de gases de fermentación ruminal cuando se utilizaron como estándares metano puro (MP) o una mezcla de gases que contenía un 10% de metano (MD).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron muestras de gas recogidas en dos experimentos *in vitro*. El experimento 1 se llevó a cabo con cultivos no renovados de microorganismos ruminales, y en cada botella se incubaron 300 mg de un sustrato (65:35 heno de alfalfa:concentrado) con 30 mL de líquido ruminal tamponado. En esta prueba se analizaron los efectos de 3 aditivos que se administraron a 3 dosis diferentes (9 tratamientos; TA a TI) y los resultados se compararon con los obtenidos en la fermentación del sustrato sin aditivo (control; CON). Las botellas se incubaron a 39°C y al cabo de 24 horas se midió la presión dentro de las mismas con un medidor de presión y se determinó el volumen de gas producido con una jeringa calibrada. A continuación, se recogieron unos 10 mL de gas en un tubo de vacío (Vacutainer®) y se almacenaron hasta su análisis. Se realizaron incubaciones en cuatro días diferentes para obtener 4 réplicas por tratamiento, por lo que se dispuso de 40 muestras de gas (4 réplicas x 10 tratamientos).

El experimento 2 se llevó a cabo con 8 fermentadores RUSITEC que recibieron diariamente 30 g del sustrato usado en el experimento 1. Cuatro fermentadores recibieron como aditivo un cultivo fúngico liofilizado (FUN) y los otros 4 no recibieron aditivo (CON). El gas producido en cada fermentador se recogió diariamente en bolsas herméticas durante 3 días consecutivos (24 muestras en total), se midió con un flujómetro de gas, y se tomó una muestra en tubos de vacío siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

El análisis de la concentración de metano se realizó según el procedimiento descrito por Martínez *et al.* (2010). Se inyectaron muestras del gas (400 y 100 μ L en los experimentos 1 y 2, respectivamente) en un cromatógrafo de gases (Shimadzu GC 14B; Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Alemania) equipado con un detector de llama de ionización (FID) y una columna empaquetada con Carboxen 1000 (Supelco, Madrid, España). Las temperaturas de la columna, inyector y detector fueron 170, 200 y 200°C, respectivamente, y se usó helio como gas transportador. Cada muestra se analizó por duplicado, y cuando el coeficiente de variación entre las dos inyecciones fue mayor que el 5% se realizó una tercera inyección. Las rectas de calibrado se obtuvieron mediante regresión lineal entre diferentes cantidades inyectadas de un gas estándar y el área de los picos obtenidos en cada caso. Como gas estándar se utilizó metano puro (MP; Supelco, Bellefonte, PA, EEUU) y una mezcla de gases que contenía un 10% de metano (MD; Carbueros Metálicos, León, España), y se calcularon los valores de concentración de metano en el gas (%) obtenidos con cada recta de calibrado. El volumen de gas producido en cada botella o fermentador fue corregido para condiciones normales (273°K; 1 atmósfera), y se calculó la cantidad de metano (μ mol) multiplicando el gas producido (μ mol) por la concentración de metano (%) en las muestras.

Adicionalmente, en los dos experimentos se recogieron muestras para analizar la concentración de ácidos grasos volátiles siguiendo el procedimiento descrito por Carro y Miller (1999) y se calculó la recuperación de hidrógeno (ReCH) a partir de las producciones de metano y de los ácidos acético, propiónico, butírico y valérico según las ecuaciones propuestas por Demeyer (1991).

Los resultados de cada experimento se analizaron independientemente. Los valores de concentración de metano obtenidos por los dos métodos (MP y MD) se compararon entre sí mediante el test t de Student para medias de dos muestras emparejadas, y las relaciones entre ambos se analizaron mediante análisis de regresión. Finalmente, el efecto de los aditivos sobre la producción diaria de metano se analizó mediante un análisis de la varianza y la comparación de los valores medios de los tratamientos con el control se realizó mediante el test de Dunnett. El nivel de significación estadística se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los valores de concentración en metano obtenidos con los dos estándares en las muestras de los experimentos 1 y 2. Como puede observarse, en las muestras que presentaron los contenidos más elevados en metano, la utilización del estándar MP subestimó los valores, mientras que en las muestras con los contenidos menores en metano, los sobreestimó. Cuando los valores obtenidos por los dos métodos se compararon mediante el test t de Student para medias de dos muestras emparejadas, los valores obtenidos con el estándar MP fueron mayores ($P < 0,001$) que los obtenidos con el estándar MD en el experimento 1 y tendieron ($P = 0,089$) a ser mayores en el experimento 2. A pesar de estas diferencias, en los dos casos existió una correlación positiva significativa entre ambos valores ($P < 0,001$, $r = 0,995$ y $n = 40$ en el experimento 1, y $P < 0,001$, $r = 0,935$ y $n = 24$ en el experimento 2).

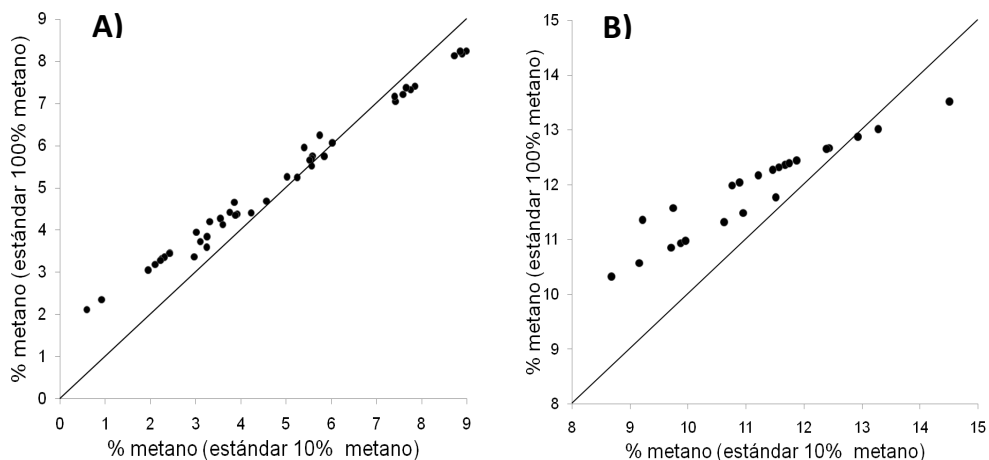


Figura 1. Representación gráfica de los valores de porcentaje de metano obtenido utilizando como estándar metano puro (100% metano) y una mezcla de gases con un 10% de metano en las muestras de los experimentos 1 (A) y 2 (B).

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de producción diaria de metano (μmol) obtenidos en el experimento 1. Las diferencias con el control observadas con los dos estándares fueron iguales para todos los tratamientos, excepto para el TD, en el que únicamente cambió el nivel de significación estadística ($P = 0,046$ con el estándar MP y $P = 0,076$ con el estándar MD). En la Tabla 2 aparecen los valores medios de producción diaria de metano (μmol) obtenidos en el experimento 2. Como puede observarse, no se detectaron diferencias significativas entre el tratamiento y el control con el estándar MD, pero cuando se utilizó el estándar MP se detectó una tendencia ($P = 0,088$) a una mayor producción de metano en los fermentadores que recibían el aditivo (FUN).

Tabla 1. Valores medios de producción de metano (μmol) en 24 horas en cada botella para los diferentes tratamientos experimentales en el experimento 1 cuando en el análisis de metano se utilizó como estándar metano puro (MP) o una mezcla de gases con un 10% de metano (MD).

Estándar	Tratamiento ¹											EEM ²	P =
	CON	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI			
MD	512	416	299 ^d	183 ^d	401 ^a	310 ^d	190 ^d	228 ^d	180 ^d	165 ^d	29,3	<0,001	
MP	494	418	326 ^d	231 ^d	405 ^b	332 ^d	237 ^d	267 ^d	229 ^d	216 ^d	21,7	<0,001	

a, b, c, d los valores para cada tratamiento difieren del control: ^a P<0,10; ^b P<0,05; ^c P<0,01; ^d P<0,001.

¹ ver texto para la descripción de los tratamientos experimentales. CON: control.

² error estándar de la media.

En lo que se refiere a la recuperación de hidrógeno, los valores en el experimento 1 oscilaron entre 62,5 y 103% con el estándar MD y entre 68,8 y 104% con el estándar MP. Ambos valores están dentro del rango de los obtenidos en trabajos previos (Kamel *et al.*, 2007; López y Newbold, 2007) en los que se utilizaron aditivos que reducían la producción de metano. En el experimento 2, los valores de recuperación de hidrógeno oscilaron entre 84,9 y 103% con el estándar MD y entre 93,9 y 107% con el estándar MP.

Tabla 2. Producción de metano ($\mu\text{mol} / \text{d}$) en fermentadores control (CON) y suplementados con un aditivo fúngico (FUN) en el experimento 2 cuando en el análisis de metano se utilizó como estándar metano puro (MP) o una mezcla de gases con un 10% de metano (MD).

Estándar	Tratamiento		EEM ²	P =
	CON	FUN		
MD	20,9	22,3	0,902	0,321
MP	22,6	24,1	1,84	0,088

² error estándar de la media.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Carro, M. D., and E. L. Miller. 1999. Br. J. Nutr. 82:149-155. • Demeyer, D.I., 1991. In: Jouany, J.P. (Ed.). INRA Editions, Paris, France. pp. 217-237. • López, S., and C. J. Newbold. 2007. In: Makkar, H.P.S. and Vercoe, P.E. (Ed.). IAEA – FAO – Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp: 1-13. • Kamel, C., Greathead, H.M.R., Tejido, M.L., Ranilla, M.J., and Carro, M.D. 2007. Anim. Feed Sci. Technol. 145:351-363. • Martínez, M. E., M. J. Ranilla, M. L. Tejido, C. Saro, and M. D. Carro. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 158:126-135.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la CICYT (Proyectos AGL-2004-04755-CO2-01 y AGL2008-04707-CO2-02) y la Junta de Castilla y León (Proyecto GR158)..

COMPARISON OF TWO STANDARD GASES TO ANALYZE METHANE FROM RUMINAL FERMENTATION

ABSTRACT: Samples from ruminal fermentation gases obtained in two in vitro experiments were used to compare the values of methane production obtained by using two different standards (pure methane (MP) and a gas mixture (MD) with 10% methane) in the chromatographic analysis of methane. Values of methane concentration using MP as standard were greater ($P<0.001$) than those obtained with MD in experiment 1, and tended ($P=0,089$) to be greater in experiment 2, but in both experiments there was a positive relationship ($P<0.001$) between both values. With both standards, hydrogen recoveries were in the range of results reported in the literature for similar studies. In both experiments, the use of MD and MP detected similar significant differences between control and treatments, and therefore did not change the interpretation of results.

Keywords: methane, gas chromatography, standard gas, ruminal fermentation

PROGRAMACIÓN DEL ECOSISTEMA MICROBIANO DEL RUMEN A TRAVÉS DE INTERVENCIONES DIRECTAS SOBRE ANIMALES PRE-RUMIANTES Y SUS MADRES

Abecia¹, L., Martín-García¹, A.I., Martínez¹, G., Ramos-Morales¹, E., Molina-Alcaide¹, E., Newbold², C.J., y Yáñez-Ruiz¹, D. R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada, España.

²IBERS, Aberystwyth University, Aberystwyth, SY23 3DA, Reino Unido.

leticia.abecia@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En los rumiantes se establece una relación simbiótica en el rumen con un complejo ecosistema microbiano, en la que el animal provee nutrientes y condiciones óptimas ambientales para la fermentación, mientras que los microorganismos degradan nutrientes que de otra manera no podrían ser empleados por el hospedador. La colonización del rumen por distintos grupos microbianos ocurre inmediatamente tras el nacimiento del animal (Stewart et al., 1988). En este sentido, resultados recientes muestran que la dieta que el animal pre-rumiante ingiere durante su desarrollo determina qué poblaciones microbianas se establecen definitivamente en el rumen y, en algunos casos, las diferencias que se establecen en esta etapa de la vida se mantienen en el animal adulto (Yáñez-Ruiz et al., 2010). Hasta el momento se desconoce el papel que juega la madre en la transferencia de microorganismos al pre-rumiante y las consecuencias que esta influencia pueda tener sobre la productividad del animal. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto a largo plazo de la administración de un compuesto, con probada actividad anti-metanogénica, en la dieta de cabras y de sus crías sobre la producción de metano y algunos parámetros productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 cabras de raza murciano-granadina ($43 \pm 1,7$ kg de peso vivo) alojadas en habitáculos individuales en un establo con libre acceso a heno de alfalfa y concentrado. Tras el parto se establecieron al azar 2 grupos experimentales de 9 cabras cada uno. Al grupo de cabras positivas (**C+**) se le suministró durante el período de lactación de las crías (8 semanas) un hidrocarburo alifático halogenado, denominado bromoclorometano (BCM), envuelto en una matriz de α -ciclodextrina (May et al., 1995) en forma de polvo blanco con una riqueza en BCM de 10-12%. El preparado de BCM se administró a una dosis de 0,30 g/100 kg PV dos veces al día. Al grupo de cabras control (**C-**) no se le suministró ningún aditivo. Dos días antes del destete de los chotos las madres se alojaron con sus crías en una cámara de policarbonato para determinar la producción de metano (Yáñez-Ruiz et al., 2008). Durante la semana posterior al destete se midió la producción individual de leche durante dos días consecutivos. El peso de las cabras se obtuvo cada 15 días. La mayoría de las cabras parieron dos chotos (ch), de los cuales uno recibió el preparado BCM (ch+) y el otro no (ch-), independientemente del tratamiento de la madre, desde la primera semana tras el parto, resultando 4 grupos experimentales de chotos ($n=8$): **C+/ch+**, **C+/ch-**, **C-/ch+**, **C-/ch-**. Los chotos tratados recibieron dos dosis diarias del preparado (0,30 g/ 100 kg de PV) al igual que las madres. Tras el destete, los chotos se distribuyeron en cuatro corrales independientes según su tratamiento experimental que continuó durante otro mes más. Pasado este mes tras el destete se midió la producción de metano en los chotos durante dos días consecutivos (Medida 1). Tras esta medida se dejó de tratar a los chotos ch+ y se alojaron los animales de los cuatro grupos experimentales en un mismo corral durante 3 meses tras el cual se volvió a medir la producción individual de metano (Medida 2). El peso de los chotos se registró semanalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de las cabras no fue modificado por el tratamiento recibido, y como se ve en la Tabla 1 tampoco tuvo efecto sobre las ingestas. Sin embargo la producción de metano y leche de las cabras sí fueron modificadas. Se observó una tendencia ($P=0,088$) en la producción media de leche a ser un 28% mayor en los animales C+ con respecto a las C-. Además, la producción media de metano disminuyó ($P=0,008$) un 38,4% en los animales C+.

Por otro lado, los chotos C+/ch+ tuvieron una ganancia diaria de peso aparentemente mayor (141 g/d) que los animales en los otros tres grupos (127 g/d). La emisión de metano en la Medida 1 de los chotos ch+ fue 43% y 60% menor ($P<0,001$) que la de los chotos ch- para las madres C+ y C-, respectivamente. En la Medida 2, que tuvo lugar 3 meses después de

finalizar el tratamiento de los chotos +, se mantenían algunas de las diferencias observadas en la medida 1: una reducción en la emisión de metano del 20% en los chotos+ de las madres C+. Sin embargo, la reducción en los chotos + de las madres en C- desapareció. Tanto la tendencia al incremento en la producción de leche como la mayor ganancia de peso de los animales tratados se explican por la mayor eficiencia de uso de la energía que la disminución en la producción de metano representa. Esto se debe en parte al desvío del H₂ desde la ruta de formación del metano hacia la ruta metabólica de producción del propiónico en el rumen (Newbold y Rode, 2006), correspondiendo estequiométricamente a 0.2 moles de propionato por cada litro de metano reducido. Ese incremento en la producción de propiónico podría llevar a un incremento en la síntesis de glucosa y, por tanto, del contenido en lactosa de la leche, con eficiencias de conversión del 70 y el 40%, respectivamente para las transformaciones de propionato a glucosa y de glucosa a lactosa (Newbold et al., 2005). El efecto beneficioso del tratamiento con BCM ha sido previamente descrito en vacuno (Tomkins et al., 2009), con resultados similares a los obtenidos en este trabajo: una reducción en la producción de metano de un 50% con la misma dosis tras 60 días de tratamiento. También se ha descrito un incremento de propionato en terneros que recibían este preparado (Denman et al., 2007). El efecto observado por Tomkins et al. (2009) desaparecía al poco tiempo de que el tratamiento se interrumpiese, debido a que el flujo de H₂ hacia los diferentes aceptores de electrones es energéticamente menos favorable que su empleo en la reducción de CO₂ a CH₄. Sin embargo, se desconocía hasta ahora que ocurriría si el tratamiento se realizase desde etapas tempranas de vida y qué influencia tendría la madre. En el presente trabajo, sólo cuando la intervención ha incluido a la madre (C+) el efecto persiste (P=0,043) al menos hasta 3 meses tras el cese del tratamiento. Nuestros resultados sugieren que el manejo en un estadio temprano de la vida del animal puede causar una colonización diferente en el rumen que resulte, en consecuencia, en una fermentación ruminal distinta. Esta respuesta parece permanecer programada en la vida del animal adulto y podría estar influenciado por el tratamiento recibido por la madre. El estudio de las poblaciones microbianas que residen en el rumen de las madres y de las que se implantan y permanecen en el rumen de las crías ayudará a explicar la importancia de cada uno de los factores estudiados. En el caso de que sea una intervención dirigida a la reducción de la producción de metano, esta estrategia abre la posibilidad de obtener animales energéticamente más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Denman S. E., Tomkins N. W. & McSweeney C. S. 2007. *FEMS Microbiol Ecol.* 62:313–322.
- May C., Payne A., Stewart P. & Edgar J. 1995. International patent application no. PCT/AU95/00733.
- Newbold C. J., López S., Nelson N., Ouda J. O., Wallace R. J. & Moss A.R. 2005. *Br J Nutr* 94:27–35.
- Newbold C.J & Rode L.M. 2006. *Intl. Cong. Series* 1293: 138–147.
- Stewart C. S., Fonty G. & Gouet P. 1988. *Anim Feed Sci Tech* 21:69–97
- Tomkins N. W., Colegate S. M., & Hunter R.A. 2009. *Anim Prod Sci.* 49:1053-1058
- Yáñez-Ruiz D. R., Macías B., Pinloche E. & Newbold C. J. 2010. *FEMS Microbiol Ecol.* 72:272-278
- Yáñez-Ruiz D. R., Hart K. J., Martín-García A. I., Ramos S. & Newbold C. J. 2008. *Australian J. Exper. Agric.* 48:186-188.

Tabla 1. Efecto de la adición del preparado de bromoclorometano (BCM) a cabras (C) y chotos (ch) sobre la ingesta, producción de leche, ganancia de peso diaria y emisiones de metano.

Cabras	Adición de BCM				EEM	P-valor	Significación		
	C+		C-						
Peso vivo (kg)	43,8		40,8		1,58	0,363			
Ingesta (kg/d)	1,041		0,992		0,037	0,366			
Producción de leche (g/d)	1242		887		142	0,088			
Producción de metano (L/kg PV)	0,349		0,564		0,059	0,008			
Chotos	C+		C-		EEM	P-valor	Significación		
	ch+	ch-	ch+	ch-			Madres	chotos	M x ch
Ganancia de peso (g/d)	141	128	127	126	2,090	0,633	0,446	0,426	0,520
Medida 1									
Producción de metano (L/kg PV)	1,02 ^{ab}	1,80 ^{bc}	0,742 ^a	1,90 ^c	0,214	0,001	0,681	0,001	0,374
Medida 2									
Producción de metano (L/kg PV)	1,56 ^a	2,40 ^b	1,69 ^a	1,70 ^a	0,258	0,043	0,186	0,058	0,062

Diferentes superíndices (^{a-c}) en la misma fila indican diferencias significativas.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Europea (Marie Curie Reintegration Grant 224816–METANORUMEN). L. Abecia agradece la concesión de un contrato postdoctoral del programa JaeDoc del CSIC y a I. Jiménez la asistencia técnica en la etapa experimental.

PROGRAMMING RUMEN MICROBIAL ECOSYSTEM THROUGH THE INTERVENTION ON THE EARLY LIFE STAGE OF PRE-RUMINANTS AND THEIR MOTHERS

ABSTRACT: This experiment was designed to study the effect of treating animals in early life and the mothers with an antimethanogenic compound (bromochloromethane, BCM) on the methane emissions and animal yield and the persistency of the effects in the long term. Eighteen goats giving birth to two kids were used. Nine goats were treated with BCM (C+ goats) after giving birth and over 8 weeks. The other 9 goats were not treated (C- goats). One kid per mother in both groups was treated with BCM (ch+) while the other was untreated (ch-), therefore resulting in four kids experimental groups: C+/ch+, C+/ch-, C-/ch+ and C-/ch-. Methane emissions were measured once from the mothers before weaning (at 8 weeks) and twice from the kids: a month after weaning (while ch+ were still treated) and 3 months after the first measurement at which BCM treatment had stopped. The addition of BCM had a positive effect on the mothers' increasing (P=0.088) milk yield by 28% and decreasing (P<0.008) methane emissions by 38%. Likewise ch+ kids produced less methane (P<0.001) than ch- kids a month after weaning, although this effect persisted only in C+/ch+ kids 3 months after releasing the treatment. Our results suggest that some of the differences created early in life in the rumen function persist in the long term, and seem to be influenced by the mother, which provides the possibility of programming the microbial populations in the adult animal through early life intervention.

Keywords: bromochloromethane, methane, rumen colonization

CONTAMINACIÓN MICROBIANA RUMINAL DE LA FIBRA EN GRAMINEAS Y EFECTOS SOBRE SUS ESTIMAS DE DEGRADACIÓN RUMINAL IN SITU

Guevara, J., González, J¹., Arroyo J. M.

¹Dpto. Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

Email: javier.gonzalez@upm.es

INTRODUCCION

La concentración de las fracciones de fibra en las muestras de contenido digestivo se asume como real, al no existir componente endógena para estas fracciones. Sin embargo, si las técnicas de aislamiento de estos residuos no permiten una extracción completa de los microorganismos adherentes podrían ocurrir errores de cierta importancia.

En este trabajo se examina la contaminación microbiana ocurrida en el rumen en la fibra neutro (FND) y ácido (FAD) detergente y sus fracciones nitrogenadas (N-FND y N-FAD) de henos de ray-grass (HRG) y avena (HA), así como el efecto de su corrección sobre su degradabilidad efectiva (DE).

MATERIAL Y METODOS

En el estudio se usaron 3 corderos adultos, fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una ración de HA picado y concentrado granulado en proporción 2:1 en base a MS, distribuida, en seis comidas por día (cada 4 h), a un nivel de 40 g MS/kg P^{0,75}.

En cada cordero se determinaron las tasas de evacuación de partículas del rumen y de conminución de éstas para el HA marcado con Eu, aplicándose estos valores (González *et al.*, 2009a) a ambos henos. Para cada heno se realizaron dos incubaciones en el rumen a tiempos de 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h, utilizando bolsas de nylon (7x11 cm de dimensiones internas y 46 µm de poro) conteniendo 3 g de muestra fresca (molida a 2 mm). Durante estos estudios se infundió en el rumen una sal de ¹⁵N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para corregir la contaminación microbiana. Tras extraerse del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente y congeladas a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3x5 min.). Este mismo proceso se aplicó para obtener el valor a 0 h. Finalmente, las bolsas se liofilizaron y se determinó el contenido en MS del residuo. La desaparición de MS se ajustó para cada animal, mediante regresión no lineal, al modelo exponencial de Ørskov y McDonald (1979), estimándose los valores de DE, utilizando ambas tasas de tránsito, mediante integración matemática de acuerdo con González *et al.* (2006). Para cada cordero se generó una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado, mezclando los residuos de incubación obtenidos en los distintos tiempos en proporciones determinadas en base a las funciones que describen este flujo según el método propuesto por González *et al.* (2009b). Estas muestras se analizaron para MS, N, ¹⁵N, FND y FAD, analizándose, así mismo, estos dos últimos residuos para N y ¹⁵N. Los valores aparentes y reales (corregidos por la contaminación microbiana) de DE de FND, FAD, N-FND y N-FAD se calcularon a partir de sus concentraciones en la muestra compuesta (Y) y en el alimento (X) y del valor de DE de la MS: $DE = 1 - [Y (1-DEMS)/X]$ (González *et al.*, 2009b).

Los efectos de la corrección de la contaminación microbiana se estudiaron mediante análisis considerando los carneros como bloques.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química de los henos (Tabla1) puede considerarse normal. El menor grado de lignificación de la fibra correspondió a HRG, que sin embargo muestra una proporción elevada de su N asociada a la pared celular.

La contribución de los microorganismos adherentes a las partículas de heno incubado y a sus fracciones de FND y FAD, así como a sus correspondientes fracciones nitrogenadas se muestra en la Figura 1, que evidencia una contaminación variable entre henos para todas las fracciones testadas. Los resultados muestran el fallo para la extracción de microorganismos de la solución FND, mientras que la solución FAD permite una extracción elevada que solo conlleva errores de escasa importancia práctica. Esta mayor eficiencia de extracción podría asociarse, al menos parcialmente, con el carácter secuencial de este análisis. El error observado para FND en este tipo de forrajes, aunque moderado, es apreciable y debería ser tenido en cuenta en estos estudios. Los errores a nivel del N asociado a ambas fracciones de fibra resultan en cambio elevados, especialmente para N-FND (Figura 1). Observaciones similares sobre la importancia de los errores sobre FND y FAD en ovinos han sido demostradas por Mason (1969) en muestras de heces usando ácido diaminopimélico como marcador microbiano.

La capacidad de estas soluciones para la extracción de microorganismos adherentes resulta, además, dependiente del alimento; así, asumiendo una contaminación de la fibra similar a la de las partículas, los microorganismos residuales representan 29,8% y 49,1% (NDF) y 2,45% y 4,61% (ADF) para HGR y HA, respectivamente.

No corregir la contaminación microbiana dio lugar a subvaloraciones de la degradabilidad efectiva (Tabla 2) que fueron elevadas en N-FND, moderadas en FND, pequeñas para FAD y variables para N-FAD. Sin embargo, éstas dos últimas variables solo pudieron observarse en HGR y como tendencia ($P = 0,063$, para ambas variables), mientras que en OH no alcanzaron significación pese a su mayor magnitud.

Considerando los valores corregidos por la contaminación, la degradabilidad de las fibras estuvo en relación con su grado de lignificación, hecho que no se observó para la degradabilidad de la proteína de estas fracciones que fue siempre inferior en RGH, especialmente para N-FND. Este último valor fue similar al obtenido para FND, mientras que la degradabilidad de N-FAD superó ampliamente a la de la FAD en este heno. Este mismo hecho se observó de forma más amplia para N-FND y N-FAD en OH. Los niveles de degradabilidad observados para N-FND y N-FAD concuerdan con los valores aparentes previamente obtenidos en distintos forrajes (Lindberg, 1988; Sanderson y Wedin, 1990; Aufrère et al., 1994). Sin embargo, los valores *in situ* podrían sobreestimar la utilización en el rumen de estos compuestos nitrogenados. Así, la fracción FND y en menor medida la de FAD pueden incluir proteínas insolubles que no forman parte de la estructura de la pared celular, aumentando su proporción con los procesos térmicos que sufren los alimentos. Las acciones enzimáticas microbianas ruminales pueden destruir los puentes di-sulfuro de las proteínas, incrementando su solubilidad (bien en el rumen o bien en el proceso de extracción con las soluciones detergentes), lo que incrementaría la estima de su degradabilidad medida con esta técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aufrère, J., Boulberhane, D., Graviou, D. 1994. Ann Zootech. 43, 243.
- González, J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., M.R. Alvir. 2006. Anim Feed Sci Technol. 125, 89-98.
- González, J., Mouhbi, R., Guevara, J., Arroyo, J. M. 2009a. AIDA, XIII Jornadas sobre Producción Animal. 325-327.
- González J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., Centeno, C. 2009b. Arch Anim Nutr. 63, 304-320.
- Lindberg, J.E. 1988. Swed J Agric Res. 18, 85-89.
- Mason, V.C. 1969. J Agric Sci Camb. 73, 99-111.
- Ørskov, E.R., McDonald, I. 1979. J Agric Sci Camb. 92, 499-503.
- Sanderson, M.A., Wedin, W.F. 1990. Anim Feed Sci Technol. 30, 1-9.

Agradecimientos: Trabajo financiado por la CICYT (n° AGL 2006-08300)

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de los henos

	MO	PB	FND	FAD	LAD	N-FND ¹	N-FAD ¹
H. Ray-grass	900	115	590	310	36,5	26,0	5,99
H. Avena	889	129	536	301	48,8	18,8	5,08

MO: Materia orgánica; PB: Proteína bruta; FND y FAD: Fibra neutro y ácido detergente; LAD: Lignina ácido detergente; N-FND y N-FAD: Nitrógeno asociado a estas fracciones
¹ % del N total

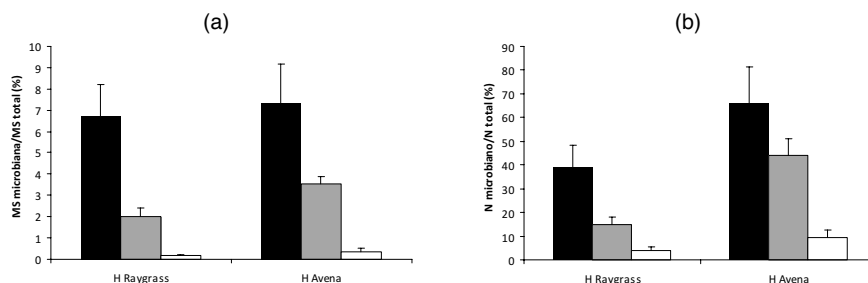


Figura 1. Contribución en MS (a) y N (b) microbiano a la fracción no degradada de henos. ■ Partículas. ■ FND y N-FND. □ FAD y N-FAD. Las barras representan el ESM entre animales.

Tabla 2. Efectos de la contaminación microbiana en la degradabilidad efectiva de la fibra neutro (FND) y ácido (FAD) detergente y su nitrógeno asociado (N-FND y N-FAD)

	H. Ray-grass			H. Avena		
	NC	C	ESM	NC	C	ESM
FND	41,5	42,7	0,13*	34,7	37,0	0,15**
FAD	33,2	33,3	0,02	26,7	26,9	0,07
N-FND	32,6	42,5	1,14*	50,4	71,8	0,95**
N-FAD	44,7	46,9	0,41	45,1	50,4	1,44

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

RUMINAL MICROBIAL CONTAMINATION OF FIBRE FRACTIONS OF GRASSES AND EFFECTS ON THEIR RUMINAL DEGRADABILITY ESTIMATES

ABSTRACT: The microbial contamination of neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fibre and its associated nitrogenous components (NDIN and ADIN) of the rumen undegraded fractions as well as the effect of this contamination on effective degradability (DE) estimates of two hays from ryegrass (RGH) and oat (OH) were studied using 3 rumen and duodenum cannulated wethers and in situ and ¹⁵N infusion techniques. The NDF solution failed in microorganism extraction. Thus, the overvaluation in concentrations lacking of this correction was large in NDIN and moderate in NDF. On the contrary, ADF solution allows a high extraction and resultant errors for ADF had little practical importance. A similar observation may be indicated for ADIN, except in OH, in which microbial contamination was about 10%. The associated undervaluations of DE estimates were also large for NDIN and have some importance for ADIN and FND and were low for ADF. Microbial extraction efficiency of both fibre solutions varied largely with feeds. Microbial corrected DE values of NDIN and ADIN also varied with feeds: 42.5% and 46.9% in RGH and 71.8% and 50.4% in OH. Increases in protein solubility by microbial actions (in the rumen or in fibre isolation) may contribute to these high values.

Keywords: Fibre, microbial contamination, in situ degradability, grasses.

EVOLUCIÓN POSTPRANDIAL DE LA ACTIVIDAD FIBROLÍTICA EN LAS FASES SÓLIDA Y LÍQUIDA DEL RUMEN DE OVEJAS ALIMENTADAS CON DOS DIETAS FORRAJERAS

Saro, C., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071, León. IGM (CSIC-ULE).
Finca Marzanas, s/n. 24348, Grulleros, León. (mdcart@unileon.es)

INTRODUCCIÓN

La fase sólida del rumen es conocida por ser la de mayor capacidad para degradar la pared celular de los alimentos (Briesacher *et al.*, 1992; B. Michalet-Doreau *et al.*, 2001). La actividad enzimática de esta fase está influida por la dieta administrada al animal, aumentando la actividad fibrolítica con el aumento de la proporción de forraje en la dieta (Martin *et al.*, 1999). Sin embargo, no existe información sobre la influencia del tipo de forraje en la dieta sobre la actividad enzimática. El objetivo de este trabajo fue investigar los efectos del tipo de forraje en la dieta y el tiempo de muestreo sobre la actividad fibrolítica de los microorganismos en las fases sólida y líquida del rumen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 ovejas merinas (58,3 ± 3,27 kg) canuladas en el rumen en un diseño cruzado. Se formularon 2 dietas experimentales con una relación forraje:concentrado de 70:30, siendo el forraje heno de alfalfa (AL) o heno de gramínea (GR). Las dietas fueron administradas a los animales, a nivel restringido (56 g materia seca (MS)/kg PV^{0,75}) para minimizar la selección del alimento, en dos tomas iguales diarias (8:00 y 20:00 h). Tras 15 días de adaptación a la dieta se tomaron muestras del contenido ruminal a las 0, 4 y 8 horas tras la administración de la primera toma de alimento en dos días no consecutivos. Una muestra del contenido ruminal (50 g) se secó en estufa a 60°C para determinar su contenido en MS. El resto de contenido ruminal se filtró a través de dos capas de gasa y se midió el pH del líquido. A continuación, se tomaron muestras del contenido sólido (10 g) y líquido (5 mL) y se congelaron inmediatamente a -80°C para el análisis de la actividad enzimática. Las muestras tomadas los dos días se mezclaron, por hora de muestreo, antes de los análisis. Las muestras de contenido sólido se descongelaron a 4°C, 2 g se utilizaron para determinar su contenido en MS, y el resto fue picado con tijeras. A continuación se pesaron 3 g en una bolsa Stomacher® y se añadieron 15 mL de buffer fosfato (pH=6,5) que contenía ditiotreitil (DTT; 1mM). La mezcla fue homogeneizada en un Stomacher (Stomacher 400 Circulator, Seward Ltd., Londres, Reino Unido) a 230 rpm durante 5 minutos para desligar los microorganismos asociados a las partículas de alimento. De la suspensión resultante se tomaron 1,5 mL que se trataron durante 3 minutos en un Mini-Beadbeater (BioSpec Products, Inc., Bartlesville, OK, EEUU) para lisar los microorganismos y liberar las enzimas intracelulares. Tras el tratamiento se centrifugaron las muestras (10', 10000g, 4°C) y en el sobrenadante se analizaron las actividades carboximetilcelulasa, xilanas y amilasa según el método propuesto por Giraldo *et al.* (2008), usando como sustrato carboximetilcelulosa, xilano de avena y almidón soluble, respectivamente. Las muestras de líquido ruminal se descongelaron a 4°C, y 1,5 mL se trataron en un Mini-Beadbeater y se analizaron siguiendo los procedimientos descritos anteriormente. La actividad enzimática se expresó como μ moles de glucosa o xilosa liberados del sustrato correspondiente por 1 g de MS de la digesta sólida o 1 mL de la digesta líquida en un minuto a pH=6,5 y 39°C. Los datos se sometieron a un análisis de varianza para medidas repetidas en el tiempo utilizando el PROC MIXED del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Los efectos del tipo de forraje, tiempo y período se consideraron fijos y el efecto del animal se consideró aleatorio. El nivel de significación estadística se estableció en P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, las actividades carboximetilcelulasa y xilanas en el contenido total, sólido y líquido del rumen fueron más elevadas (P<0,05) a las 0 horas que a las 4 y 8 horas post-alimentación, lo cual podría ser debido a un descenso del pH en las primeras horas, ya que descendió por debajo de 6,5, para volver a estabilizarse al cabo de 10-12 horas post-alimentación (Figura 1). Además, estas actividades implican a enzimas encargadas de la digestión de la fibra, la cual necesita un tiempo para que los

microorganismos colonicen la misma antes de comenzar la digestión. Estos resultados están en línea con los obtenidos por Martin *et al.* (1993, 1999), quienes obtuvieron los resultados de actividad fibrolítica más elevados al final del periodo postprandial. Además, se observó una correlación significativa entre las actividades en la fase sólida y la líquida para las actividades carboximetilcelulasa ($P=0,015$; $r=0,487$; $n=24$) y xilanasa ($P=0,017$; $r=0,481$; $n=24$). Por el contrario, la actividad amilasa del contenido total y el líquido no varió ($P=0,347$ y $0,883$, respectivamente) con el tiempo de muestreo, pero la actividad amilasa en el sólido presentó una tendencia ($P=0,091$) a disminuir a las 4 horas post-alimentación. No se observó una correlación significativa ($P=0,566$) entre los valores de actividad amilasa en la fase sólida y líquida.

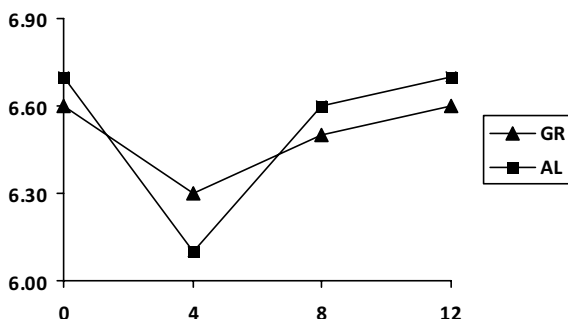


Figura 1. Evolución postprandial del pH del líquido ruminal de ovejas alimentadas con dietas con relación forraje:concentrado 70:30 y heno de gramíneas (GR) o heno de alfalfa (AL) como forraje.

Todas las actividades determinadas fueron mayores ($P<0,001$) en la fase sólida que en la líquida, pero las diferencias más marcadas se encontraron en la actividad xilanasa, en la que el porcentaje de actividad en el sólido representó entre el 76% y el 86% de la actividad en el contenido total, seguida de la amilasa (64-80%) y la carboximetilcelulasa (45-67%). Con respecto a las diferencias entre dietas, únicamente se observaron diferencias en la actividad en el contenido total y sólido en el caso de la actividad xilanasa, que fue mayor ($P<0,05$) con la dieta GR que con la dieta AL, lo que podría ser debido al mayor contenido en fibra de la dieta GR (499 vs. 426 g fibra neutro detergente/kg MS). Martin *et al.* (1999) observaron actividades fibrolíticas más elevadas al administrar dietas con elevado contenido en forraje, mientras que la actividad amilolítica era mayor en las dietas con elevado contenido en concentrado. En nuestro estudio la cantidad de concentrado en la dieta no varió, lo que justificaría la ausencia de diferencias entre dietas en la actividad amilasa. Se observaron importantes diferencias entre ovejas, ya que una de ellas presentó las tres actividades enzimáticas en la fase líquida más elevadas ($P<0,05$) que el resto. Por el contrario, otra de las ovejas presentó estas actividades en mayor ($P<0,05$) cantidad en el contenido total y en el contenido sólido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Briesacher, S. L., T. May, K. N. Grigsby, M. S. Kerley, R. V. Anthony, and J. A. Paterson. 1992. *J. Anim. Sci.* 70(1): 289-295. ● B. Michalet-Doreau, I. Fernandez, C. Peyron, L. Millet, and G. Fonty. 2001. *Reprod. Nutr. Dev.* 41(2): 187-194. ● Giraldo, L. A., M. L. Tejido, M. J. Ranilla, and M. D. Carro. 2008. *Anim. Feed Sci. Technol.* 141(3-4): 306-325. ● Martin, C., E. Devillard, and B. Michalet-Doreau. 1999. *J. Anim. Sci.* 77(4): 979-987. ● Martin, C., B. Michalet-Doreau, G. Fonty, and A. Williams. 1993. *Current Microbiology.* 27(4): 223-228.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la CICYT (Proyectos AGL-2004-04755-CO2-01 y AGL2008-04707-CO2-02). C. Saro disfruta de una beca FPU del MEC (AP2006-03049).

POSTPRANDIAL EVOLUTION OF FIBROLYTIC ACTIVITY IN THE RUMEN OF SHEEP FED TWO FORAGE DIETS

ABSTRACT: Four ruminally cannulated Merino sheep were used to evaluate the effects of two diets (AL: 70:30 alfalfa hay:concentrate; GR: 70:30 grass hay:concentrate) and three times of sampling (0, 4 and 8 hours post-feeding) on fibrolytic activity in the rumen. Carboxymethylcellulase, xylanase, and amylase activities were measured in solid and liquid rumen contents. Carboxymethylcellulase and xylanase activities were greater ($P<0.01$) at 0 compared with 4 and 8 h postfeeding, but sampling time did not affect ($P>0.05$) amylase activity. All activities were greater ($P<0.001$) in the solid than in the liquid phase of the ruminal digesta. Xylanase activity was greater for GR than for AL diet, but carboxymethylcellulase and amylase activities were not affected by the diet.

Keywords: rumen, fibrolytic activity, forage type, sheep

Tabla 1. Efecto del tipo de forraje (FOR) y tiempo de muestreo (T) en las actividades enzimáticas (AE) del contenido ruminal de ovejas alimentadas con dietas con relación forraje:concentrado 70:30 y heno de alfalfa (AL) o heno de gramíneas (GR) como forraje.

Parámetro ¹	Dieta	T (h) tras la alimentación			EEM ²	Valor de P		
		0	4	8		FOR	T	FOR x T
Carboximetilcelulasa								
AE total	AL	1,47 ^a	1,06 ^b	1,01 ^b	0,086	0,563	<0,001	0,991
	GR	1,41 ^a	1,02 ^b	0,98 ^b				
AE sólido	AL	3,68 ^a	2,31 ^b	2,05 ^b	0,290	0,618	<0,001	0,698
	GR	3,73 ^a	2,71 ^b	1,97 ^b				
AE líquido	AL	0,81 ^a	0,65 ^b	0,70 ^{ab}	0,042	0,012	<0,001	0,180
	GR	0,73 ^a	0,46 ^b	0,67 ^a				
% AE en sólido	AL	56,6 ^a	52,0 ^{ab}	45,5 ^b	2,57	0,007	<0,001	0,041
	GR	59,9 ^a	67,0 ^a	47,0 ^b				
Xilanasa								
AE total	AL	31,1 ^b	18,6 ^a	18,3 ^a	2,080	0,011	<0,001	0,646
	GR	33,9 ^b	25,4 ^a	23,7 ^a				
AE sólido	AL	112 ^b	62,6 ^a	60,7 ^a	8,43	0,012	<0,001	0,593
	GR	122 ^b	88,5 ^a	84,9 ^a				
AE líquido	AL	7,38 ^b	4,39 ^a	5,46 ^a	0,568	0,634	<0,001	0,994
	GR	7,10 ^b	4,14 ^a	5,30 ^a				
% AE en sólido	AL	81,4 ^b	82,1 ^a	76,0 ^a	2,07	0,045	0,036	0,776
	GR	83,4	86,4	80,8				
Aamilasa								
AE total	AL	6,93	5,29	6,14	0,829	0,468	0,347	0,868
	GR	6,92	6,10	6,85				
AE sólido	AL	23,1	13,3	17,9	2,86	0,122	0,097	0,510
	GR	23,0	19,5	23,3				
AE líquido	AL	2,18	2,72	2,57	0,367	0,060	0,883	0,545
	GR	1,94	1,65	1,91				
% AE en sólido	AL	77,3	64,4	67,9	3,00	0,009	0,161	0,057
	GR	76,9	80,0	75,1				

¹Las actividades carboximetilcelulasa, xilanasa y amilasa en el sólido, líquido o en el total se expresan como μmol de glucosa o xilosa liberados de carboximetilcelulosa, xilano o almidón soluble por 1 gramo de MS de digesta total, 1 g de digesta sólida o 1 mL de digesta líquida en 1 minuto a 39°C y pH 6,5.

²EEM: error estándar de la media.

^{a, b} dentro de la misma fila, valores con diferente superíndice difieren ($P<0,05$).

Reproducción

EFFECTO DE LA LÍNEA GENÉTICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PROGESTERONA, 17 β -ESTRADIOL, IGF-I Y LA PÉRDIDA EMBRIONARIA Y FETAL DURANTE LA GESTACIÓN EN CONEJO

Llobat, L.¹, Marco-Jiménez, F.¹, Lavara, R.¹, Viudes-de-Castro, M.P.², Baselga, M.¹ y Vicente J.S.¹

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, 46022-Valencia. España.

²Centro de Investigación y Tecnología Animal, IVIA. 12400-Segorbe (Castellón). España.
E-mail: mallobor@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

En conejo se ha estimado que la mortalidad embrionaria hasta el inicio de la implantación es del 10 al 14% y la fetal (entre la implantación y el parto) está en torno al 20-22% (Adams, 1960; Santacreu et al., 2000 y 2005). La línea seleccionada por velocidad de crecimiento (línea R) presenta tasas de ovulación (13-14,4) y tasas de fecundación similares a líneas seleccionadas por tamaño de camada (Vicente et al., 2003; Mehaisen et al., 2005) pero un tamaño de camada bajo (en torno a 7) lo que supone unas pérdidas totales durante la gestación próximas al 50%. Dado que el reducido tamaño de camada no es consecuencia de una menor tasa de ovulación o fecundación, su baja eficiencia reproductiva podría estar condicionada por problemas en el desarrollo embrionario tardío y/o los procesos de implantación, placentación y desarrollo fetal, en los que tanto el genotipo embrionario como el materno deben interactuar y responder. En estos procesos son fundamentales factores endocrinos como el estradiol, la progesterona, los factores de crecimiento como IGF-I y II, prostaglandinas y/o los interferones que favorecen el desarrollo embrionario y uterino que promueve la implantación, placentación y el mantenimiento de la gestación (Crossey et al., 2002; Spencer et al., 2004; Seshagiri et al., 2009). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las pérdidas gestacionales de la línea R seleccionada por incremento de peso durante el cebo en relación con una línea seleccionada A por tamaño de camada, además de conocer los niveles sanguíneos de tres importantes factores endocrinos relacionados con la eficiencia reproductiva (progesterona, 17 β -estradiol e IGF-I).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron hembras pertenecientes a dos líneas de selección, la línea A de origen Neozelandés blanco seleccionada desde 1980 por tamaño de camada al destete mediante un índice de selección familiar, y la línea sintética R seleccionada desde 1992 por crecimiento post-destete (28-63 días, Estany et al., 1992).

A los 12 días post-monta un total de 54 conejas multiparas gestantes, tanto lactantes (34) como no lactantes (20), fueron laparoscopizadas con el fin de cuantificar la tasa de ovulación y el número de embriones implantados.

En el momento de la laparoscopia se extrajo sangre de la arteria central de la oreja mediante un tubo Vacutainer heparinizado. Posteriormente, estos tubos se centrifugaron a 3000xg durante 10 minutos y a una temperatura de 4°C con el fin de separar el plasma, que se congeló a -80°C hasta su posterior análisis.

Los niveles séricos de progesterona, 17 β -estradiol y factor de crecimiento similar a la insulina-I (IGF-I) se midieron mediante técnica ELISA de ensayo directo, utilizando tres kits comerciales (Rabbit Progesterone Elisa Test, Endocrine Technologies, Inc. Newark, EEUU; IGF-I Elisa Kit, Diagnostic Systems Laboratories, Inc. Texas, EEUU; y Estradiol Elisa Ultra Sensitive Kit, DRG International, Inc. Marburg, Alemania). La sensibilidad de los test utilizados fue de 0,1 ng/mL para la progesterona, 1,4 pg/ml para el 17 β -estradiol y de 1,1 ng/ml para el IGF-I.

Las variables a estudiar han sido: la tasa de ovulación, las pérdidas a 12 días (expresado como el porcentaje de la tasa de ovulación menos embriones implantados a 12 días/tasa de ovulación), las pérdidas entre 12 días de gestación y parto (expresado como el porcentaje de embriones implantados menos los nacidos totales/embriones implantados), las pérdidas durante la gestación (expresado como el porcentaje de la tasa de ovulación menos los nacidos totales/tasa de ovulación), los nacidos totales (número de gazapos vivos más muertos al parto) y los niveles de progesterona, 17 β -estradiol e IGF-I en el día 12 gestación. El modelo estadístico utilizado fue un modelo lineal general que incluyó los efectos fijos de la

línea genética (A y R), el estado de lactación en el momento de la cubrición (lactante o no lactante) y su interacción, incluyendo para los análisis endocrinos el número de embriones implantados a 12 días como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pérdidas, calculadas en base a la tasa de ovulación a 12 días y en base a los nacidos totales en el momento del parto, fueron significativamente mayores para la línea R que para la línea A (Tabla 1), porcentajes estos últimos similares a los observados por otros autores que cifran las pérdidas gestacionales (embrionarias y fetales) en torno al 30% (Adams, 1960; Santacreu *et al.*, 2000; García, 2001). La línea R muestra una elevada mortalidad que afecta tanto a la fase embrionaria, lo que podría suponer problemas en el desarrollo embrionario y en el diálogo embrión-madre, como a la capacidad del feto y de la madre para sostener su desarrollo, lo que conlleva un menor tamaño de camada. El estado de lactación únicamente afectó a la tasa de ovulación, siendo las lactantes las que presentan una mayor tasa de ovulación (Tabla 1), resultado similar al de Fortun-Lamothe y Prunier (1999) y Mocé (2003), que se relacionan con un mayor número de folículos y nivel de estradiol necesarios para desencadenar la ovulación en estas hembras. En ningún caso la interacción línea-estado de lactación resultó significativa.

De los factores endocrinos estudiados, el nivel de progesterona fue similar entre las líneas, resultado acorde con los obtenidos por otros autores para este momento de la gestación (Browning *et al.*, 1980; López *et al.*, 1993; Mocé, 2003). No obstante, los niveles de 17β -estradiol difirieron entre ambas líneas, siendo la línea de crecimiento (R) la que muestra una menor concentración. Dado que el estradiol en conejo es considerado como el factor luteotrófico primario (Miller y Keyes, 1975:1978; Niswender *et al.*, 2000), esta menor concentración podría condicionar la actividad de los cuerpos lúteos y ser una de las causas de la elevada mortalidad fetal. Si bien, es cierto que el nivel de progesterona desciende desde el día 12 de gestación en el conejo (Browning *et al.*, 1980), será necesario establecer el perfil endocrino en la línea R para establecer si existe un descenso más acusado que en otras con menores mortalidades fetales. En ningún caso la covariable embriones implantados resultó significativa.

Los niveles séricos de IGF-I fueron distintos tanto entre líneas como entre estados de lactación, siendo mayores en la línea de crecimiento y en las hembras lactantes. Este factor está relacionado con el crecimiento y el metabolismo energético, y a nivel reproductivo se le relaciona con el desarrollo folicular, mantenimiento de la actividad luteal (Niswender *et al.*, 2000), desarrollo embrionario y fetal, y con el desarrollo de la glándula mamaria (Hadsell *et al.*, 2002). Las hembras multiparas lactantes en el momento de la laparoscopia, se encontraban en la tercera semana de lactación, lo que implica una elevada demanda nutricional por parte de los lactantes, el mantenimiento de la estructura uterina, además de haber iniciado el proceso de placentación y desarrollo fetal, lo que podría justificar la diferencia observada. Sin embargo, las diferencias entre las líneas podrían ser debidas a su ingesta, ya que la línea de crecimiento necesita niveles basales de IGF-I mayores para mantener su actividad metabólica y esto podría estar relacionado con patrones de secreción anormales de sus receptores o de la propia insulina (Brockmann *et al.*, 2001). En conclusión, la línea seleccionada por incremento de peso durante el cebo muestra patrones de pérdidas gestacionales y endocrinos diferenciales en relación a la línea seleccionada por tamaño de camada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, C.E. 1960. *J Reprod Fertil* 1: 36-44. • Brockmann, G. A., Haley, C. S., Wolf, E., Karle, S., Kratzsch, J., Renne, U., Schwerin, M., Hoeflich, A. 2001. *FASEB J* 15: 978-987. • Browning, J. Y., Keyes, P. L., Wolf, R. C. 1980. *Biol Reprod* 23: 1014-1019. • Crossey, P. A., Pillai, C. C., Miell, J. P. 2002. *J Clin Invest* 110 (3): 411-418. • Estany, J., Camacho, J., Baselga, M., Blasco, A. 1992. *Genet Sel Evol* 24: 527-537. • Fortun-Lamothe, L., Prunier, A. 1999. *Anim Reprod Sci* 55: 289-298. • García, M. L. 2001. *Tesis doctoral. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.* • Hadsell, D. L., Bonnette, S. G., Lee, A. V. 2002. *J Dairy Sci* 85: 365-377. • López, M., Forcada, F., Rodríguez, J. A., Martín, M., Zaragaza, L. 1993. *World Rabbit Sci* 1(4): 127-132. • Mehaisen, G. K. M., Viudes-de-Castro, M. P., Vicente, J. S., Lavara, R. 2005. *Theriogenology* 65: 1279-

1291. • Miller, J. B., Keyes, P. L. 1975. *Endocrinology* 102(1): 31-38. • Miller, J. B., Keyes, P. L. 1978. *Endocrinology* 97(1): 83-90. • Mocé, M. L. 2003. *Tesis doctoral. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.* • Niswender, G. D., Juengel, J. L., Silva, P. J., Rollyson, M. K., McIntush, E. W. 2000. *Physiol Rev* 80: 1-2. • Santacreu, M. A., Argente, M. J., Mocé, M. L., Blasco, A. 2000. *Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia, España.* Vol A: 491-495. • Santacreu, M. A., Mocé, M. L., Climent, A., Blasco, A. 2005. *J Anim Sci* 83: 2303-2307. • Seshagiri, P. B., Sen Roy, S., Sireesha, G., Rao, R. P. 2009. *J Reprod Immunol* 83(1-2): 79-84. • Spencer, T. E., Johnson, G. A., Bazer, F. W., Burghardt, R. C. 2004. *Reproduction* 28(6): 657-668. • Vicente, J. S., Viudes-de-Castro, M. P., García M. L., Baselga, M. 2003. *Reprod Nutr Dev* 43(2): 137-143.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por AGL2008-03274/GAN.

Tabla 1. Pérdidas durante la gestación y niveles de progesterona, 17 β -estradiol e IGF-I a día 12 de gestación en la líneas de conejo A y R.

Factor	Tasa de ovulación	Porcentaje de pérdidas			Nacidos Totales	Progesterona (ng/ml)	Estradiol (pg/ml)	IGF-I (ng/ml)
		a 12 días	día 12 a parto	Gestación				
Línea								
Línea A	12,8 \pm 0,74	10,7 \pm 3,94 ^b	19,4 \pm 4,96	28,0 \pm 5,11 ^b	10,1 \pm 0,75 ^a	10,0 \pm 1,63	26,5 \pm 2,73 ^a	141 \pm 23,8 ^b
(n)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(26)	(27)
Línea R	13,5 \pm 0,71	23,1 \pm 3,79 ^a	30,6 \pm 4,90	47,7 \pm 4,90 ^a	7,2 \pm 0,72 ^b	10,5 \pm 1,56	14,6 \pm 2,78 ^b	241 \pm 23,8 ^a
(n)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(24)	(25)
Estado								
Lactante	14,5 \pm 0,63 ^a	13,3 \pm 3,32	27,0 \pm 4,18	36,6 \pm 4,30	9,2 \pm 0,63	11,1 \pm 1,37	21,8 \pm 2,34	228 \pm 20,4 ^a
(n)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(34)	(32)	(32)
No lactante	11,8 \pm 0,82 ^b	20,5 \pm 4,34	22,9 \pm 5,59	39,1 \pm 5,62	8,2 \pm 0,83	9,4 \pm 1,79	19,3 \pm 3,12	156 \pm 26,8 ^b
(n)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(18)	(20)

Valores en cada columna con diferente superíndice difieren estadísticamente P<0,05.

n: número de conejas. Los valores se muestran como medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm error estándar.

EFFECT OF RABBIT GENETIC LINE ON PROGESTERONE, 17 β -ESTRADIOL, IGF-I SERUM LEVELS AND GESTATIONAL LOSSES

ABSTRACT: The most probably cause of embryonic loss is an abnormal embryonic development which hampers its implantation. However, when losses are after implantation, they are due to placental development motivated by fetus and maternal response to it. The aim of this work was to characterize gestational losses in growth line (R) respect to a selected line for litter size (A). Moreover, it focuses on the endocrine level of three important endocrine factors related to reproductive efficiency. Losses calculated in base to ovulation rate at day 12 and at birth were significant higher for line R than for line A, being 23.1% and 47.7% vs. 10.7% and 28.0% respectively. For endocrine factors, progesterone level was similar between lines and according to results of other authors at this moment of gestation. However, 17 β -estradiol differed between lines, being the line R the one which shows minor concentration. Due to estradiol is a primary lutetrophic factor in rabbits, it might affect corpora lutea and be the cause of fetal mortality. Furthermore, differences observed in IGF-I were favorable to line R. In conclusion, growth line shows gestational losses and endocrine factors different to the selected line for litter size.

Keywords: Foetal, endocrine levels, genetic line, rabbit.

COMPOSICIÓN CORPORAL Y PARÁMETROS SÉRICOS DE CONEJAS PRIMÍPARAS LACTANTES SINCRONIZADAS MEDIANTE FLUSHING ENERGÉTICO O TRATAMIENTO HORMONAL

Sakr, O.G.¹, Rebollar, P.G.¹, Millán, P.², García-García, R.M.², Arias-Álvarez, M.², Velasco, B.¹, Lorenzo, P.L.²

¹Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. España. E-mail: pilar.grebollar@upm.es. ²Departamento de Fisiología (Fisiología Animal), Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid. España.

INTRODUCCIÓN

En cunicultura, algunas hormonas como la eCG (gonadotropina coriónica equina) se administran fundamentalmente para estimular la receptividad sexual y la actividad ovárica. Sin embargo, se tiende a buscar alternativas a su empleo para cumplir las Directivas Europeas y reducir el consumo de carnes de animales tratados (Rebollar et al., 2006). Existen algunos métodos de manejo que tienen un efecto sincronizador y mejoran los parámetros reproductivos actuando sobre el balance energético de las hembras, pudiéndose observar cambios en determinados indicadores de su metabolismo energético y de su composición corporal que han sido escasamente estudiados en la coneja. Por ello, en este trabajo se ha comparado el efecto de un tratamiento de suplementación energética frente al hormonal habitual, con el objeto de determinar si existen mejoras sobre la composición corporal y otros indicadores metabólicos en conejas primíparas lactantes inseminadas en un ritmo extensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han empleado 40 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridas (Neozelandés blanco x Californiano), alojadas en la granja experimental de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid (20-25^o C, 16 horas de luz: 8 horas de oscuridad). Consumieron un pienso comercial *ad libitum* (16,9% proteína bruta, 15,7% fibra bruta, 2,5% grasa y 3900 Kcal/g de energía digestible; NANTA S.A., Madrid, España) y tuvieron acceso libre al agua de bebida. Todas se inseminaron a las 20 semanas de edad con semen fresco diluido (20 x 10⁶ espermatozoides/0,5 ml) y se les indujo la ovulación con 20 µg de gonadorelina (Inducel GnRH, Lab. Ovejero, León, España). En el primer parto tuvieron una prolificidad media de 9,7±0,5 nacidos vivos y 0,2±0,1 nacidos muertos, ajustándose a camadas de 8-10 gazapos. El día 21 post-parto (pp) se distribuyeron al azar en 3 grupos: **Grupo Control (C)**: conejas sin tratamiento (n=16); **Grupo Hormonal (H)**: conejas que recibieron 25 UI de eCG intramuscular el día 23 pp (n=12); **Grupo Flushing (F)**: se suministró 2,5% de propilenglicol en el agua de bebida desde el día 21 al 25 pp (n=12) de acuerdo a Luzi et al. (2001). Las conejas no se destetaron hasta el final del experimento.

A las 20 semanas de edad (1^a inseminación artificial, IA), tres días antes del primer parto (pre-parto), a los 21 y a los 25 días pp se determinó en cada animal: el peso y la bioimpedancia (Model Quantum II, RJL Systems, Detroit, MI, EEUU) para estimar la composición corporal (proteína, grasa y energía) según Rebollar et al. (2011). También se determinó el consumo de pienso desde el parto hasta el día 21 pp y entre el día 21 y 25 pp. Además, el día 21 y 25 pp, se tomaron muestras de sangre de la vena marginal de la oreja de cada animal en tubos sin anticoagulante, se centrifugaron a 3500 rpm durante 10 minutos a 5°C (1370 g) y el suero resultante se congeló a -30°C. Posteriormente se analizaron las concentraciones séricas de ácidos grasos no esterificados (AGNE) mediante el kit NEFA C (Wako Pure Chemical Industries, Japón) y de glucosa mediante el método GOD-PAP (Randox laboratories, Ltd., Reino Unido).

Se utilizó el procedimiento MIXED para determinar: 1) el efecto del estado fisiológico (1^a IA, pre-parto, días 21 y 25 pp) sobre el peso y la composición corporal; 2) el efecto de los tratamientos y la interacción con el estado fisiológico sobre los parámetros séricos entre los días 21 y 25 pp; 3) el efecto en el consumo de pienso desde el parto hasta el día 21 pp y entre el día 21 y el 25 pp. Las medias obtenidas se compararon mediante un test t (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las conejas estaban gestantes y por lo tanto, desde la 1ª IA hasta dos días antes del parto ganaron peso (+324 g; Tabla 1; $P < 0,0001$), ya que incorporaron el peso de los fetos a término y sus anejos. Sin embargo, el contenido corporal estimado en proteína disminuyó durante la gestación, al igual que el de grasa ($P < 0,001$). Esto es debido a que ambos se han utilizado en el segundo tercio de la gestación para el crecimiento exponencial de los fetos coincidiendo con resultados previos (Rebollar et al., 2011) y con Pascual et al. (2002), que también observó una reducción en el espesor de la grasa peri-renal durante los 3 días finales de la gestación. Después del parto, el porcentaje de proteína se recuperó a niveles superiores a los que presentaban en la 1ª IA ($P < 0,001$). Sin embargo, la grasa estimada siguió disminuyendo ($P < 0,001$) debido probablemente a que la hembra usa los depósitos grasos para paliar el gasto ocasionado de la elevada producción de leche y el mantenimiento de camadas de 8 y 10 gazapos. Por esta razón, la energía corporal estimada se mantuvo en concentraciones similares en estos tres periodos pero con tendencia a la disminución ($P = 0,17$).

Entre los días 21 y 25 pp (Figura 1A), todas las conejas experimentaron un descenso significativo de peso ($P < 0,001$), de porcentaje de grasa ($P < 0,001$) y de energía corporales ($P < 0,001$), y un ligero incremento de la cantidad de proteína ($P < 0,001$), independientemente del tratamiento recibido. El consumo medio de pienso desde el primer parto hasta el día 21 pp fue similar al descrito en otros trabajos ($335 \pm 4,3$ g/día; Rebollar et al., 2011) y característico de conejas primíparas, el cual es inferior al de conejas múltiparas, lo que les impide equilibrar su balance energético. Después, en el consumo de los días 21 a 25 pp no hubo diferencias entre tratamientos, siendo de media $420 \pm 9,8$ g/día. El incremento en el consumo en estos últimos días se debe a la suma del consumo de la madre y del que comienzan a tener los gazapos, que según estudios previos es de 51 g/día en camadas de la misma edad (Rebollar et al., 2009).

En cuanto a los parámetros séricos se observó que en todos los grupos disminuyeron las concentraciones séricas de AGNE el día 25 pp con respecto al día 21 (Figura 1B; $P < 0,01$) pero además, las concentraciones medias de las conejas controles en el día 21 ya eran más bajas que en el resto de los grupos a pesar de no haber diferencias en el peso vivo entre ellos. Este descenso proporcional en todos los tratamientos puede reflejar un agotamiento de los depósitos grasos al final de la lactación; o todo lo contrario pero menos probable, un nuevo comienzo de síntesis de grasa de reserva, desapareciendo progresivamente los ácidos grasos libres en el suero que dejan de movilizarse. En el caso del grupo Flushing, el propilenglicol puede haber sido utilizado como nutriente para reponer el déficit de energía en el que se encuentran, por lo que en este grupo la disminución fue proporcionalmente menor (43,5, 41,2 y 25% para las controles, eCG y Flushing, respectivamente). La glucemia subió en todos los grupos el día 25 pp (Figura 1B; $P < 0,001$). Este incremento puede ser atribuido, más que a los tratamientos, a la segunda manipulación de las conejas para las determinaciones de impedancia, peso y recogida de muestras, que fisiológicamente elevarían los niveles de glucosa, en respuesta a la secreción del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal.

En conclusión, el flushing energético durante 4 días con propilenglicol no ayuda a paliar el deterioro significativo de la composición corporal y de las concentraciones de metabolitos séricos de las conejas al final de su primera lactación, siendo necesarios otras estrategias que puedan suplir el efecto estimulador y sincronizador de la eCG y además, mejoren las reservas corporales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luzi F., Barbieri S., Lazzaroni C., Cavani C., Zecchini M., Crimella C. 2001. *World Rabb Sc*, 9: 15-18.
- Pascual J.J., Motta W., Cervera C., Quevedo F., Blas E., Fernández-Carmona J. 2002. *Anim Sci* 75: 267-279.
- Rebollar P.G., Milanés A., Pereda N., Millán P., Cano P., Esquifino A.I., Villarroel M., Silván G., Lorenzo P.L., 2006. *Anim Reprod Sci* 93: 218-230.
- Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Álvarez M., García-Rebollar P., 2009. *Livest Sci*, 121: 227-233.
- Rebollar P.G., Pereda N., Schwarz B., Millán P., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2011. *Anim Feed Sci Tech* 163: 67-76.
- SAS 2001. *User's Guide, Release 8.2*. SAS Inst. Inc., Cary NC, EEUU.

Agradecimientos: Financiación del proyecto MEC (AGL 2008-02283), Grupos UCM (GR58/08-920249) y Comunidad de Madrid

Tabla 1. Peso y estimación de la composición corporal desde la 1ª inseminación artificial, (IA), 3 días antes del parto (pre-parto) y el día 21 pp (post-parto). ***: $P < 0,001$; †: $P = 0,17$.

	1ª IA	Pre-Parto	21 días pp	Valor-P
Nº conejas	40	40	40	
Peso (g)	4048 ±70,2b	4372 ±67,5a	3996±63,3b	***
<i>Composición corporal estimada</i>				
Grasa (%)	20,8±0,48a	19,4±0,45b	17,9±0,42c	***
Proteína (%)	18,1±0,05b	17,8±0,05c	18,3±0,05a	***
Energía (KJ/100 g)	1202±22,5	1166±21,1	1154±19,1	†

Letra distinta en la misma fila indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

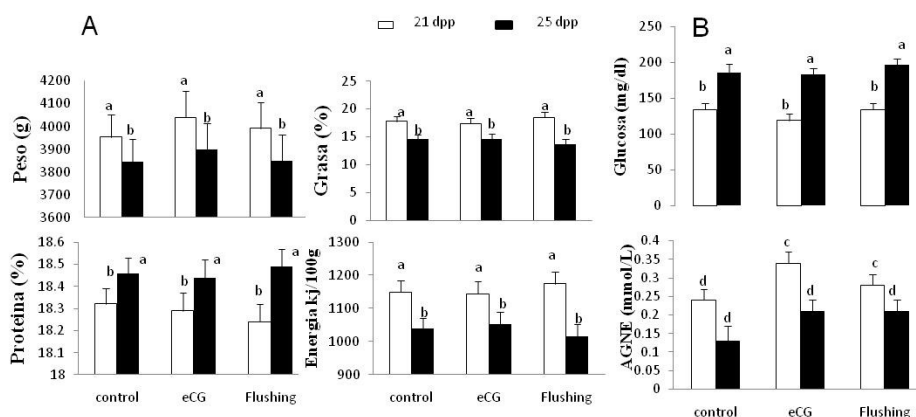


Figura 1. Peso, composición corporal (A) y concentraciones séricas (B) de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y glucosa en conejas primíparas lactantes tratadas con eCG o suplementadas con 2,5% de propilenglicol (Flushing). (a,b: $P < 0,001$. c,d: $P < 0,01$).

BODY COMPOSITION AND SERUM PARAMETERS IN PRIMIPAROUS LACTATING RABBIT DOES UNDER ENERGETIC FLUSHING OR HORMONAL TREATMENT

Body weight and composition, feed intake, serum NEFA and glucose concentrations were determined in 40 primiparous lactating rabbit does under extensive rhythm and treated with different oestrus synchronization methods: 25 IU of eCG on day 23 post-partum (pp), supplementation with 2,5% of propylene glycol in the water from day 21 pp to day 25 pp and not treated. The results showed a dramatic decrease of energetic reserves in this period in all groups. The energetic flushing with propylene glycol during 4 days did not improve body composition and serum metabolite concentrations (non esterified fatty acids and glucose) of the rabbits at the end of their first lactation, being necessary alternative strategies to mimic the stimulatory and synchronizer effect of eCG.

Key words: rabbit, oestrus synchronization, eCG, propylene glycol.

RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CORPORAL, LA FERTILIDAD Y LA PROLIFICIDAD EN CONEJAS NULÍPARAS

Taghouti, M.¹, García, J.¹, Machiavelli, R.², Demmey, J.³ y Nicodemus, N.¹

¹ Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I.A. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. España.

² Universidad de Puerto Rico. Mayagüez. Puerto Rico. ³ Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. E-mail: nuria.nicodemus@upm.es

INTRODUCCIÓN

En los sistemas actuales de manejo de conejas reproductoras, la primera inseminación artificial (IA) se realiza a una edad fija sin tener en cuenta la composición corporal ni el peso. Por lo cual, en el momento de la IA se observan generalmente diferencias de peso entre las conejas de un mismo sistema de cría (Rommers et al., 2002) y de la composición corporal (Rebollar et al., 2011). Este trabajo pretende evaluar el efecto de la composición química corporal y el peso en conejas nulíparas sobre su fertilidad y su prolificidad en el primer parto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron los datos de 134 conejas nulíparas de dos genéticas distintas (UPV e Hyplus) procedentes de 2 experimentos. La composición corporal de las conejas (humedad, proteína, grasa, cenizas y energía) se estimó mediante las ecuaciones de regresión desarrolladas por Nicodemus et al. (2009) y Pereda (2010), a partir de los datos de impedancia bioeléctrica (BIA), el peso de la coneja, así como su estado fisiológico. Las medidas BIA se tomaron en el momento de la IA (16-17 semanas de edad) y en el parto. En el momento del parto se controló el número de gazapos vivos y muertos.

La composición corporal de las conejas se analizó mediante un análisis de varianza incluyendo como efecto fijo el estado fisiológico (gestantes vs. no gestantes). Se utilizó una regresión logística mediante el procedimiento GENMOD del SAS (versión 9.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC, EEUU), utilizando una distribución binomial (McCullagh y Nelder, 1989; Agresti, 1990), para determinar la relación de la composición corporal (en el momento de la IA, en el primer parto y la diferencia entre ambas) con la fertilidad y la prolificidad en el primer parto. El experimento (línea genética) se incluyó como efecto principal en ambos modelos. La composición corporal (proteína, grasa y energía) fue introducida como covariable. Se fijaron 3 niveles para cada covariable y a partir de los estimadores obtenidos (β_1) y aplicando la función logit, se calcularon los promedios esperados de la fertilidad y la prolificidad para cada nivel (promedio = $e^{\beta_1}/(1+e^{\beta_1})$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad observada en el primer parto fue de un 93,2%, no encontrándose diferencias entre experimentos ($P>0,05$). El peso y la composición corporal en el momento de la primera IA no tuvieron efecto sobre la fertilidad en el primer parto. Theilgaard et al. (2006) tampoco encontraron efecto de la condición corporal en la primera IA, estimada mediante la medida del espesor de la grasa perirrenal, sobre el riesgo de eliminación de las conejas a lo largo de su vida productiva. El efecto observado de la diferencia de la composición corporal entre la IA y el parto puede ser justificado por el estado fisiológico de las conejas, como ya ha sido observado en otros trabajos (Fortun-Lamothe, 2006; Rebollar et al., 2011). Aquéllas que no quedan gestantes disponen de todos los nutrientes para crecer y depositan más reservas (Tabla 1).

El porcentaje de nacidos vivos sobre los nacidos totales en el primer parto fue del 93,4% ($8,00\pm 2,97$ nacidos vivos/parto). La proporción de proteína y energía en el momento de la IA influyeron sobre el porcentaje de nacidos vivos ($P\leq 0,040$, Tabla 2). El incremento del contenido proteico de las conejas en el momento de la IA se acompañó de una mejora en el porcentaje de nacidos vivos. El efecto del incremento de la proporción de proteína corporal se estudió fijando tres niveles basándose en el rango de datos utilizados en este análisis, puesto que el porcentaje de mejora no es lineal al incremento del contenido de proteína. Al aumentar el contenido de un 16 a un 17% el porcentaje de nacidos vivos sobre el total

aumenta de un 88,7 a un 92,5%, mientras que al aumentar de un 17 a un 18% este porcentaje se incrementa de un 92,5 hasta un 95,2% (Tabla 2). Esta observación está de acuerdo con los resultados que señalan que la proporción de proteína corporal influye en la actividad ovárica y en la calidad del oocito, en trabajos realizados en cerdas reproductoras (Clowes et al., 2003a y b). Otra posibilidad es que la proporción de proteína corporal estuviera relacionada con la supervivencia fetal, ya que el aumento del tamaño de la camada ha sido relacionado con una mayor supervivencia fetal, independientemente de la tasa de ovulación (García y Baselga, 2002). El incremento del contenido energético de las conejas en el momento de la IA también mejoró el porcentaje de nacidos vivos. El efecto del incremento del contenido energético se estudió fijando tres niveles basándose en el rango de datos utilizados en este análisis. Conejas con un contenido energético superiores al promedio observado (1100 y 1300 vs. 1057 ± 233 kJ/100g) incrementaron la proporción de nacidos vivos sobre el de nacidos totales desde un 93,4 hasta un 93,8% y 95,0%, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 1. Composición corporal de las conejas nulíparas gestantes y no gestantes

Parámetro		N ¹	Gestantes	No gestantes	rsd	Valor-P
Peso, kg	IA	134	3,81	3,70	0,43	0,44
	Parto	134	4,31	4,26	0,37	0,74
	Δ^2	134	0,49	0,56	0,29	0,47
Proteína, %	IA	134	17,5	17,7	0,48	0,29
	Parto	133	17,3	18,8	0,60	< 0,001
	Δ^2	133	-0,27	1,08	0,76	< 0,001
Grasa, %	IA	133	15,6	15,7	2,91	0,95
	Parto	132	15,7	19,4	3,00	< 0,001
	Δ^2	131	0,15	3,78	2,48	< 0,001
Humedad %	IA	134	60,8	60,3	4,41	0,71
	Parto	133	61,2	55,7	4,07	< 0,001
	Δ^2	133	0,35	-4,62	4,98	0,003
Cenizas, %	IA	134	3,01	3,05	0,15	0,34
	Parto	133	2,97	3,08	0,11	0,003
	Δ^2	133	-0,041	0,021	0,14	0,18
Energía, kJ/100g	IA	133	1068	1161	214	0,19
	Parto	132	1062	1336	250	0,001
	Δ^2	131	-0,77	177	136	< 0,001

¹ número de observaciones utilizadas, ² diferencia parto-IA, rsd=desviación estándar residual.

Por otra parte, las conejas del segundo experimento (genética Hyplus) mostraron un mayor porcentaje de gazapos nacidos vivos sobre el total que las conejas UPV (98,1 vs. 88,7%; $P < 0,001$), sin observarse diferencia alguna en los nacidos totales (8,80 y 8,73, respectivamente). Estas diferencias no son achacables totalmente a la línea genética, dado que cada línea estuvo alojada en una granja distinta y algunos factores ambientales no controlados podrían también haber influido.

Tabla 2. Influencia del contenido proteico y energético de las conejas en la IA, sobre la proporción de nacidos vivos respecto a los nacidos totales.

Covariable	Nivel	Promedio, %	P
Proteína corporal, %	16	88,7	0,040
	17	92,5	
	18	95,2	
Energía corporal, kJ/100g	900	92,4	0,010
	1100	93,8	
	1300	95,0	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agresti, A. 1990. *Categorical data analysis*. John Wiley and sons Inc., New York. • Clowes, E. J, Aherne, F. X., Foxcroft, G. R., Baracos, V. 2003a. *J. Anim. Sci.* 81: 753-764. • Clowes, E. J, Aherne, F. X., Schaefer, A. L., Foxcroft, G. R., Baracos, V. E. 2003b. *J. Anim. Sci.* 81: 1517-1528. • Fortun-Lamothe, L. 2006. *Anim. Reprod. Sci.* 93: 1-15. • García, M.L., Baselga, M. 2002. *World Rabbit Sci.* 10: 71-76. • McCullagh, P., Nelder, J.A. 1989. *Generalized linear models. Second edition*. Chapman and Hall, New York. • Nicodemus, N., Pereda, N., Romero, C., Rebollar, P.G., 2009. In Proc.: *13èmes Journées de la Recherche Cunicole*, pp. 109–112. • Pereda, N. 2010. *Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid*. • Rebollar, P.G., Pereda, N., Schwarz, B., Millán, P., Lorenzo, P.L., Nicodemus, N. 2011. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163: 67-76. • Rommers, J.M., Meijerhof, R., Noordhuizen, J. P. T. M., & Kemp, B. J. 2002. *Anim. Sci.* 80: 2036-2042 • Theilgaard, P., Sánchez, J.P., Pascual, J.J., Friggens, N.C., Baselga, M., 2006. *Livest. Sci.* 103: 65-73.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias a una beca del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

RELATIONSHIP BETWEEN CHEMICAL BODY COMPOSITION, FERTILITY AND PROLIFICACY IN NULLIPAROUS RABBIT DOES

Abstract: This study evaluated the effect of body composition at first artificial insemination (AI) on fertility and prolificacy in nulliparous rabbit does. Data of 134 does from 2 experiments and 2 different genetics (UPV and Hyplus) were analysed. Fertility was 93.2 % and the percentage of kits born alive over total born was 93.4% (8.00±2.97 kits born alive/parity). Neither body weight nor its chemical composition at first AI had effect on fertility. However, the increase of the body proportion of protein and energy at IA influenced positively the number of kits born alive (P<0.05). The increase of body protein from 16 to 17% at first AI increased proportion of kits born alive from 88.7 to 92.5%, and when body protein increased until 18% it reached 95.2%. Rabbit does with a body energy content higher than the mean (1100 y 1300 vs. 1057 ± 233 kJ/100g) increased the proportion of kits born alive from 93.4 to 93.8 and 95.0%, respectively.

Keywords: body chemical composition, bioelectrical impedance, fertility, prolificacy

EFFECTO DE UN ADITIVO SEMINAL SOBRE LA FERTILIDAD DE CERDAS ADULTAS A LO LARGO DEL AÑO CON DOSIS SEMINALES CONSERVADAS EN REFRIGERACIÓN DURANTE 24 HORAS

Román, M.T.¹, Domínguez, J.C.², Abad, M.², Peláez, J.², Alegre, B.² y González, R.²

¹Área de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia. España. E-mail: teroman@agro.uva.es

²Reproducción y Obstetricia. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. 24071 León

INTRODUCCIÓN

La adición de ciertas sustancias en semen como oxitocina, prostaglandina $F_{2\alpha}$ o cafeína puede producir incrementos en la fertilidad de cerdas adultas inseminadas artificialmente.

Muchos autores han utilizado aditivos seminales para mejorar la fertilidad, como la oxitocina empleada por Sánchez et al. (1992), la prostaglandina $F_{2\alpha}$ empleada por Cheng et al. (2001) o los estrógenos empleados por Weitzte et al. (1990). O las mezclas de oxitocina más prostaglandina $F_{2\alpha}$ utilizadas por Dzuik (1987) u oxitocina más prostaglandina $F_{2\alpha}$ más estrógenos utilizados por Willenburg et al. (2003).

Lechon-Plus[®] (PORCICON, S.L., León, España) es un aditivo seminal existente en el mercado que combina agentes oxitócicos, estrogénicos y estimulantes de la motilidad espermática, con el objetivo de incrementar los resultados de fertilidad de las inseminaciones artificiales realizadas en granjas porcinas.

El objetivo de este trabajo fue comprobar el efecto de dicho aditivo seminal en la fertilidad de las cerdas, cuando es añadido en el momento previo a la inseminación, a dosis seminales conservadas en refrigeración durante veinticuatro horas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en siete explotaciones porcinas ubicadas en Castilla y León. La duración del ensayo fue de 365 días y se inseminaron 2715 cerdas que son híbridos originados del cruce de las razas Large-White (LW) x Landrace (LD). Después del destete entre 21 y 28 días post-parto, las cerdas presentaron celo entre el cuarto y octavo día post-destete. En estas explotaciones se practica sistemáticamente la inseminación artificial con la fracción seminal rica en espermatozoides diluida (1:10, 1:15) en un diluyente comercial MR-A[®] (KUBUS, S.A., Madrid, España) de forma que se asegure en cada dosis de 100 ml un mínimo de 3×10^9 espermatozoides progresivamente móviles. Tras diagnosticar el celo mediante el reflejo de inmovilización, provocado por un operario de la explotación mediante presión en la zona dorsal de la hembra con presencia del verraco, las cerdas son inseminadas dos o tres veces con un intervalo de 24 horas entre ellas y en jaulas individuales. El diagnóstico de gestación se basa en la ausencia de celo a los 21 días. En la nave de gestación permanecieron hasta 5 días antes del parto.

En el estudio se consideraron dos grupos experimentales: cerdas inseminadas sin añadir el aditivo al semen (grupo control) y cerdas en que previamente a la inseminación artificial se añadía 1 ml del aditivo (Lechon-Plus[®]) al semen (grupo con aditivo seminal). La composición del aditivo por ml se basa en tres tipos de constituyentes: 5 UI de oxitocina, 10 μ g 17 β -estradiol y 2 mM de cafeína. El procedimiento seguido fue el siguiente: se añadió 1ml de Lechon-Plus[®] a cada dosis seminal en el momento previo a la inseminación de la cerda en celo. No era necesario calentar el aditivo al incorporarlo al semen y una vez añadido a la dosis seminal se realizó un ligero volteo para realizar un correcto homogeneizado. Inmediatamente después se procedió a la inseminación de la cerda.

Todos los análisis se efectuaron empleando el software STATISTICA[®] (StatSoft Inc., Tulsa, USA) y las características de las pruebas se ajustaron a las condiciones establecidas en Carrasco (1995) y el manual del usuario del software. La fertilidad se analizó utilizando la prueba del χ^2 , aplicándose la corrección de Yates, o la que resulta de utilizar la prueba exacta de Fisher, si existían los supuestos que las exigen (Carrasco, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas 1 y 2, se presentan los efectos del aditivo sobre la fertilidad para dosis seminales almacenadas durante veinticuatro horas para los meses de febrero y diciembre.

En el grupo de cerdas inseminadas con dosis seminales conservadas en refrigeración durante veinticuatro horas y a las que añadimos el aditivo seminal en el momento inmediatamente anterior a la inseminación, se observa un incremento de la fertilidad de 8 puntos en el mes de febrero y de 11 puntos en el mes de diciembre con respecto a las cerdas del grupo control. Por lo tanto hay una mejora de la fertilidad, siendo las diferencias observadas estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Igualmente, Köning (1979), encontró que cuando se añade a las dosis seminales de 4 a 5 UI de oxitocina, inmediatamente antes de su utilización, se incrementa la fertilidad en la cerda entre 5 a 7 puntos, aunque no señala el tiempo de conservación de dichas dosis.

En las Tablas 3 y 4, se presentan los efectos del aditivo sobre la fertilidad para dosis seminales almacenadas durante veinticuatro horas para los meses de abril, mayo y septiembre; y para el resto de los meses.

En el grupo de cerdas inseminadas con dosis seminales conservadas en refrigeración durante veinticuatro horas y a las que añadimos el aditivo seminal en el momento inmediatamente anterior a la inseminación, no se observa una recuperación de la fertilidad para los meses de abril, mayo y septiembre, pues el porcentaje de fertilidad en las cerdas del grupo control fue del 91,84% en estos meses, lo que estaba casi 11 puntos por encima de la fertilidad media de las cerdas del grupo control en las explotaciones donde se llevó a cabo el experimento (81%). Con porcentajes de fertilidad tan altos en las cerdas del grupo control, el aditivo seminal empleado no mejora la fertilidad. En el resto de los meses, la fertilidad se incrementó en 4 puntos, no siendo las diferencias observadas estadísticamente significativas.

Estos datos están en línea con los de otros autores que demostraron que la adición de prostaglandinas, oxitocina y estrógenos a las dosis seminales mejoran sensiblemente la fertilidad, cuando la fertilidad de la explotación no alcanza un nivel alto que Flowers y Esbenshade (1993) y Domínguez et al. (1989) consideran del 77,8%.

Igualmente ocurre al emplear como aditivo la oxitocina pues Martín Rillo et al. (1989), obtiene resultados en la misma línea que los obtenidos por nosotros en el sentido de que para él, el incremento de la fertilidad depende de las propias condiciones de las explotaciones, y así, en granjas cuyos resultados de fertilidad se situaban por encima del 80%, el incremento obtenido con la adición de oxitocina al semen no era significativo, mientras que en explotaciones cuya fertilidad era inferior al 80% se obtenían incrementos altamente significativos.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que hubo una recuperación de la fertilidad a lo largo del año, excepto en los meses de abril, mayo y septiembre, con porcentajes de fertilidad estadísticamente significativos en las cerdas inseminadas con el aditivo en las cubriciones de febrero y diciembre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, J. L. 1995. *Madrid. 6ª Edición. Ciencia 3*, pp. 590.
- Cheng, H., Althouse, G. C., Hsu, W. H. 2001. *Theriogenology* 55: 1901-1906.
- Domínguez, J. C., Anel, L., Carbajo, M., Peña, F. 1989. *Anales Fac. Vet. León. Vol XXXV* pp: 113-116.
- Dzuik, P. J. 1987. *Australasian pig science association (ed.)*, Werribee, Victoria, pp. 28-39.
- Flowers W.L. and Esbenshade K.L. 1993. *J. Reprod. Fertil.* 48: 217-228.
- Köning, I. 1979. *Ed. Acribia. Zaragoza*.
- Martín Rillo, S., Sánchez, R., Sebastian, J.L., Sáiz Cidoncha, F., Lamana, J. and Pursel, V. 1989. *Anaporc 77*: 73-74.
- Sánchez, R., García, P., Tortades, J. M., Pérez, C., Sáiz Cidoncha, F., Martín Rillo, S. 1992. *12th Congress IPVS. The Hague (Netherland)*, pp.440.
- Weitze, K. F., Lotz, J. H., Everwand, A., Willmen, T., Waberski, D. 1990. *Reprod. Dom. Anim.* 25: 197-204.
- Willenburg, K. L., Miller, G.M., Rodriguez-Zas, S. L., Knox, R. V. 2003. *J. Anim. Sci.* 81: 9-15.

Tabla 1. Efecto del aditivo sobre la fertilidad observada en el mes de febrero

Tratamiento	n	Fertilidad (%)
Con aditivo seminal	157	87,9 ^a
Grupo control	259	80,3 ^b

a-b, valores con distinto superíndice son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

Tabla 2. Efecto del aditivo sobre la fertilidad observada en el mes de diciembre

Tratamiento	n	Fertilidad (%)
Con aditivo seminal	117	88,9 ^a
Grupo control	274	77,74 ^b

a-b, valores con distinto superíndice son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

Tabla 3. Efecto del aditivo sobre la fertilidad observada en los meses de abril, mayo y septiembre

Tratamiento	n	Fertilidad (%)
Con aditivo seminal	158	87,34
Grupo control	184	91,84

Tabla 4. Efecto del aditivo sobre la fertilidad observada en el resto de los meses

Tratamiento	n	Fertilidad (%)
Con aditivo seminal	507	88,60
Grupo control	677	85,10

EFFECT OF A SEMINAL ADDITIVE ADDED TO SEMEN DOSES KEPT UNDER REFRIGERATION DURING 24 HOURS ON FERTILITY OF ADULT SOWS THROUGHOUT THE YEAR

ABSTRACT: The objective of the research reported here was to study the effects of the seminal additive Lechon-Plus® (10 µg 17 β-estradiol, 5 IU oxytocin and 2mM caffeine/ml) on fertility when it was added just before insemination to doses of semen that had been stored under refrigeration during 24 hours. The work was carried out in seven commercial pig farms. A total of 2715 sows were inseminated and two randomly-formed experimental groups were established: control sows, inseminated without the additive being mixed into the semen (group 1) and sows inseminated with semen supplemented with 1ml of additive mixed just prior to insemination (group 2). The results were as follows (group 1 vs group 2) for semen stored during 24 hours throughout the year: February fertility, 80.3% vs 87.9% ($P < 0.05$); December fertility, 77.74% vs 88.9% ($P < 0.05$); fertility in April, May and September, 91.84% vs 87.34% ($P > 0.05$) and for the remaining months, 85.10% vs 88.60% ($P > 0.05$). It can be concluded that fertility rates were statistically significant in sows inseminated with the additive in February and December mating (7.6% and 11.16% of increase, respectively).

Keywords: seminal additive, fertility, sows.

FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD TRAS INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA RAZA CAPRINA PAYOYA

Arrébola, F.¹, González, O.², Torres, R.², Forcada, F.² y Abecia, J.A.³

¹ IFAPA Hinojosa del Duque, Carretera el Viso, km 2, 14270 Córdoba. España

² Asociación Nacional Criadores Cabra Payoya, C/ Arco 23, Algodonales (Cádiz). España.

³ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.

E-mail: franciscoa.arrebola@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

La Asociación de Criadores de la Raza Caprina Payoya se creó en marzo de 1996, con los objetivos de conservar, mejorar y fomentar esta raza tan adaptada a la climatología de la zona de las Sierras de Cádiz y Málaga, fundamentalmente ligadas a zonas de orografía montañosa y de gran valor natural, y que está catalogada como raza en peligro de extinción. En la actualidad hay censadas unas 15000 cabras de esta raza en Andalucía. En 2004 se suscribió un convenio entre el IFAPA y la Asociación Nacional de Criadores de Cabra Payoya (ACAPA), para poner en funcionamiento un programa de Inseminación artificial en sus rebaños, siendo el Centro de Recogida de Esperma Caprino de Hinojosa del Duque, el Centro de referencia para esta raza. Con el uso de esta herramienta perseguimos conectar los rebaños del núcleo selectivo, e iniciar el testaje de machos en prueba en distintas explotaciones, inseminándose hembras de distintos rebaños, y valorándose sus hijas (control de producción y tipo morfológico). Tras varios años continuados de trabajo se han acumulado datos suficientes para poder analizar los factores que afectan a los resultados de fertilidad tras inseminación artificial (IA) en esta raza. Datos preliminares de los dos primeros años de campaña de inseminaciones (2005 y 2006) han sido presentados con anterioridad (Arrébola et al., 2007).

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y ganaderías: Se han analizado los resultados reproductivos de un total de 1384 IA a lo largo de cuatro años (2005-2008) en 820 cabras de raza Payoya pertenecientes a 10 ganaderías localizadas en la provincia de Cádiz. Las cabras fueron inseminadas con un rango parto-IA de 132 a 505 días. La producción de leche en el momento de la IA variaba entre 0,19 y 7,4 litros. Los grupos preparados para IA eran de entre 16 y 99 cabras, y las explotaciones estaban en un rango de 15 a 69 km del lugar de elaboración de las dosis seminales (Algodonales, Cádiz).

Procedimiento de IA: Las cabras fueron sincronizadas en celo con esponjas de acetato de fluorogestona (FGA) (Chronogest, ISPAH, Salamanca, España. con dos dosis diferentes de progestágenos, durante 11 (45 mg FGA) o 12 (20 mg FGA) días. A la retirada de la esponja se administraron 375, 400 o 428 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG), siendo inseminadas 55±1 horas después. El semen se extrajo de 10 machos de fertilidad probada, con vagina artificial, pertenecientes a ACAPA, en Hinojosa del Duque (Córdoba). Las dosis se entregaban en Algodonales (Cádiz). La preparación de dosis seminales se realiza siguiendo los protocolos clásicos (Leboeuf et al., 1998; Chemineau y Cognie, 1991). Un total de cuatro inseminadores participaron en el proyecto.

Recogida de datos y análisis estadístico: En el momento del parto se recogieron los datos y se recodificaron de este modo: año (2005-2008), ganadería (1-10), mes de IA (marzo, abril, mayo, julio y septiembre), edad de la cabra a la IA (<3, 4-6 y >6 años), dosis de progestágeno (20 o 45 mg), dosis de eCG (375, 400 o 428 IU), macho (1-10), tipo de semen (refrigerado o congelado), inseminador (1-4), número de cabras para IA (tamaño de grupo; <50 o >50), incidencias a la IA (problemas, sin problemas, inseminación trans-cervical), distancia desde Algodonales a la explotación (<15, 16-48 o 49-69 km), número de partos anteriores (1-5), intervalo parto-IA (<130, 131-212 o >212 días), y producción de leche el día de la IA (2 o >2 litros). La variable estudiada fue la fertilidad (parto sí o parto no). Ya que este parámetro sigue una distribución binomial, se realizó un ANOVA de datos categóricos por el método de máxima verosimilitud, con el siguiente modelo:

$$F_{ijklmnopqrstuvw} = \mu + T_i + Y_j + M_k + S_l + A_m + P_n + E_o + B_p + TS_q + T_r + GS_s + I_t + D_u + N_v + KAI_w + M_x + \epsilon_{ijklmnopqrstuvw}$$

donde: $F_{ijklmnopqr}$ es parto o no parto, μ es la fertilidad global, T_i es la ganadería, Y_j es el año, M_k es el mes, A_m es la edad, P_n es la dosis de progestágeno, E_o es la dosis de eCG, B_p es el macho, TS_q es el tipo de semen, T_r es el inseminador, GS_s es el tamaño de grupo, I_t es la presencia o no de incidencias, D_u es la distancia, N_v es el número de parto, KAl_w intervalo parto-IA, M_x es la producción de leche y $e_{ijklmnopqr}$ es el error residual. Para aquellos factores que mostraron un efecto significativo se realizó la prueba de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilidad global media fue del 59%. La Tabla 1 muestra la significación estadística de cada factor estudiado en el modelo. Seis de los quince factores (ganadería, edad, tamaño grupo, incidencias, número de parto y producción de leche) presentaron un efecto significativo (al menos $P < 0,05$). Dos factores (mes e intervalo parto-IA) mostraron tendencia a la significación ($P < 0,1$). El resto (año, dosis de progestágeno, dosis de eCG, macho, tipo de semen, inseminador y distancia) no afectaron de manera significativa a la fertilidad. En relación a los factores significativos (Figura 1), las ganaderías presentaron un rango de fertilidad de entre 50,5 y 73,3% ($P < 0,001$). Además, las IA de julio dieron lugar a las máximas fertilidades (81%), frente al 37,5% de septiembre ($P < 0,01$). Las cabras de más de 6 años mostraron el mayor porcentaje (63%) en relación a las de menos de 3 años (58%, $P < 0,05$). En cuanto al tamaño de grupo, a menor número de cabras preparadas, mejor fertilidad (62,6 vs. 55,7%, para >50 y <50 cabras, respectivamente, $P < 0,01$). En el caso de encontrar observaciones clínicas al inseminar (metritis, sangre en las esponjas, etc.), la fertilidad fue inferior (41,7%), en comparación con la ausencia de incidencias (58,5%). Sin embargo, cuando se logró IA trans-cervical la fertilidad aumentó hasta un 70,3% ($P < 0,01$). El número de partos previos de la cabra también afectó claramente a la fertilidad, teniendo las cabras de primer parto la menor fertilidad (50%), frente al 81,3% de las cabras con 5 o más partos ($P < 0,001$). Así mismo, la producción de leche afectó negativamente la fertilidad (64,6 vs. 58% para producciones de <2 y >2 l, respectivamente, $P < 0,05$). Finalmente, la fertilidad aumentaba a medida que el intervalo parto-IA era mayor (66% vs. 55% para intervalos de <130 ó >212 , respectivamente, $P < 0,01$). La ausencia de diferencias entre el tipo de semen aplicado (refrigerado vs. congelado) y de los tratamientos hormonales utilizados podrían simplificar las tareas para inseminar esta raza.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arrebola Molina, F.A., González Casquet, O., Torres Martell, R., González Fernández, B.J., García Rubio, A., Martín Coletto, R.A. 2007. *XII Jornadas sobre Producción Animal. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). ITEA; Vol. Extra 28: 96-98.*
 Chemineau, P., Cognie, Y., 1991. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. FAO, Roma.
 Leboeuf, B., Manfredi, E., Boue, P., Piacere, A., 1998. *INRA Productions Animales* 11: 171-181.

Tabla 2. Factores de variación de la fertilidad tras la IA en cabras de raza Payoya ($n=1384$)

Factor	Significación	Factor	Significación
Año	NS	Inseminador	NS
Ganadería	*	Tamaño grupo	**
Mes	$P < 0,1$	Incidencias	**
Edad	*	Distancia	NS
Progestágeno	NS	Número parto	***
Dosis eCG	NS	Intervalo parto-IA	$P < 0,1$
Macho	NS	Producción leche	*
Tipo de semen	NS		

NS: no significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

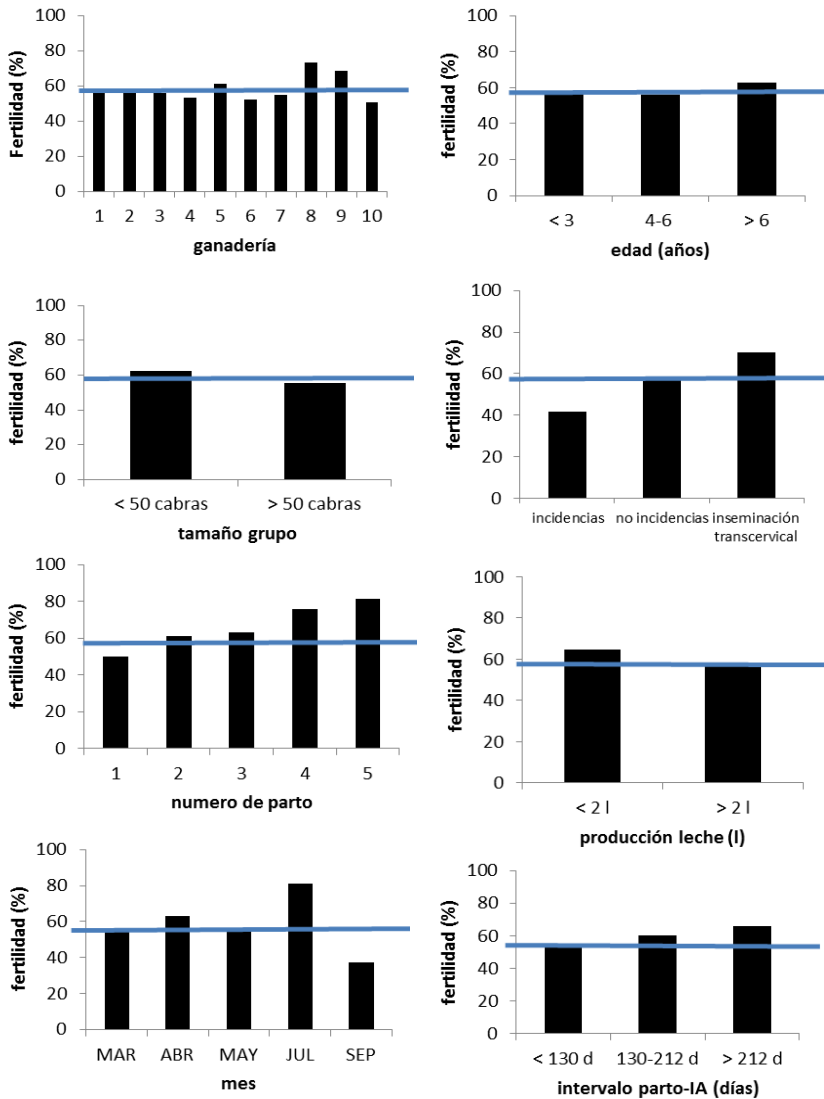


Figura 1. Fertilidades medias para cada uno de los factores estudiados que afectan a la fertilidad tras IA en cabras de raza Payoya, que mostraron significación estadística o tendencia a la significación (la línea horizontal representa la fertilidad media)

FACTORS AFFECTING FERTILITY AFTER ARTIFICIAL INSEMINATION IN THE PAYOYA GOAT BREED

ABSTRACT: Factors affecting fertility after artificial insemination of Payoya goats have been analyzed from the results of 1384 inseminations from 2005 to 2008. Mean fertility rate was 59%. Six out of the fifteen factors showed a significant effect on fertility (farm, age, size group, incidences at insemination, number of previous kidding and milk production). Higher fertility percentages were obtained in July, in the older goats, when the size of the group to be inseminated was small, in transcervical inseminations, in goats with more than 5 previous kiddings and with lowest daily milk production.

Keywords: Payoya, fertility, artificial insemination.

EFFECTO DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA SOBRE LOS RESULTADOS DE FERTILIDAD EN EL PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL DE LA UNIÓN DE PRODUCTORES DE RASA ARAGONESA (UPRA)

Palacín, I.¹, Santolaria, P.¹, Fantova, E.², Blasco, M.E.², Quintín-Casorrán, F.J.³, Sevilla-Mur, E.³, Yániz, J.L.¹

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Escuela Politécnica Superior Huesca, Universidad de Zaragoza. España. E-mail: ipalacin@unizar.es

²UPRA-Carnes Oviaragón, S.C.L. Zaragoza. España. ³ATPSYRA (Gobierno de Aragón). Movera. Zaragoza. España.

INTRODUCCIÓN

El Esquema de Selección desarrollado desde 1994 por el grupo UPRA-Carnes Aragón cuenta con un número importante de machos mejorantes para el carácter de prolificidad. Mediante la selección de los machos más fértiles se puede incrementar la fertilidad y con ello aumentar la presión de selección y la divulgación genética. Sin embargo, numerosos factores pueden influir en los resultados de inseminación artificial (I.A.) dentro de cualquier esquema de selección.

La localización geográfica de las explotaciones puede condicionar dichos resultados. Las condiciones agroclimáticas de la zona (temperaturas extremas, precipitaciones, aprovechamiento de recursos pastables) pueden ser un factor determinante, pero también la distancia de la explotación al centro de recogida de las dosis seminales, puesto que, incluso en las condiciones más óptimas de transporte, la calidad seminal puede verse afectada durante el mismo, minimizando los resultados reproductivos de la inseminación.

Englobado en un estudio epidemiológico más amplio con el objetivo de definir y valorar los principales factores implicados en la I.A. para caracterizar a los machos más y menos fértiles, el objetivo de este trabajo fue describir la variabilidad de los resultados de fertilidad de I.A. en función de la localización geográfica de las explotaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado sobre un total de 18528 inseminaciones de un total de 71 machos selectos Rasa Aragonesa dentro del esquema de Selección de UPRA, localizados en el centro de inseminación ATPSYRA perteneciente al Gobierno de Aragón (Movera, Zaragoza). Las inseminaciones se realizaron en un total de 136 explotaciones aragonesas agrupadas en comarcas en función de su localización geográfica, dentro de cada provincia (Huesca, Zaragoza y Teruel).

La fertilidad se estimó como la proporción de animales paridos tras una inseminación artificial respecto al número total de animales inseminados. Se consideró como parto tras inseminación el acontecido entre 152 y 173 días tras el inicio del tratamiento hormonal, siguiendo el protocolo de inseminación habitual del equipo técnico de veterinarios (Blasco et al., 2007).

En el estudio se consideró la localización de las explotaciones y su distancia teórica, expresada en tiempo, al centro de inseminación. Los resultados obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS (SPSS 15.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad media obtenida fue de un 54,3%, observándose diferencias significativas entre las tres provincias a estudio (Huesca: 58,6%; Zaragoza: 55,6%; Teruel: 44,3%; $p < 0,001$) Estos resultados superan a la media descrita en años anteriores dentro del mismo programa de mejora (51,7%; Galeote et al., 2004) y a resultados descritos en otras razas autóctonas de aptitud lechera como la Churra en I.A. cervical (Anel et al., 2005) o la Manchega (Agrama, 2010) y son similares o menores de razas francesas (David et al., 2008).

En cuanto a los resultados entre comarcas (Tabla 1), los mejores resultados se observaron en las comarcas del Somontano, Jacetania y Daroca, con medias superiores al 60%. La comarca del Somontano (provincia de Huesca) se caracteriza por temperaturas más suaves que las de Jacetania (Huesca) y Daroca (Zaragoza) que presentan contrastes térmicos más extremos. Sin embargo, Sobrarbe (Huesca) y Calatayud (Zaragoza), a pesar de ser comarcas cercanas y con condiciones climatológicas similares a Jacetania y Daroca, respectivamente, presentaron resultados más bajos de fertilidad con diferencias

significativas entre ellas ($p < 0,01$). En la comarca del Sobrarbe, la mayor distancia entre el centro de inseminación (2 horas:33 minutos \pm 0:07), sumado al tiempo necesario para la valoración y procesado, recogida y utilización de las dosis seminales, pudo limitar la calidad de las dosis seminales. En general se considera que la viabilidad del semen refrigerado a 15 °C de temperatura puede considerarse óptima dentro de las 6-12 horas siguientes a su recogida (Evans y Maxwell; 1987).

En comarcas con distancias superiores a 70 minutos respecto al centro de recogida se obtuvieron fertilidades inferiores a 50% (38,5-48,3%), incluyendo comarcas tanto de la provincia de Zaragoza como de Teruel, aunque los tiempos medios son similares al grupo de comarcas con fertilidades superiores al 60%. Otros factores como la propia técnica de inseminación, factores dependientes de la explotación, etc. (Anel et al., 2005) pueden influir en estos resultados.

Por último, fertilidades intermedias (54-59%), se observaron en comarcas más próximas al centro de inseminación, con tiempos medios de 0:45min \pm 0:16. Estas comarcas son contiguas entre sí y con mayores similitudes agroclimáticas.

En síntesis, los resultados obtenidos muestran una amplia variabilidad en los resultados de fertilidad tras la inseminación en función la localización de las explotaciones (comarcas), sus características agroclimáticas y de su distancia al centro de inseminación. En el futuro se realizarán estudios más amplios que incluyan otros factores de variación para detectar las posibles diferencias de fertilidad entre machos dentro de un esquema de selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrama, 2010. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. 2010. Memoria de actividades del esquema de selección de la oveja de raza Manchega, E.S.R.O.M. Castilla-La Mancha.
- Anel, L., Kaabi, M., Abroug, B., Álvarez, M., Anel, E., Boixo, J.C., de la Fuente, L.F., de Paz, P. 2005. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology* 63: 1235-1247.
- Blasco, M.E., Sevilla, E., Folch, J., Lahoz, B., Quintin, F.J., Galeote, A.I., Hernández, M., Fantova, E., Alabart, J.L. 2007. Resultados de Inseminación Artificial Ovina en función del Sistema de Explotación. *Congreso SEOC Mallorca (España)*, pp. 317-320.
- David, I., Robert-Granie, C., Manfredi, E., Lagriffoul, G., Bodin, L. 2008. Environmental and genetic variation factors of artificial insemination success in French dairy sheep. *Animal* 2: 979-986.
- Evans, G., Maxwell, W.M.C. 1987. *Salomon's artificial insemination of sheep and goats*. Sydney: Butterworth Scientific.
- Galeote, A.I., Sevilla, E., Folch, J., Blasco, M.E., Quintin, F.J., Martí, J.I., Esteban, J., Roche, A., Fantova, E., Alabart, J.L. 2004. Resultados de inseminación artificial en el programa de selección por prolificidad de la UPRA-OVIARAGÓN. Situación y evolución del programa en el periodo 1994-2003. *Congreso SEOC Lérida*.

Agradecimientos: A todo el equipo técnico de veterinarios de UPRA-Grupo Pastores y a todo el personal del Área Técnica de Producción, Selección y Reproducción Animal del centro de inseminación ATPSYRA. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INNFACTO (IPT-010000-2010-33), la Fundación Araid (OTRI 2010-0464), y Carnes Oviaragón (OTRI 2010-0465).

Tabla 1. Resultados de fertilidad (%) en inseminación artificial (I.A) con machos del Esquema de Selección Rasa Aragonesa UPRA-ATPSYRA (Movera, Zaragoza) en función de la localización geográfica (comarcas) de las explotaciones (Huesca (H), Zaragoza (Z) y Teruel (T)) y la distancia al centro de Inseminación (horas: minutos; media \pm D.S.)

Comarca (Provincia)	n ^o IA (explotaciones) ¹	Fertilidad I.A(%)	Rango fertilidad media I.A (%)	Tiempo ² (hora:minutos)	Rango de tiempo (hora: minutos)
Somontano (H)	602 (6)	64,0		1:34 \pm 0:14	
Jacetania (H)	2681 (20)	61,7	61,9 ^a	1:49 \pm 0:14	1:39 \pm 0:19 ^a
Daroca (Z)	999 (6)	61,1		1:15 \pm 0:07	
La Almunia (Z)	1272 (4)	58,7		0:46 \pm 0:10	
Zaragoza (Z)	3947 (30)	57,2		0:33 \pm 0:10	
Hoya de Huesca (H)	1581 (10)	56,5	56,6 ^b	0:51 \pm 0:12	0:54 \pm 0:36 ^b
Monegros (H)	859 (8)	54,0		1:10 \pm 0:13	
Sobrarbe (H)	876 (8)	53,5		2:33 \pm 0:07	
Calatayud (Z)	540 (3)	48,3		1:39 \pm 0:02	
Serranía Montalbán (T)	778 (8)	47,9		1:29 \pm 0:15	
Caspe (Z)	844 (6)	46,9		1:11 \pm 0:00	
Bajo Aragón (T)	2433 (18)	44,8	45,1 ^c	1:48 \pm 0:15	1:39 \pm 0:20 ^a
Ejea de los Caballeros (Z)	407 (4)	44,5		1:27 \pm 0:29	
Hoya de Teruel (T)	709 (5)	38,5		2:00 \pm 0:05	

¹Número de explotaciones estudiadas dentro de cada comarca.

²Distancia media expresada en tiempo entre el Centro de Inseminación y la explotación.

^{a-c}Letras diferentes, indican diferencias significativas dentro de las mismas columnas ($p < 0,01$)

EFFECT OF THE FARM GEOGRAPHICAL LOCATION ON THE FERTILITY AFTER ARTIFICIAL INSEMINATION IN RASA ARAGONESA EWES BELONGING TO U.P.R.A. SELECTION SCHEME

The aim of this study was to analyze the effect of the farm geographical location and of the theoretical time distance between the farm and the insemination center on the fertility after cervical AI. Data from 18,528 AI in Rasa Aragonesa ewes belonging to the UPRA selection scheme were recorded. An average fertility of 54.3% was observed, with significant differences among the three provinces studied (Huesca: 58.6%; Zaragoza: 55.6%; Teruel: 44.3%; $p < 0.001$). Fertility rates higher than 60% were found in three regions (Jacetania, Somontano and Daroca). The average time distance of these regions (<70 minutes) did not differ from that of the region with the lowest results (38.5-48.3%), therefore the effect of other variables should be studied. The regions nearest to the insemination center, with similar climatic conditions showed intermediate fertility rate (54.0-57.8%). These results showed a huge variability after insemination taken in account the geographical location of the farm and the distance to the insemination center. Future multifactorial studies are necessary including other factors with a possible effect on fertility.

Keywords: sheep, artificial insemination, fertility, farm geographical location.

LAPAROSCOPIC OVUM PICK-UP (LOPU) EN OVEJAS RASA ARAGONESA PORTADORAS O NO DEL ALELO *FecX^R* DEL GEN *BMP15*: RENDIMIENTO, DIÁMETRO FOLICULAR Y EFECTO DEL TRATAMIENTO ESTIMULATORIO CON FSH

Lahoz, B.¹, Folch, J.¹, Cocero, M.J.², Echegoyen, E.¹, Sánchez, P.¹ y Alabart, J.L.¹

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) de Aragón. Av. de Montañana 930. 50059 Zaragoza. España. E-mail: blahozc@aragon.es.

² Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Ctra. La Coruña km 7,500. 28040 Madrid. España.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se ha descubierto una variante génica natural (alelo *FecX^R*, alelo ROA, "Rasa Oviaragón") en el gen *BMP15* (bone morphogenetic protein-15) que produce un incremento de la prolificidad en heterocigosis y esterilidad en homocigosis (Martínez-Royo et al., 2008). Las hembras heterocigotas para *FecX^R* presentan un incremento de la tasa de ovulación de 0,63 (Lahoz et al., 2009), que se traduce en 0,32 corderos adicionales por parto (Jurado et al., 2008). El mecanismo exacto por el que se produce este incremento de la tasa de ovulación todavía no es bien conocido, aunque mutaciones similares en el gen *BMP15* en otras razas ocasionan una interrupción de la síntesis de proteína BMP15, esencial para el desarrollo folicular. Como consecuencia, las hembras heterocigotas presentan folículos antrales más pequeños, con menos células de la granulosa, una alteración en la sensibilidad a las gonadotropinas y con aparición precoz de los receptores de LH, lo que conduce a una mayor tasa de ovulación (Fabre et al., 2006).

La obtención de oocitos del animal vivo mediante la técnica de OPU es utilizada en diversas especies, principalmente en vacuno, con numerosas aplicaciones prácticas, como la producción *in vitro* de embriones, estudios de biología molecular, o la crioconservación de oocitos.

Los objetivos del presente estudio fueron en primer lugar, determinar si las ovejas heterocigotas para *FecX^R* presentan un mayor número de folículos ováricos. En segundo lugar, determinar si existen diferencias en el diámetro folicular entre ovejas heterocigotas y no portadoras de la mutación. En tercer lugar valorar si existe una mayor respuesta de las ovejas heterocigotas a la estimulación con hormona foliculo estimulante (FSH).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las sesiones de LOPU se llevaron a cabo entre Noviembre de 2009 y Febrero de 2011 en las instalaciones del CITA. Se utilizaron un total de 16 ovejas heterocigotas del alelo *FecX^R* (R+) y 16 ovejas no portadoras (++) , adultas y con similar peso ($54,1 \pm 10,1$ y $55,5 \pm 7,3$, Media \pm SD, respectivamente) y condición corporal ($3,6 \pm 0,3$ y $3,7 \pm 0,3$, respectivamente). En cada sesión se utilizaron entre 7 y 8 ovejas de cada genotipo, realizándose un total de 11 sesiones (172 punciones). Previamente, todos los animales recibieron dos dosis de 125 μ g de cloprostenol (Estrumate, Schering-Plough Animal Health, Madrid, España) separadas 8 días, y 5 días después de la segunda inyección recibieron una esponja de 30 mg acetato de fluorogestona (FGA; Sincropart 30 mg, CEVA Salud Animal S.A., Barcelona, España), que se sustituyó por una nueva al final de cada sesión. En las LOPUs realizadas sin estimulación hormonal (n=6) se realizó la punción folicular a los 12 días de la introducción de la esponja, y se repitió una segunda sesión 7 días después. En las sesiones con superestimulación (n=5), las ovejas recibieron un total de 32 mg de FSH (ULG, Lieja, Bélgica) administrados en dosis decrecientes: 8 mg (60 h), 8 mg (48 h), 6 mg (36 h), 6 mg (24 h) y 4 mg (12 h) previas a la LOPU. Junto con la primera inyección de FSH se aplicó 125 μ g de cloprostenol. La realización de la LOPU se basó en la técnica descrita por Alberio et al. (2002). Las hembras se pusieron en ayuno 24 horas antes de la LOPU. Fueron anestesiadas con 3 mg/kg peso vivo de propofol (Propofol Lipuro 1%, Braun, España) y conectadas a la anestesia inhalatoria con isoflurano (IsoFlo, Veterinaria Esteve, España). Se realizaron dos orificios de 1 cm cada uno a nivel abdomino-inguinal a través de los que se introdujo un endoscopio para visualizar el ovario y una pinza atraumática para su sujeción. Por una tercera vía se introdujo una aguja de 23G conectada a una bomba de vacío (-25 mm Hg; V-MAR 5100; Cook Ltd, Australia) para la punción y aspiración de los folículos, que fueron recogidos en un

tubo Falcon de 15 ml con medio de aspiración (Cocero et al., 2011). En el momento de la punción se anotó el número y diámetro de todos los folículos puncionados, utilizando para la medición una escala de 2 mm situada sobre la aguja. Las diferencias entre tratamientos o genotipos se analizaron mediante modelos lineales generalizados para variables categóricas, utilizando el PROC CATMOD de SAS (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando no se aplicó tratamiento previo con FSH el número medio de folículos por oveja en el momento de la punción fue muy similar entre las ovejas R+ y ++ (9,7 y 9,2, respectivamente; $P>0,05$) (Tabla 1). Estos resultados indicarían que no existe un efecto del genotipo *FecX^R* sobre el número de folículos presentes en el ovario, en la misma línea que resultados previos de Haycock et al. (2006). En cuanto a la distribución de los tamaños foliculares, las ovejas R+ tuvieron un 7,5% más de folículos de 3 mm y un 6,9% menos de folículos >6 mm que las ovejas ++ ($P<0,05$ y $P<0,01$, respectivamente), con un diámetro folicular medio 0,5 mm inferior que las ovejas ++ ($P<0,01$).

Cuando se sometieron a estimulación con FSH, las ovejas R+ presentaron una media de 17,8 folículos por oveja y las ovejas ++ 15,3 ($P<0,06$). En estas condiciones de estimulación se acentuaron las diferencias en diámetros foliculares, presentando las ovejas ++ un 19,8% más de folículos mayores o iguales a 6 mm que las ovejas R+ (6 mm: 15,0% vs. 8,9%, $P<0,01$; >6 mm: 19,3% vs. 5,6%, $P<0,0001$). Consecuentemente, el porcentaje de folículos de 3 y 4 mm fue significativamente mayor en las ovejas R+ que en las ++ (33,2% vs. 25,6%, $P<0,01$; 30,4% vs. 17,7%, $P<0,0001$, respectivamente). El diámetro folicular medio de las ovejas R+ fue 1,0 mm menor que el de las ovejas ++ ($P<0,0001$).

Teniendo en cuenta el tratamiento dentro de cada genotipo, en las ovejas ++ la FSH produjo un incremento significativo de los folículos de 5, 6 y mayores de 6 mm ($P<0,0001$; 0,01 y 0,05; respectivamente), mientras que en las ovejas R+ la FSH incrementó significativamente tan solo los folículos de 4 y 5 mm ($P<0,0001$ para ambos), pero no los de 6 o más de 6 mm. En estas condiciones el diámetro folicular medio se vio incrementado por efecto de la FSH en 0,8 mm en las ovejas ++ ($P<0,0001$) mientras que en las R+ tan solo incrementó 0,3 mm ($P<0,05$), siendo ambos incrementos significativamente diferentes entre sí ($P<0,01$). En cuanto al número medio de folículos por oveja, la FSH produjo un incremento de 6,1 folículos en las ovejas ++ y 8,1 en las R+ ($P<0,0001$ para ambos). Estos incrementos no fueron significativamente diferentes entre sí, por lo que a pesar de verse una tendencia hacia una mayor respuesta a la FSH en las hembras R+, con los resultados del presente estudio no es posible confirmarlo. En el presente trabajo, la FSH utilizada fue altamente purificada, con lo que se elimina un posible efecto de contaminación por LH. Por lo tanto, no es posible concluir que las ovejas R+ tengan una mayor sensibilidad a la FSH a nivel sistémico, ni una mayor población de folículos dependientes de gonadotropinas. Diversos autores han descrito en ovejas con mutaciones similares en los genes *Fec* un incremento en la sensibilidad a la FSH además de una expresión precoz de los receptores de la LH en los folículos antrales (Fabre et al., 2006), mientras que otros han demostrado tan solo una adquisición más temprana de la respuesta a la LH por parte de las células de la granulosa (McNatty et al., 2009).

En conclusión, las ovejas portadoras del alelo *FecX^R* no presentaron un mayor número de folículos ováricos, pero su población folicular fue de menor diámetro y alcanzaron el estado preovulatorio a un diámetro menor. Las diferencias entre genotipos fueron más acusadas cuando se aplicó FSH. Por tanto, este polimorfismo no parece tener un efecto a nivel del número de folículos ováricos, aunque son necesarios futuros estudios para determinar si es responsable de una mayor sensibilidad a la FSH a nivel sistémico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberio, R., Olivera, J., Roche, A., Alabart, J.L., Folch, J. 2002. *Small Ruminant Res.* 46: 81-87.
- Cocero, M.J., Alabart, J.L., Hammami, S., Martí, J.I., Lahoz, B., Sánchez, P., Echegoyen, E., Beckers, J.F., Folch, J. 2011. *Reprod. Domest. Anim.* doi: 10.1111/j.1439-

0531.2010.01690.x. • Fabre, S., Pierre, A., Mulsant, P., Bodin, L., Di Pasquale, E., Persani, L., Monget, P., Monniaux, D. 2006. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 4: 20. • Haycock, H.L., Hanrahan, J.P., Roche, J.F., Crowe, M.A. 2006. *Reprod. Domest. Anim.* 41(4): 371. • Jurado, J.J., Martínez-Royo, A., Calvo, J.H. 2008. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 104: 149-154. • Lahoz, B., Alabart, J.L., Echegoyen, E., Sánchez, P., Calvo, J.H., Martínez-Royo, A., Jurado, J.J., Fantova, E., Folch, J. 2009. *XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA Zaragoza*. M. Joy et al. (Eds.). pp. 678-680. • Martínez-Royo, A., Jurado, J.J., Smulders, J.P., Martí, J.I., Alabart, J.L., Roche, A., Fantova, E., Bodin, L., Mulsant, P., Serrano, M., Folch, J., Calvo, J.H. 2008. *Anim. Genet.* 39(3): 294-297. • McNatty, K. P., Heath, D. A., Hudson, N. L., Lun, S., Juengel, J. L., Moore, L. G. 2009. *Reproduction* 138: 545-551.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto TRACE PET-2008-0076 (MICINN). B. Lahoz recibe una beca de Formación de investigadores de tipo Predoctoral de INIA. Los autores quieren agradecer a J.F. Beckers (Laboratoire d'endocrinologie et de reproduction animale, Faculté de médecine vétérinaire, ULG, Liège, Belgique) el suministro de la FSH.

Tabla 1. Número medio de folículos por oveja y sesión, diámetro folicular medio (Medias \pm error estándar), y distribución de los diámetros foliculares (%) en función del genotipo (ovejas no portadoras y heterocigotas del alelo *FecX^R*) y del tratamiento hormonal previo (con y sin FSH) en ovejas Rasa Aragonesa

Gen / Tto	N	n	MFO	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	>6 mm	DFM
++ -	46	422	9,2 \pm 0,6 ^a	46,4 ^{ae}	21,1	10,7 ^a	8,1 ^d	13,7 ^{ce}	4,6 \pm 0,1 ^{ac}
++ FSH	38	581	15,3 \pm 0,9 ^b	25,6 ^{bc}	17,7 ^a	22,4 ^b	15,0 ^c	19,3 ^{af}	5,4 \pm 0,1 ^{bA}
R+ -	47	458	9,7 \pm 0,6 ^A	53,9 ^{Af}	19,2 ^A	12,2 ^A	7,9	6,8 ^d	4,1 \pm 0,1 ^{de}
R+ FSH	40	711	17,8 \pm 1,0 ^B	33,2 ^{Bd}	30,4 ^{bB}	21,9 ^B	8,9 ^d	5,6 ^b	4,4 \pm 0,1 ^{Bf}

Dentro de cada columna, las siguientes combinaciones de letras indican diferencias significativas a los siguientes niveles: a,b ó A,B: $p < 0,0001$; c,d: $p < 0,01$; e,f: $p < 0,05$.

++: Ovejas no portadoras del alelo *FecX^R*; R+: Ovejas heterocigotas del alelo *FecX^R*

Gen: Genotipo; Tto: Tratamiento; N: número de ovejas; n: número de folículos aspirados totales; MFO: Número medio de folículos por oveja; DFM: Diámetro folicular medio.

LAPAROSCOPIC OVUM PICK-UP (LOPU) IN RASA ARAGONESA EWES CARRYING OR NOT THE *FecX^R* ALLELE IN THE *BMP15* GENE: PERFORMANCE, FOLLICULAR DIAMETER AND EFFECT OF THE STIMULATION WITH FSH

ABSTRACT: A new polymorphism in the Bone Morphogenetic Protein 15 gene (*FecX^R* allele) causing increased prolificacy in heterozygous ewes (R+) by an increase in ovulation rate has been recently described in Rasa Aragonesa ewes. Data from 2,172 follicles aspirated by the LOPU technique, with and without FSH treatment, in 16 R+ and 16 non carrier (++) ewes during 11 sessions were analyzed. Without FSH, the number of follicles present in the ovary was not significantly different between R+ and ++ ewes (9.7 and 9.2, respectively). FSH treatment led to 17.8 follicles in R+ ewes, mainly increasing 4 and 5 mm follicles (+11.2% and 9.7%, $P < 0.0001$ for both) while in ++ ewes it produced 15.3 follicles, by increasing the percentage of 5, 6 and >6 mm follicles (+11.7% $P < 0.0001$, +6.9% $P < 0.01$ and +5.6% $P < 0.05$, respectively). In conclusion, R+ ewes did not present a higher number of ovarian follicles, but their follicular population presented a significantly lower diameter. Further studies are necessary to determine if FSH sensitivity is increased in ewes carrying this polymorphism.

Keywords: Bone Morphogenetic Protein 15, gonadotropins, OPU, sheep.

INTERPRETACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y DEL ÁREA PÉLVICA EN LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS JÓVENES DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES

García-Paloma, J.A.¹, Noval, G.² y Rodríguez, A.²

¹ Genética y Reproducción Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA. Deva 33394, Gijón. Asturias. España. E-mail: jagarcia@serida.org

² Asociación de criadores de la raza Asturiana de los Valles. Llanera. Asturias. España.

INTRODUCCIÓN

La valoración de la aptitud reproductiva de toros es una metodología que tiene por finalidad disminuir el riesgo de que aquellos con baja fertilidad, o portadores de rasgos no deseables, sean destinados a explotaciones o a centros de inseminación artificial. Esta metodología es universalmente aceptada, pero los criterios y su interpretación no son del todo coincidentes en los países donde más se utiliza, como Estados Unidos (Chenoweth et al., 1992), Canadá (Barth, 2000) y Australia (Fordyce et al., 2006). Considerando que en España esta técnica es aún poco demandada, pensamos que es oportuno profundizar en aquellos aspectos metodológicos que puedan contribuir a unificar estos criterios.

La metodología se basa en dos valoraciones, una física y otra seminal, siendo la primera la que nos va a ocupar en este trabajo. Superada la exploración física en los toros, la circunferencia escrotal (CE) es considerada como el parámetro de mayor relevancia. CEs superiores han sido asociadas a mayor producción y calidad espermática, a menor edad a la pubertad de la descendencia tanto en machos como en hembras, y a una mayor productividad vital de las hijas (Coulter et al., 1987; Smith et al., 1989; Coe, 1999 y Kastelic et al., 2001). Aunque es sabido que las medidas pélvicas tienen una aceptable heredabilidad (0,61) (Siemens et al., 1991), y una relación inversa con la probabilidad de disticia (Hickson et al., 2006), nunca han sido propuestas como parámetros a evaluar en esta metodología.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar en toros jóvenes de raza Asturiana de los Valles de genotipo homocigoto al gen de la hipertrofia muscular (culones), la CE y el área pélvica (AP) ajustadas a 15 meses de edad. Su propósito, establecer los criterios a considerar cuando se proceda a utilizar esta metodología.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2006 a 2010, 413 toros con edades comprendidas entre 12 y 15 meses de edad, fueron valorados por su aptitud reproductiva al finalizar su periodo de testaje. Durante este período, los toros que fueron alimentados a voluntad con paja y un concentrado con el 15% de proteína bruta y una energía metabolizable de 9 MJ/Kg de materia seca, tuvieron unos crecimientos medios de 1.450 g/día. La CE fue medida con una cinta metálica abarcando la zona escrotal por su mayor diámetro (Barth, 2000), la altura y la anchura pélvica vía rectal con un pelvímetro Rice® (Lane manufacturing, Denver CO., EEUU) (Siemens et al., 1991), y todas ellas con una precisión de 0,5 cm. El área pélvica (AP) se calculó como el producto de la altura por la anchura.

Tras la depuración de la base de datos, para el análisis estadístico se utilizaron modelos de covarianza para cada una de las dos variables dependientes CE y AP. La estación del año y el año se consideraron como efectos fijos y la edad como covariable. El nivel de significación se estableció en $P < 0,05$. Los modelos reducidos fueron utilizados para ajustar las variables dependientes a 15 meses de edad (VD_{15}), aplicando la siguiente fórmula: $VD_{15} = VD + F_{aj} + \beta (457,5 - \text{edad})$, donde F_{aj} fue el factor de ajuste (Media mínimo cuadrática promedio-Media mínimo cuadrática), β el coeficiente de regresión parcial de la covariable, y edad (en días), la del toro en el momento de su valoración. Finalmente, se verificó con el test Shapiro-Wilk la normalidad para cada una de las VD_{15} y se procedió a fijar los criterios para su interpretación. El análisis estadístico fue realizado con los procedimientos PROC UNIVARIATE y GLM del programa SAS (v8.2, SAS Institute, Cary, NC, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la contribución de cada efecto fijo y de la covariable, a la explicación de la variabilidad de CE y AP. Asimismo se presenta el coeficiente de determinación (R^2) para cada modelo completo y el coeficiente de regresión parcial de cada modelo reducido.

El R^2 fue bajo para las dos variables dependientes, lo que da a entender una alta variabilidad en la raza para estas variables después de ser corregidas por los efectos analizados. Por tanto, si se estimase conveniente por la Asociación de criadores de la raza Asturiana de los Valles (ASEAVA), establecer alguno de estos parámetros como criterio de selección, debería esperarse una buena respuesta.

En la Tabla 2 pueden observarse los estadísticos descriptivos de la CE y del AP ajustadas a 15 meses de edad, así como el test de normalidad Shapiro-Wilk. Verificado el test de normalidad, es habitual tras considerar raza y edad, utilizar el criterio de Coulter et al. (1987) para fijar el umbral de CE a través de la media poblacional menos su desviación estándar. Con este criterio, el 16% de los toros serían descartados por su CE, porcentaje que podría subir al 40% si consideramos los umbrales que se establecen para la calidad seminal (Carson and Wenzel, 1997; Higdon et al., 2000), y aún podría subir más, si incluimos un umbral para el AP. Teniendo en cuenta que este porcentaje de descarte esperado es excesivo para toros que se van a destinar a monta natural, proponemos plantear un nuevo criterio. El umbral para CE se fijaría en la media menos dos veces su desviación estándar, de manera que serían declarados como “insatisfactorios” los toros con CE inferior a 30 cm (Tabla 3). Se consideraría la categoría “cuestionable” para aquellos toros con probada calidad seminal y CE entre 30 y 32 cm. Estos toros podrían utilizarse como reproductores en condiciones de baja exigencia reproductiva, bastante habitual en las explotaciones asturianas (parideras poco agrupadas y número de vacas por toro inferior a 20). Los toros con categorías “muy bueno” y “superior” serían los de elección para explotaciones con mayor exigencia reproductiva. Respecto al AP, y dado que la distocia no es un problema detectado en la raza Asturiana de los Valles, no se plantearía ningún umbral de descarte. La categoría “cuestionable” identificaría a los toros con AP inferior a la media menos dos veces su desviación estándar; estos toros serían aptos como reproductores, pero al igual que los cuestionables por CE, no deberían dejar descendencia para reposición. Si los toros a valorar fueran candidatos a ingresar en Centros de inseminación artificial, se excluirían todos aquellos con categoría “cuestionable”, con la salvedad que para AP, el criterio para entrar en esta categoría se ampliaría a la media menos una vez su desviación estándar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barth, A.D. 2000. *The Western Canadian Association of Bovine Practitioners*. Saskatoon, 75 pp.
- Carson, R.L., Wenzel, J.G. 1997. *Vet. Clin. Food Animal*. 13, 305-311.
- Chenoweth, P.J., Spitzer, J.C., Hopkins, F.M. 1992. In: *Proceedings for the annual meeting of Society for Theriogenology*, pp. 63-70.
- Coe, P.H. 1999. *J Am Vet Med Assoc*. 214: 1664-1667.
- Coulter, G.H., Mapletoft, R.J., Kozub, G.C., Cates W.F. 1987. *Theriogenology* 27: 485-491.
- Fordyce, G., Entwistle, K., Norman, S., Perry, V., Gardiner, B., Fordyce, P. 2006. *Theriogenology* 66: 1140-1148.
- Hickson, R.E., Morris, S.T., Kenyon, P.R., Lopez-Villalobos, N. 2006. *New Zealand Vet J* 54: 256-264.
- Higdon, H.L., Spitzer, J.C., Hopkins, F.M., Bridges, W.C. 2000. *Theriogenology* 53: 1321-1332.
- Kastelic, J.P., Cook, R.B., Pierson, R.A., Coulter G.H. 2001. *Can J Vet Res* 65: 111-115.
- Siemens, M.G., Siemens, A.L., Lipsey, R.J., Deutscher, G.H., Ellerseick, M.R., 1991. *J Anim Sci* 69: 2269-2272.
- Smith, B.A., Brinks, J.S., Richardson, G.V. 1989. *J Anim Sci* 67: 2881-2885.

Agradecimientos: A la Asociación de criadores de la raza Asturiana de los Valles, y especialmente a Carlos Martínez, por su inestimable colaboración en las tareas de campo. Plan regional de investigación I+D+i del Principado de Asturias.

Tabla 1. Contribución de cada una de las variables independientes, coeficiente de determinación (R^2) y coeficiente de regresión parcial (β)

Variables dependientes	n	Estación	Año	Edad (covariable)	R^2	β
CE	397	*	ns	***	0.08	0.021***
AP	407	ns	***	***	0.21	0.263***

Niveles de significación: ns=no significativo, *($p<0,05$), **($p<0,01$), ***($p<0,001$)
 CE: circunferencia escrotal, AP: área pélvica

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para CE_{15} , AP_{15} y test de normalidad Shapiro-Wilk en toros culones de raza Asturiana de los Valles

VD_{15}	Media \pm DE	Percentil 5%	Percentil 95%	P (Shapiro-Wilk) ¹
CE_{15}	34,3 \pm 2,2	30,7	38,1	0,0993
AP_{15}	179,1 \pm 16,1	152,7	208,8	0,1260

CE_{15} : circunferencia escrotal y AP_{15} : área pélvica, ambas ajustadas a 15 meses de edad

¹Para $P>0,05$, se asume la distribución normal de los datos.

Tabla 3. Criterios para valorar la CE y AP de toros culones de raza Asturiana de los Valles con 15 meses de edad y destinados a monta natural

	M - 2 DE	M - 1 DE	M	M + 1 DE	M + 2 DE
CE	30	32	34	36,5	38,5
	Insatisfactorio	Cuestionable	Satisfactorio	Muy bueno	Superior
AP	147	163	179	195	211
	Cuestionable	Satisfactorio	Muy bueno	Superior	

CE: circunferencia escrotal, AP: área pélvica. M: media. DE: desviación estándar

INTERPRETATION OF SCROTAL CIRCUMFERENCE AND PELVIC AREA IN THE BREEDING SOUNDNESS EVALUATION OF ASTURIANA DE LOS VALLES YEARLINGS BULLS

ABSTRACT: Breeding soundness evaluation is a methodology that aids to reduce the risk of low fertility or undesirable traits carriers bulls, which could be applied on farms or artificial insemination centres. We introduced the pelvic area to the common methodology that considers the scrotal circumference as main physical parameter value. Measurements of 413 bulls of Asturiana de los Valles breed, ranging from 12 to 15 months old, were analysed with covariance models to evaluate the effect of season, year and age on scrotal circumference and pelvic area. These physical parameters were adjusted to 15 months old and we established thresholds for assigning bulls to one of the following five categories: Unsatisfactory, questionable, satisfactory, very good and superior. The methodology and criteria used will be proposed as model for other breeds of beef cattle in Spain.

Keywords: breeding soundness evaluation, yearling beef bulls, scrotal circumference, pelvic area.

EL ESTADO DE INMUNOSUPRESIÓN MATERNA DURANTE EL PERIODO PERIPARTO AUMENTA LA INCIDENCIA DE DESÓRDENES REPRODUCTIVOS POSTPARTO

Serrano, B.¹, Abdelfatah-Hassan, A.¹, Almería, S.², Uriarte, J.³, López-Gatius, F.¹, García-Ispuerto, I.¹.

¹ Dpto. Producción Animal, Universidad de Lleida, Lleida, España.

² Dpto. Sanidad y Anatomía Animal, y Centro de Investigación en Sanidad Animal (CRESA), Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

³ Dpto. Producción Animal. CITA-DGA.

E-mail: bserrano@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

Los desórdenes reproductivos postparto en el ganado vacuno lechero ocasionan importantes pérdidas económicas en el sector, ya que se han relacionado con la pérdida de gestación (López-Gatius et al., 1996), de producción de leche (Rajala and Gröhn, 1998) o problemas de fertilidad (López-Gatius et al., 2006). Durante la gestación, la madre experimenta cambios en el sistema inmune, debidos a la comunicación materno-fetal establecida a través de la placenta perceptibles en la circulación periférica (Oliveira y Hansen, 2008). Fruto de esta comunicación, durante el periodo periparto, se producen cambios fisiológicos que alteran la respuesta inmune materna e incrementan la vulnerabilidad frente a infecciones uterinas postparto (Ohtsuka et al., 2004). Por otro lado, diversos trabajos han descrito una mayor predisposición a infecciones uterinas postparto en vacas con una deficiente función leucocitaria en el periparto (Cai et al., 1994; Kimura et al., 2002). El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre el recuento de leucocitos en la circulación periférica durante el periparto con la incidencia de retención placentaria y metritis en ganado vacuno leche de alta producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja comercial con un censo de 1105 vacas lecheras de alta producción situada en la franja de Lleida-Huesca. La producción media anual durante el periodo de estudio fue de 12467 litros/vaca presente, con tres ordeños al día. En el estudio se incluyeron 91 vacas gestantes, en condiciones óptimas de manejo y alimentación. Las vacas se inseminaron artificialmente con toros de fertilidad comprobada. El diagnóstico de gestación se realizó con ecografía transrectal el día 28-34 tras la inseminación, y se confirmó mediante palpación rectal los días 90, 120, 150, 180 y 210. En las revisiones postparto se registraron la presencia de retención placentaria, en vacas que retenían la placenta durante más de 12 horas después del parto, y metritis como secreción vaginal purulenta con engrosamiento endometrial evidente vía palpación rectal, diagnosticada durante la primera o segunda semana postparto.

El recuento diferencial de leucocitos se determinó a partir de muestras de sangre en tubos con EDTA (BD Vacutainer®, Becton, Dickinson and Company, Plymouth, Reino Unido) entre el día 200 de gestación y día 30 postparto mediante un analizador automático de sangre (HemaVet® Sistema multi-especie de Hematología, Drew scientific, inc., Dallas, EEUU), estandarizado para el análisis de sangre bovina y expresado en número de células por microlitro ($n \times 10^3/\mu\text{L}$). De cada animal se registraron posibles desórdenes reproductivos postparto, como retención placentaria (presencia, $n=13$; ausencia, $n=78$), y metritis (presencia, $n=14$; ausencia, $n=77$), y el recuento de leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos los días (± 4 días) 200, 215, 230, 245, 260, 275 de gestación, y 15 y 30 postparto. Los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza GLM de medidas repetidas con el paquete SPSS v.17 (SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 91 vacas lecheras gestantes analizadas se observó una incidencia de retención placentaria y metritis del 14% y de 15%, respectivamente. El estado de gestación, la retención placentaria y la metritis afectaron significativamente los recuentos totales y diferenciales de leucocitos (Tabla 1). Las vacas con retención placentaria presentaron

recuentos de leucocitos significativamente menores durante el periodo de estudio ($P < 0,005$), debido a los bajos recuentos de neutrófilos ($P < 0,01$; Figura 1A) y linfocitos (Figura 1B; $P < 0,05$) observados tanto pre- como postparto. Las vacas con metritis también mostraron recuentos de neutrófilos y eosinófilos significativamente menores durante todo el periodo de estudio ($P < 0,01$; Figura 2A y B). Diversos trabajos han descrito la disminución del número y función de linfocitos y neutrófilos en las semanas previas al parto (Kimura et al., 1999; Saad et al., 1989). Los neutrófilos, procedentes de la circulación periférica, son la primera línea de defensa fagocitaria del útero durante el parto (Bondurant, 1999). Así, una disfunción inmunológica en el periparto, posiblemente causada por el efecto de la alta producción, explicaría la incidencia de retención placentaria (Kimura et al., 2002) y metritis (Cai et al., 1994) en ganado vacuno lechero.

El periodo de gestación y parto también afectó significativamente el recuento diferencial de leucocitos, con una disminución de linfocitos, los días 215 y 275 de gestación ($P < 0,001$), y de monocitos, el día 30 postparto ($P = 0,005$) (datos no mostrados). En vacas sanas se ha descrito un descenso en las poblaciones linfocitarias como resultado de los cambios fisiológicos preparatorios al parto (Kimura et al., 1999). Por otro lado, la movilización de leucocitos con actividad fagocitaria ocasionada por la presencia de bacterias en el útero explicaría el descenso de monocitos postparto. Para concluir, la retención placentaria y la metritis van asociadas a cambios periféricos de poblaciones celulares en el periparto, por lo que el recuento diferencial de leucocitos sería una excelente herramienta para la detección de desordenes reproductivos post-parto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bondurant, R. 1999. *J Anim Sci* 77 Suppl: 2101-110.
- Cai, T, Weston, L, Lund, L, Brodie, B, McKenna, D, Wager, W. 1994. *Am J Vet Res* 55: 934-943.
- Kimura, K., Goff, J.P., Kehrl, M.E. Jr. Harp, J.A. 1999. *J Dairy Sci* 82: 315-319.
- Kimura, K., Goff, J.P., Kehrl, M.E., Jr., Reinhardt, T.A. 2002. *J Dairy Sci* 85: 544-550
- López-Gatius, F., Labernia, J., Santolaria, P., López-Bejar, M., Rutllant, J. 1996. *Theriogenology* 46: 643-648.
- López-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Santolaria, P., Yaniz, J., Nogareda, C., López-Bejar, M. 2006. *Theriogenology* 65: 1678-1689.
- Oliveira, L.J., Hansen, P.J. 2008. *Reproduction* 136: 481-490.
- Ohtsuka, H., Koiwa, M., Fukuda, S., Satoh, Y., Hayashi, T., Hoshi, F., Yoshino, T.O., Kawamura, S. 2004. *J Vet Med Sci* 66: 905-909.
- Rajala, P.J., Gröhn, Y.T. 1998. *J Dairy Sci* 81: 3172-3181.
- Saad, A.M., Concha, C. Astrom, G. 1989. *J Vet Med B* 36: 337-345.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MICINN (AGL-2007-C02-01). Abdelfatah A. disfruta de una beca FPI (BES-2008-9883).

Tabla 1. Efecto del día de gestación, retención placentaria y metritis sobre el recuento total y diferencial de leucocitos en vacas lecheras gestantes entre el día 200 de gestación y día 30 postparto, según el análisis de varianza GLM de medidas repetidas.

Población	Efecto	Factor	F	P
Leucocitos totales	Inter-sujeto	Retención placentaria	10,09	0,002
		Metritis	3,47	0,066
Neutrófilos	Inter-sujeto	Retención placentaria	7,81	0,006
		Metritis	7,36	0,008
Eosinófilos	Inter-sujeto	Metritis	7,62	0,007
Linfocitos	Intra-sujeto	Día de gestación	6,65	<0,001
	Inter-sujeto	Retención placentaria	5,16	0,025
Monocitos	Intra-sujeto	Día de gestación	3,17	0,005

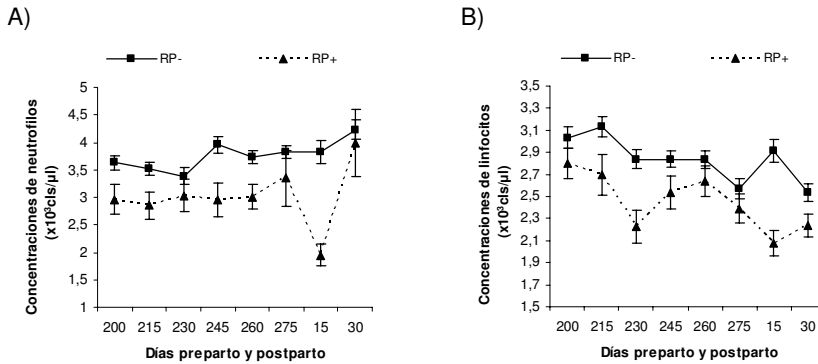


Figura 1. Medias (\pm error estándar, $\times 10^3/\mu\text{L}$) de los recuentos de neutrófilos (A) y linfocitos (B) medidos durante el periodo pre- y postparto en vacas con (RP+, n=13) y sin retención placentaria (RP-, n=78).

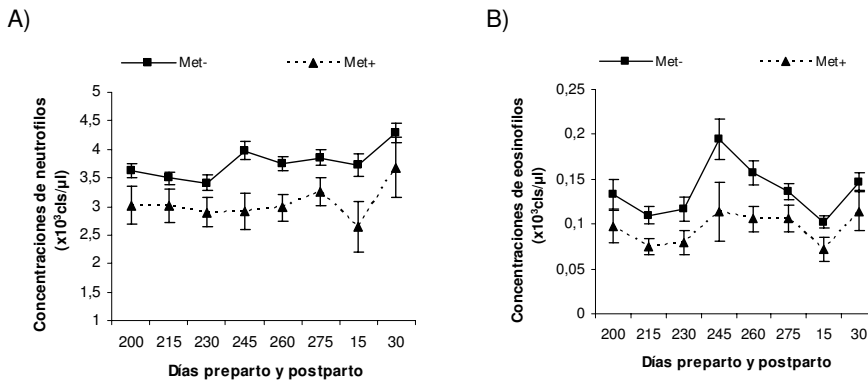


Figura 2. Medias (\pm error estándar, $\times 10^3/\mu\text{L}$) de los recuentos de neutrófilos (A) y eosinófilos (B) durante el periodo pre- y postparto en vacas con (Met+, n=77) y sin metritis (Met-, n=14).

RELATIONSHIPS BETWEEN PERIPHERAL MATERNAL IMMUNE STATUS DURING THE PERIPARTUM PERIOD AND POSTPARTUM REPRODUCTIVE DISORDERS

ABSTRACT: Pregnancy and peripartum period are characterised by transient changes in the maternal immune system, noticeable at the peripheral level. The aim of the study was to determinate the effect of placental retention and metritis on peripheral white blood cells in 91 pregnant dairy cows from day 200 of pregnancy to 30 postpartum. Blood samples were automatically analysed with HemaVet® Multispecies Haematology system and total and differential leukocyte counts were recorded. Data was statistically analysed using GLM repeated measures ANOVA to test the effect of reproductive disorders on peripheral white blood cells. Cows with placental retention had significantly lower leukocyte, neutrophil and lymphocyte counts ($P < 0.05$), and cows with metritis had lower neutrophil and eosinophil counts ($P < 0.01$) than cows not suffering reproductive disorders during the peripartum period. Day of pregnancy and parturition also affected peripheral lymphocyte and monocyte counts ($P < 0.01$). Maternal immune dysfunction during the peripartum period may predispose to reproductive disorders postpartum.

Keywords: Reproductive disorders, peripheral white blood cells, dairy cows.

EL RECUESTO DE LEUCOCITOS TOTALES Y LINFOCITOS DURANTE EL PERIODO PERIPARTO ES DIFERENTE ENTRE VACAS LECHERAS DE ALTA Y BAJA PRODUCCIÓN

Abdelfatah-Hassan, A.¹, Serrano, B.¹, Almería, S.^{2,3}, López-Gatius, F.¹

¹ Departamento de Producción Animal, Avda. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198 Lleida, España.

² Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA), UAB-IRTA, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, España.

³ Departament de Sanitat i Anatomia Animal, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, España.

E-mail: a.abdelfatah@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la explotación del ganado vacuno lechero es conseguir un nivel productivo óptimo, ya que tanto el rendimiento como la calidad de la leche producida repercutirán directamente en la economía del ganadero. En el modelo ganadero actual, la vaca es sometida a repetidos ciclos de gestación seguidos de largos periodos de lactación. Durante el periparto, el animal sufre cambios fisiológicos y hormonales que lo preparan para el parto y la lactación y que alteran los mecanismos de defensa inmunitarios maternos (Mallard et al., 1998), de forma que el estado inmunitario materno durante el parto determina su capacidad productiva (Detilleux et al., 1995) y reproductiva (Ohtsuka et al., 2004) durante el postparto. Dado que el recuento de leucocitos es un excelente indicador del estado sanitario del animal (Mehrzaad et al., 2001), el objetivo de este trabajo fue relacionar el recuento leucocitario materno durante el periparto con la producción de leche postparto en ganado vacuno lechero de alta producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con datos de 102 vacas procedentes de una granja comercial de vacas lecheras de alta producción situada en la provincia de Lleida (España). Los animales se encontraban en condiciones óptimas de manejo y alimentación, de acuerdo a las recomendaciones del NRC (2001). La producción media anual durante el periodo de estudio fue de 11020 litros/vaca, con tres ordeños al día. En el estudio sólo se incluyeron vacas gestantes clínicamente sanas con resultado de un feto vivo al parto.

Para el recuento leucocitario, se tomaron seis muestras de sangre de la vena coccígea en tubos con EDTA (BD Vacutainer®, Becton, Dickinson and Company, Plymouth, Reino Unido) durante los dos meses preparto y el mes postparto, cada quince días. Las muestras recogidas se conservaron a 4 °C hasta el momento del análisis, efectuado dentro de las 4-8 horas tras la recogida. El recuento total y diferencial de leucocitos se determinó mediante un analizador hematológico (HemaVet® Sistema multi-especie, Drew scientific, inc., Dallas, EEUU), estandarizado para el análisis de sangre bovina y expresado en número de células (mil células=k) por microlitro (µL).

De cada animal se obtuvieron datos de la producción de leche al día 50 después del parto, definiendo alta y baja producción para >45 (n=46) y ≤45 litros (n=56), respectivamente, y del recuento de leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos los días (±4 días) 220, 234, 248 y 262 preparto y los días 15 y 30 postparto. Los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza mediante GLM de medidas repetidas con el paquete estadístico SPSS v.17 (SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 102 vacas incluidas en el estudio tenían una media de 2,61±1,54 lactaciones (media ±desviación estándar) y produjeron 42,8±8,84 litros de leche el día 50 postparto. De acuerdo con los análisis de medidas repetidas (GLM), el recuento de leucocitos totales y linfocitos se vio afectado significativamente por la producción de

leche al día 50 postparto (Tabla 1). Las vacas con una producción de leche baja (≤ 45 litros/día) presentaron recuentos de leucocitos totales y linfocitos significativamente mayores ($P < 0,01$ y $P < 0,001$, respectivamente, efecto inter-sujetos) comparado con las vacas de alta producción (> 45 litros/día) durante todo el periodo de estudio. De alguna manera, el estado inmunitario materno tanto pre- como postparto parece estar relacionado con su capacidad productora, pudiendo estar implicado algún componente genético. Este hecho indicaría que una selección genética para la alta producción podría comprometer el estado inmunitario materno durante el periparto, en contra a lo afirmado en otros estudios (Detilleux et al., 1995).

Finalmente, en las vacas con producción baja se observó un descenso en el recuento de leucocitos totales durante la segunda semana postparto, que podría indicar un flujo de los leucocitos hacia el útero para una correcta involución (Dhaliwal et al., 2001). Si esto es así, nuestros datos sugieren la existencia de diferencias en la involución uterina asociados al nivel productivo del animal.

En conclusión, las vacas con producción alta (> 45 litros/día) tuvieron un recuento leucocitario más bajo que el de las vacas con producción baja. Esta diferencia se debió mayoritariamente a su menor población linfocitaria a nivel periférico. Estos datos permiten plantear la hipótesis que la glándula mamaria de las vacas de alta producción es capaz de atraer más linfocitos que la de baja producción, para protegerla de la mastitis causada por *E. coli* y otras bacterias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Detilleux, J.C., Kehrl, M.E., Jr., Stabel, J.R., Freeman, A.E., Kelley, D.H., 1995. Study of immunological dysfunction in periparturient Holstein cattle selected for high and average milk production. *Vet Immunol Immunopathol* 44: 251-267
- Dhaliwal, G.S., Murray, R.D., Woldehiwet, Z., 2001. Some aspects of immunology of the bovine uterus related to treatments for endometritis. *Anim Reprod Sci* 67: 135-152
- Mallard, B. A., Dekkers, J. C., Ireland, M. J., Leslie, K. E., Sharif, S., Vankampen, C. L., Wagter, L., and Wilkie, B. N., 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *J Dairy Sci* 81: 585-595
- Mehrzad, J., Dosogne, H., Meyer, E., Heyneman, R., Burvenich, C., 2001. *J Dairy Res* 68: 399-415
- Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council (Eds.), 2001. Nutrient requirement of dairy cattle, 7th Revised Edition. Washington, D.C., *National Academy Press*
- Ohtsuka, H., Koiwa, M., Fukuda, S., Satoh, Y., Hayashi, T., Hoshi, F., Yoshino, T.O., Kawamura, S., 2004. Changes in peripheral leukocyte subsets in dairy cows with inflammatory diseases after calving. *J Vet Med Sci* 66: 905-909.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MICINN proyecto con referencia AGL-2007-C02-01. Abdelfatah A. disfruta de una beca FPI con referencia BES-2008-9883.

Tabla 1. Efecto de la producción de leche al día 50 postparto sobre el conteo total y diferencial de leucocitos durante el periodo periparto, mediante análisis de variancia por GLM de medidas repetidas.

Efecto	Población	gl	F	P
Inter-grupos	Leucocitos totales	1	7.89	0.006
	Linfocitos	1	25.80	<0.001

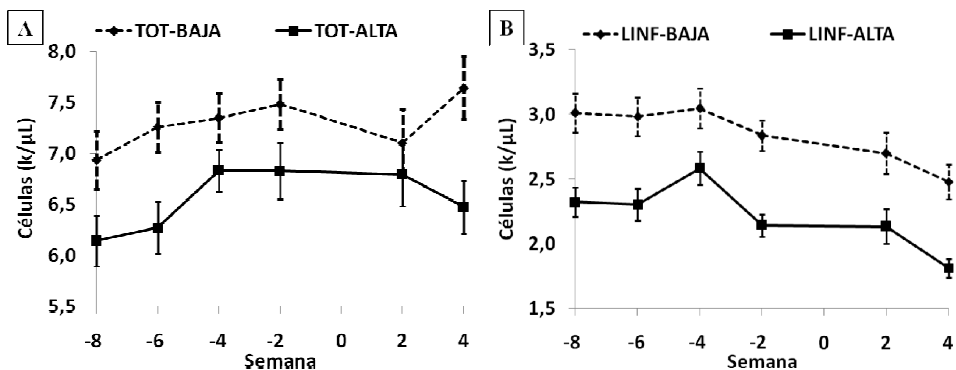


Figura 1. Diferencia en los contajes de leucocitos totales (TOT) (Figura 1A), y linfocitos (LINF) (Figura 1B), durante el periodo periparto entre vacas de alta producción lechera (>45 litros/día, n=46, ALTA) frente a vacas con baja producción (≤45 litros/día, n=56, BAJA).

TOTAL WHITE BLOOD CELL AND LYMPHOCYTE COUNTS ARE DIFFERENT BETWEEN HIGH AND LOW MILK PRODUCING COWS DURING THE PERIPARTUM PERIOD

ABSTRACT: Increasing milk production is the purpose of dairy cattle sector, and more milk produced means more profit gained. The immunity of the pregnant high-producing dairy cows during the peripartum period is important for a healthy postpartum condition. In order to study the effect of milk production on the peripartum immunity, 102 pregnant cows with High (>45 Liters/day, n=46) and Low (≤45 Liters/day, n=56) milk production were used. Six blood samples were collected by tail vessel puncture during the peripartum period every 15 days, four during the last two months of gestation and two during the first postpartum month. Samples were automatically analyzed with HemaVet® Multispecies Hematology system and leukocyte counts were recorded. Data was statistically analyzed using GLM repeated measures ANOVA to test the effect of milk production on leukocyte counts. Cows with high milk production had lower total leukocytes ($P<0.01$; Between-group effect) and lymphocytes ($P<0.001$; Between-group effect) during all the study period than cows with low milk production. The lower peripheral total leukocytes were caused mainly by lower lymphocyte numbers. It could be hypothesized that that the high producing udder is attracting more lymphocytes to provide protection against mastitis caused by opportunistic organisms, ex. *E. coli* and other bacteria.

Keywords: Milk production, leukocyte counts, dairy cattle.

INMUNOLocalización DE RECEPTORES PARA MELATONINA MT1A EN CÉLULAS DEL CÚMULUS OVINAS

Casao, A.¹, Pérez-Pe, R.¹, Forcada, F.², Abecía, J.A.², Muiño-Blanco, T.¹ y Cebrián-Pérez, J.A.¹

¹ Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular.

² Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. España. E-mail: adriana@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La presencia de melatonina, tanto endógena como exógena, durante la maduración del ovocito en la especie ovina afecta positivamente a su calidad final, tanto en situaciones in vivo (Vázquez et al., 2009; Vázquez et al., 2010) como in vitro (Casao et al., 2010). Sin embargo, el mecanismo por el que la melatonina podría ejercer su acción sobre la maduración ovocitaria no es del todo conocido. Aunque en situaciones in vivo podría ejercer su acción mediante una mejora de la función del eje hipotálamo-hipofisario (Forcada et al., 2007), este mecanismo no explicaría el incremento de las tasas de maduración obtenidas in vitro en presencia de melatonina (Casao et al., 2010).

En el folículo preovulatorio, el ovocito está rodeado de una capa compacta de células de la granulosa especializadas, denominadas células del cúmulus. A su vez, el ovocito está rodeado de la zona pelúcida, formada por mucopolisacáridos que es impermeable a la mayor parte de las sustancias. Por lo tanto, la comunicación entre el ovocito y el fluido folicular se produce a través de las células del cúmulus que emiten prolongaciones (*gap-junctions* o uniones gap) que atraviesan la zona pelúcida y conectan con la membrana plasmática del ovocito (Senger, 2003). La falta de receptores para la mayor parte de las hormonas reproductivas en la membrana plasmática del ovocito, y su presencia en la de las células de la granulosa y el cúmulus (Juengel et al., 2006) confirmarían la teoría de que la maduración ovocitaria está regulada por estas células (Sun et al., 2009). Por tanto, el objetivo de este estudio es demostrar la presencia de receptores para melatonina en la membrana de las células del cúmulus del ovocito inmaduro como primer paso para determinar el mecanismo de acción de la melatonina sobre la maduración ovocitaria.

MATERIAL Y METODOS

Para la obtención de células del cúmulus, se recogieron 20 ovarios de ovejas adultas, sacrificadas en el matadero y se transportaron al laboratorio en PBS con 100 UI/ml penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin, a una temperatura de alrededor de 35°C. Ya en el laboratorio, los ovarios se lavaron 3 veces con PBS a 35°C, se dispusieron en una placa Petri cubiertos parcialmente con medio de manejo (Hepes-TCM199, 0,1% PVA, 0,04% NaHCO₃, 25 UI/ml de heparina, 100 UI/ml penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin) y los folículos se rompieron para liberar los ovocitos y células de la granulosa mediante una combinación de los métodos de punción y *slicing* (Wani et al., 2000). 80 ovocitos con varias capas de células del cúmulus se transfirieron a otra placa con medio de manejo, y las células del cúmulus se separaron mediante una serie de enérgicos pipeteos. Estas células del cúmulus libres en el medio se fijaron añadiendo paraformaldehído al 4% e incubando a temperatura ambiente durante 15 minutos. Tras la fijación, 40 µl de la suspensión celular se dispuso sobre portaobjetos recubiertos de poli-L-lisina y se dejaron secar toda la noche. Al día siguiente las muestras se lavaron 3 veces con PBS (136 mM NaCl, 2,68 mM KCl, 10,1 mM Na₂HPO₄ y 1,76 mM KH₂PO₄, pH 7,2) y se permeabilizaron con tritón X-100 al 0,5% (v/v) en PBS durante 15 minutos. Tras otros tres lavados en PBS, los sitios de unión inespecíficos se bloquearon mediante una incubación con 5% de BSA (w/v) en PBS durante dos horas a temperatura ambiente; pasado ese tiempo, las células de la granulosa se incubaron con el anticuerpo primario MEL-1A/B-R (H-120, *rabbit polyclonal antibody*, Santa Cruz Biotechnology, Inc., EEUU), que reacciona frente a los aminoácidos 161-280 de la región interna del receptor para melatonina MT1A de origen humano, a una concentración de 1/50 en PBS con 1% de BSA (p/v) durante toda la noche a 4°C, excepto una de las muestras, que se incubó únicamente en PBS con 1% de BSA sin anticuerpo primario y que sirvió como control.

Al día siguiente, las muestras se lavaron tres veces en PBS durante 5 minutos, y se incubaron con el anticuerpo secundario Alexa Fluor 488 (*chicken anti-rabbit*, Invitrogen Corp., Carlsbad, EEUU) a una concentración de 1/800 en PBS con 1% de BSA (p/v) durante una hora a temperatura ambiente y en oscuridad. Pasado ese tiempo las muestras se lavaron de nuevo tres veces con PBS durante 5 minutos y en oscuridad, se tiñeron con yoduro de propidio para marcar los núcleos, se montaron en portaobjetos con medio de montaje (DABCO, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, EEUU) y se estudiaron mediante microscopía de fluorescencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las células del cúmulus incubadas con anticuerpo primario mostraron una intensa fluorescencia verde en forma de punteado en toda la superficie de la membrana plasmática (Figura 1a) correspondiente a los receptores MT1A para melatonina, mientras que las células control únicamente presentaban una fluorescencia roja correspondiente a la tinción de los núcleos con yoduro de propidio (Figura 1b). La presencia de receptores MT1A para melatonina y su expresión génica en células del cúmulus y la granulosa del ovario ya ha sido previamente demostrada en otras especies, en concreto en humana (Yie et al., 1995), rata (Soares et al., 2003) y en la especie porcina (Kang et al., 2008).

A pesar de que el efecto de la melatonina sobre la maduración del ovocito y su calidad final está ampliamente demostrado en muchas especies (Dimitriadis et al., 2005; Kang et al., 2008; Berlinguer et al., 2009), incluida la ovina (Casao et al., 2010), el mecanismo de acción por el que ejercería este efecto todavía no se conoce completamente. Sin embargo, el hecho de que las células de la granulosa secreten activamente melatonina (Kim et al., 2010), y que los niveles de esta hormona en el foliculo pre-ovulatorio sean superiores a los sanguíneos (Brzezinski et al., 1987), sugieren que la presencia de melatonina podría ser fundamental en el proceso de maduración del ovocito.

La presencia de receptores para melatonina en la membrana de las células del cúmulus indicaría que parte de los efectos de la melatonina sobre la maduración del ovocito podrían estar modulados a través de estos receptores. En concreto, la activación de los receptores para melatonina MT1 en células somáticas produce un aumento de la fosforilación de las kinasas ERK1/2 y MEK (Jockers et al., 2008), lo que en las células del cúmulus produciría el bloqueo de las uniones gap, paso indispensable para la reanudación de la meiosis previa a la ovulación (Sun et al., 2009).

En conclusión, los resultados de este trabajo ponen de manifiesto la presencia de receptores para melatonina MT1A en las células del cúmulus ovinas, aunque su relación con las variaciones estacionales de fertilidad in vivo y la competencia ovocitaria in vitro, además de las rutas bioquímicas implicadas, deberán ser estudiadas en trabajos posteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Berlinguer, F., Leoni, G. G., Succu, S., Spezzigu, A., Madeddu, M., Satta, V., Bebbere, D., Contreras-Solis, I., Gonzalez-Bulnes, A. Naitana, S. 2009. *J. Pineal Res.* 46: 383-391.
- Brzezinski, A., Seibel, M. M., Lynch, H. J., Deng, M. H. Wurtman, R. J. 1987. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 64: 865-867.
- Casao, A., Abecia, J. A., Cebrian-Perez, J. A., Muino-Blanco, T., Vazquez, M. I. Forcada, F. 2010. *Span. J. Agric. Res.* 8: 35-41.
- Dimitriadis, I., Papanikolaou, T., Vainas, E., Amiridis, G. S., Valasi, I., Samartzi, F. Rekkas, C. A. 2005. *Reprod. Domest. Anim.* 40: 397-397.
- Forcada, F., Abecia, J. A., Casao, A., Cebrian-Perez, J. A., Muino-Blanco, T. Palacin, I. 2007. *Theriogenology* 67: 855-862.
- Jockers, R., Maurice, P., Boutin, J. A. Delagrangé, P. 2008. *British Journal of Pharmacology* 154: 1182-1195.
- Juengel, J. L., Heath, D. A., Quirke, L. D. McNatty, K. P. 2006. *Reproduction* 131: 81-92.
- Kang, J. T., Koo, O. J., Kwon, D. K., Park, H. J., Jang, G., Kang, S. K. Lee, B. C. 2008. *J. Pineal Res.* 46: 22-28.
- Kim, M. K., Park, E. A., Choi, W. Y., Lee, W. S., Yoon, T. K. Lee, D. R. 2010. *Fertil. Steril.* 94: S142-S142.
- Senger, P. L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. EEUU, Current Conceptions, Inc.

- Soares, J. M. J., Masana, M. I., Ersahin, C. Dubocovich, M. L. 2003. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 306: 694-702.
- Sun, Q.-Y., Miao, Y.-L. Schatten, H. 2009. *Cell Cycle* 8: 2741-2747.
- Vázquez, M. I., Forcada, F., Casao, A., Abecia, J. A., Sosa, C. Palacín, I. 2010. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 677-684.
- Vázquez, M. I., Forcada, F., Casao, A., Sosa, C., Palacín, I. Abecia, J. A. 2009. *Anim. Reprod. Sci.* 112: 83-94.
- Wani, N. A., Wani, G. M., Khan, M. Z. Salahudin, S. 2000. *Small Rumin. Res.* 36: 63 - 67.
- Yie, S., Niles, L. Younglai, E. 1995. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 80: 1747-1749.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado con las ayudas AGL2010-18975, AGL2008-01476 (subprograma GAN), y A26-2010/DGA.

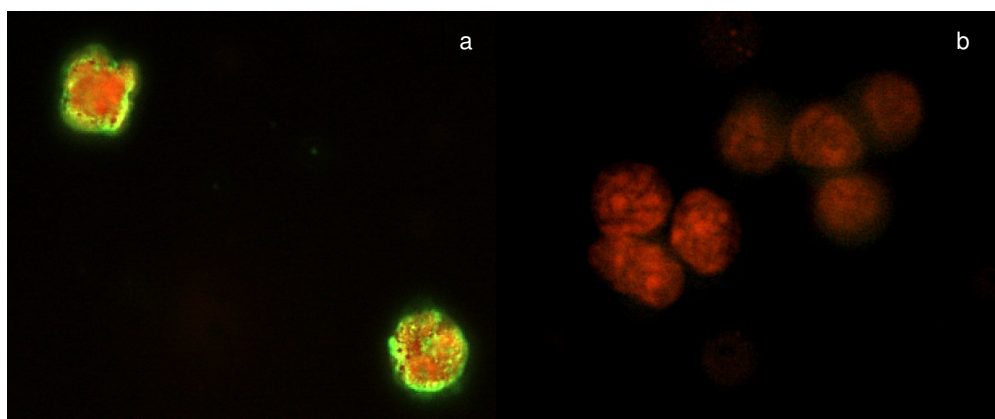


Figura 1: Receptor para melatonina MT1A, visible en forma de punteado en la superficie de la membrana plasmática de las células del cúmulus ovinas tras inmunofluorescencia indirecta (a). Este punteado no está presente en las células utilizadas como grupo control e incubadas sin anticuerpo primario frente a este receptor (b).

IMMUNOLocalIZATION OF MELATONIN RECEPTOR MT1A IN OVINE CUMULUS CELLS

ABSTRACT: Endogen or exogen melatonin increases in vivo and in vitro oocyte developmental competence. This effect could be mediated by melatonin effect over immature oocyte's cumulus cells due to the impermeability of oocyte's zona pellucida to most substances. In order to determine if this effect is mediated by melatonin specific membrane receptors, cumulus cells obtained from adult ewes' ovaries were subjected to indirect immunofluorescence with anti-melatonin receptor MT1A antibody. Direct visualization by fluorescence microscopy of cumulus cells incubated with anti- MT1A showed an intense fluorescence all over the plasma membrane, which did not appear in the cells used as controls. These results indicate the presence of melatonin receptors in ewes' cumulus cells, although the importance this receptor may have on in vivo fertility seasonal variations and in vitro increase of oocyte developmental competence as well as the biochemical pathways implicated should be determined in future studies.

Keywords: Melatonin, receptor, cumulus cells, sheep.

EL FACTOR DE CRECIMIENTO EPIDÉRMICO PARTICIPA EN LA CAPACITACIÓN *IN VITRO* DE ESPERMATOZOIDES OVINOS A TRAVÉS DE LA RUTA DE LAS MAP KINASAS

Luna-Valiente, C., Colás-Esteban, C., Domingo-Sanz, J., Pérez-Pé, R., Cebrián-Pérez J.A., y Muiño-Blanco, T.

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Veterinaria, Zaragoza. España.

E-mail: caroluna@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En estudios anteriores, nuestro grupo demostró que el incremento de adenosín 3',5'-monofosfato cíclico (cAMP) produce un aumento significativo de la proporción de espermatozoides ovinos capacitados *in vitro* (Colás et al., 2008), aunque otra vía de señalización celular debería de estar implicada en la regulación de la capacitación en esta especie. El objetivo de esta comunicación es estudiar la implicación del factor de crecimiento epidérmico (EGF) en la capacitación, para lo que en primer lugar nos centramos en confirmar la presencia y localización de su receptor (EGFR) en la célula espermática. También se han estudiado variaciones en el porcentaje de espermatozoides capacitados, la fosforilación de proteínas en residuos de tirosinas y los posibles cambios en el patrón de motilidad en muestras incubadas en presencia de EGF.

MATERIAL Y MÉTODOS

El semen utilizado se obtuvo mediante vagina artificial a partir de moruecos pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa Aragonesa (ANGRA), estabulados en la Facultad de Veterinaria de Zaragoza en condiciones nutricionales uniformes. Con el objetivo de eliminar las diferencias individuales, se utilizó una mezcla de los segundos eyaculados de cuatro moruecos. Los experimentos se realizaron manteniendo los animales con un periodo de abstinencia de dos días, de acuerdo con estudios previos (Ollero et al., 1996).

La metodología utilizada para la obtención de espermatozoides libres de plasma seminal por un método de swim-up/dextrano, la evaluación de viabilidad (doble tinción con CFDA/PI), estado de capacitación (tinción con CTC) y fosforilación de proteínas en residuos de tirosinas, fue la descrita previamente (Pérez-Pé et al., 2002). Los parámetros de motilidad espermática se valoraron en el transcurso de la incubación utilizando un Sistema Computerizado de Análisis Seminal (Proiser SL, Buñol, España). En un portaobjetos previamente atemperado se colocó una gota de 6 μ l de la dilución seminal, que se cubrió con un cubreobjetos también atemperado. La visualización se realizó con un microscopio de contraste de fase con platina térmica atemperada a 37°C, conectado a una cámara de video, a su vez conectada a un ordenador con el *software* de análisis seminal. Para la evaluación de la hiperactivación se utilizaron dos parámetros: ALH, que mide el desplazamiento lateral de la cabeza, y LIN, que expresa linealidad (relación entre velocidad rectilínea y curvilínea). Los espermatozoides capacitados presentan $LIN \leq 45\%$ y $ALH \geq 3,5 \mu m$ (Colás et al. 2010).

Para inducir la capacitación espermática *in vitro*, alícuotas de $1,6 \times 10^8$ céls/ml seleccionadas mediante swim-up se introdujeron en una estufa de incubación en condiciones capacitantes (39°C, 5% de CO₂ y 100% de humedad relativa) durante 3 horas. Las incubaciones se llevaron a cabo en medio TALP completo con 5 mg/ml de albúmina sérica bovina como muestra control. Para estudiar la implicación de EGF en la capacitación, se añadieron concentraciones crecientes de EGF (*Sigma Chemical Company.*, Madrid) a las alícuotas control, concretamente se ensayaron las concentraciones de 25, 50 y 100 nM de EGF. La fosforilación de proteínas en residuos de tirosina se analizó mediante western-blot, haciendo 3 ensayos de cada tipo y realizando estudios cuantitativos mediante densitometría. La presencia del receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR) se estudió mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI) en muestras control y capacitadas en presencia de EGF. Se utilizó un anticuerpo primario anti-EGFR (1:40, *Abcam*, Cambridge, Reino Unido) y un secundario unido a fluoresceína (EGF Alexa Fluor-488, 1:500 *Molecular Probes Inc.*, Eugene, OR, EEUU). La preparación se visualizó en un microscopio de fluorescencia (Nikon Eclipse E400), con el objetivo 100x y un filtro B-2A. Los resultados del análisis estadístico se presentan como la media \pm desviación estándar del número de muestras indicado en cada caso. Para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre muestras se

realizó el test ANOVA. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS (SPSS *software*, versión 15.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR) en el acrosoma del 78,2 ± 3,5% de los espermatozoides de semen ovino fresco (Figura 1A, B). La especificidad de la señal se confirmó omitiendo la incubación con el anticuerpo primario anti-EGFR o con el secundario, encontrando ausencia total de señal fluorescente. La inducción de la capacitación en presencia de EGF no supuso un cambio significativo en la proporción de espermatozoides con señal (61,0 ± 7,6), ni en la distribución de EGFR. Estos resultados se confirmaron mediante western blot de lisados celulares, que mostraron la presencia de una banda de aproximadamente 170 kDa, que coincide con el peso molecular del receptor (Figura 1C).

Una vez confirmada la presencia de EGFR en espermatozoides ovinos, se estudió el efecto de la adición de EGF y comprobamos que estimuló significativamente la capacitación y la reacción acrosómica después de 3 horas de incubación (Figura 2). El porcentaje de espermatozoides capacitados aumentó de 36,2 ± 1,8% en muestras control a 46,6 ± 2,0%, 49,3 ± 5,6% y 49,9 ± 2,0% con 25, 50 y 100 nM de EGF, respectivamente. Los resultados obtenidos confirmaron que la adición al medio control TALP de EGF 100 nM, supuso no sólo un incremento en el porcentaje de espermatozoides capacitados, sino también un incremento significativo ($P < 0,01$) del 14,5 ± 0,6% en fosfotirosinas, concordando con los resultados obtenidos del estudio del patrón CTC (Figura 3).

Los valores medios de %LIN disminuyeron tanto en las muestras control como en las capacitadas en presencia de EGF en el transcurso de las 3 horas de incubación (45,4 ± 6,9% vs 43,1 ± 6,9% en las muestras control y 43,8 ± 4,1% vs. 42,1 ± 5,7% en muestras capacitadas con EGF; $n=11$). Curiosamente, también se observó un descenso en la amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH, en μm) a lo largo de las 3 horas (3,4 ± 0,4% vs 3,2 ± 0,4% en las muestras control y 3,6 ± 0,2% vs. 3,1 ± 0,3% en muestras capacitadas con EGF, $n=11$). No se observaron diferencias significativas en los dos parámetros considerados entre ambos grupos, aunque son resultados preliminares y es necesario contrastar datos de mayor número de ensayos.

Estos resultados pueden contribuir al conocimiento de los mecanismos moleculares involucrados en la adquisición de la competencia espermática, y en última instancia, en la fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colás, C., James, P., Howes, L., Jones, R., Cebrian-Perez, J.A., Muino-Blanco, T. 2008. *Reprod Fertil Dev* 20: 649-58.

Colás, C., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 2010. *Int J Androl* 33 (1): e187-97.

Ollero, M., Muiño-Blanco, T., Lopez-Perez, M.J., Cebrián-Pérez, J.A. 1996. *Int J Androl* 19: 287-292.

Pérez-Pé, R., Grasa, P., Fernández-Juan, M., Peleato, M.L., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 2002. *Mol Reprod Dev* 61: 226-33.

Agradecimientos: Financiado por CICYT-FEDER AGL 2008-01476, DGA B123/10 y beca predoctoral FPU 2009-1298. Los autores agradecen a ANGRA el suministro de sementales.

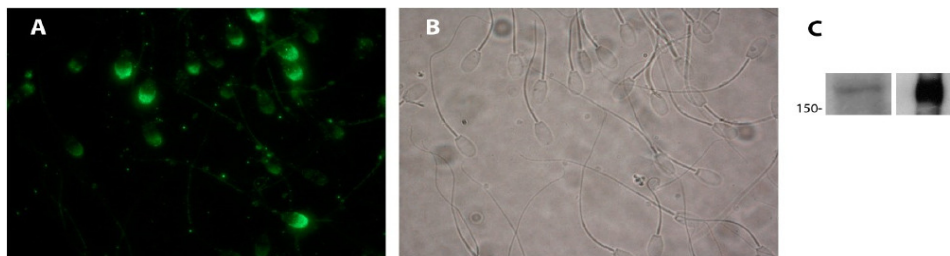


Figura 1. Localización del EGFR por inmunofluorescencia indirecta (A) Imagen de fluorescencia, (B) Imagen de campo claro (1000x). (C) Membranas de western blot indicando la presencia de EGFR en lisados de células espermáticas (1) y controles positivos de un lisado de células estimuladas con EGF (Upstate, Millipore).

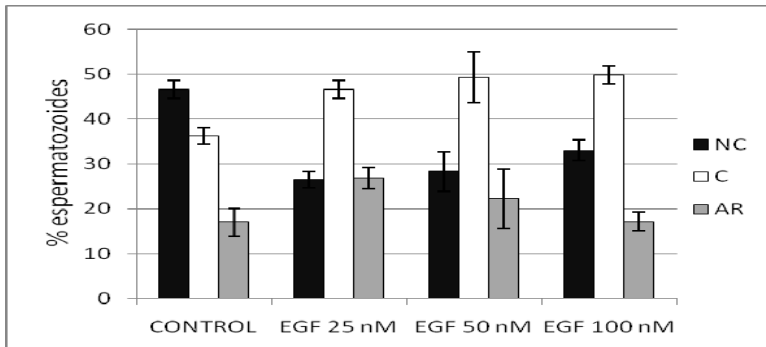


Figura 2. Efecto del EGF en el estado de capacitación de espermatozoides, evaluado por la tinción con clorotetraciclina (patrón CTC). No capacitados ■; Capacitados □; Acrosoma reaccionado ▒. (Porcentaje \pm desviación estándar; control, $n=19$; 25 nM EGF, $n=3$; 50 nM EGF, $n=3$; 100 nM EGF, $n=3$).

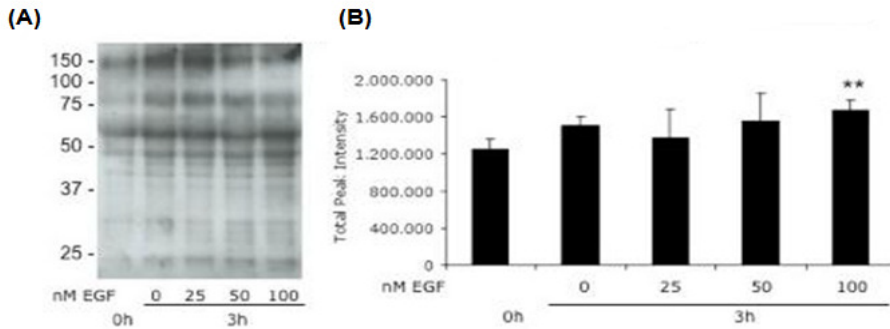


Figura 3. (A) Efecto del EGF en la fosforilación de proteínas en residuos de tirosina evaluado mediante western blot y (B) cuantificación densitométrica. ** Diferencia significativa ($P < 0.01$) relativa al control de capacitación, a las 3 h de incubación. Valores medios \pm desviación estándar (control, $n=19$; 25 nM EGF, $n=3$; 50 nM EGF, $n=3$; 100 nM EGF, $n=3$).

THE EPIDERMAL GROWTH FACTOR IS INVOLVED IN RAM SPERM *IN VITRO* CAPACITATION THROUGH MAP KINASES PATHWAY

ABSTRACT: Unlike most other species, ram spermatozoa are difficult to capacitate *in vitro*. We have previously shown that an artificial increase of cyclic adenosine 3',5'-monophosphate (cAMP) in the TALP medium stimulated ram sperm capacitation. Here we report, for the first time, the presence of the epidermal growth factor receptor (EGFR) in ram spermatozoa and that EGF significantly stimulates ram sperm capacitation and protein tyrosine phosphorylation. Also, EGF seems to play an important role in hyperactivated motility of spermatozoa during capacitation. Our findings might benefit our understanding of the biochemical mechanisms involved in the process of capacitation in sheep and, ultimately, fertility.

Keywords: ram sperm, capacitation, EGF, fertilization.

ESTUDIO DE UN MEDIO DE CRECIMIENTO ANTES DE LA MADURACION IN VITRO EN OVOCITOS DE CORDERAS DE BAJA CALIDAD SELECCIONADOS MEDIANTE LA TINCIÓN DEL AZUL DE CRESOL BRILLANTE

Catalá, M.G., Roura, M., Romaguera, R., Hammami, S., Izquierdo, D. y Paramio, M.T.

Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona. España. E-mail: Teresa.Paramio@uab.es

INTRODUCCIÓN

La producción *in vitro* de embriones es poco eficiente en comparación con la producción de embriones *in vivo* (Rizos et al., 2002; Cognie et al., 2003). Desde los años 80 no se ha conseguido aumentar significativamente la producción de blastocitos producidos *in vitro* (máximo del 40%) en las especies ganaderas. La eficacia de esta técnica es aún peor cuando se trabaja con animales prepúberes como donantes de ovocitos. Utilizar este tipo de ovocitos tiene la ventaja de poder acortar el intervalo entre generaciones incrementando así la intensidad de selección, sin embargo estos ovocitos se caracterizan por tener una maduración citoplasmática anormal y una menor capacidad de alcanzar la fase de blastocisto comparado con los ovocitos de donantes adultas (Armstrong, 2001). Resultados en cabras (Rodríguez-Gonzalez et al., 2002), vacas (Pujol et al., 2004), y cerdos (Egerszegi et al., 2010) demostraron que el test del azul de cresol brillante (BCB) es efectivo para seleccionar los ovocitos más competentes para alcanzar el estadio de blastocisto. El BCB es una tinción vital que determina la actividad intracelular de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH), enzima que se sintetiza dentro del ovocito durante la fase de crecimiento disminuyendo su actividad al completar la misma. Por lo tanto, ovocitos que hayan completado su crecimiento tendrán la G6PDH con baja actividad siendo incapaces de reducir el colorante (BCB+: ovocitos de color azul), mientras que los ovocitos que aun están en fase de crecimiento tendrán una alta actividad de la enzima reduciendo el colorante a una tonalidad más clara (BCB-: ovocitos incoloros).

De Wu et al. (2006) utilizando un medio de crecimiento durante las primeras horas de la maduración *in vitro* (MIV), lograron incrementar el número de blastocistos obtenidos de ovocitos porcinos de menor calidad provenientes de folículos pequeños.

El objetivo de este estudio es incrementar el desarrollo hasta blastocisto de los ovocitos de cordera seleccionados mediante la tinción del BCB utilizando para el ello el medio de crecimiento propuesto por De Wu et al. (2006) durante las 12 primeras horas de maduración *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovocitos se recuperaron mediante la técnica de *slicing* de ovarios de corderas de 3 a 6 meses de edad. Se seleccionaron los ovocitos con 3 o más capas de células del cúmulus (COCs) y citoplasma homogéneo. Los COCs, se incubaron en una solución de 13 μ M BCB durante 1 h a 38,5°C y 100% de humedad. Finalizado dicho período, se lavaron repetidas veces en medio PBS para eliminar posibles restos de colorante. La valoración de la tinción se realizó en un microscopio estereoscópico con el diafragma parcial o totalmente cerrado. Según la coloración, los ovocitos fueron clasificados como ovocitos que han finalizado su crecimiento (BCB+) y ovocitos en fase de crecimiento (BCB-). La MIV se llevó a cabo adaptando los protocolos de Ptak et al. (2006), Grazul-Bilska et al. (2003) y De Wu et al. (2006). Los medios utilizados durante la maduración fueron los siguientes:

MC (Medio de Crecimiento): TCM 199 suplementado con 0,04 μ g/mL de FSH, 0,04 μ g/mL de LH, 0,004 μ g/mL de estradiol, 100 μ g/mL de ácido ascórbico y 5 μ L/mL ITS (insulina, transferrina y selenio).

MT (Medio de Maduración Tradicional): TCM199 suplementado con 5 μ L/mL de FSH, 5 de μ g/mL LH, 1 μ L/mL de 17 β estradiol.

En los dos casos, los medios fueron suplementados con 10 ng/mL EGF, 0,2 mM piruvato de sodio, 2 mM L-glutamina, 100 μ M cisteamina, 10% (v/v) FBS (suero fetal bovino), 2% (v/v) antibiótico-antimicótico.

Los COCs seleccionados como BCB- fueron colocados en placas de 4 pocillos con 500 μ L de medio **MC** cubiertos con 200 μ L de aceite mineral durante 12 h. Pasado este tiempo, se transfirieron a medio **MT** durante 12 h más para completar su tiempo de maduración. A su vez, ovocitos BCB+ y BCB- se maduraron en placas de 4 pocillos con 500 μ L de medio **MT** durante 24 h. En todos los grupos, la MIV se llevó a cabo a 38,5 °C, en una atmósfera con un 5% de CO₂ en aire y máxima humedad.

Para la fecundación *in vitro* (FIV), se utilizó una mezcla de semen fresco de 3 machos de fertilidad previamente comprobada. Los espermatozoides se mantuvieron a temperatura ambiente durante 1,5 h y se seleccionaron mediante centrifugación en gradiente de densidades (Ovipure, Nidacon EVB S.L.). Posteriormente se cocultivaron con los COCs parcialmente desnudados (15 COC/gota de 50 μ L) en gotas de medio fluido oviductal sintético (SOF) con un 20% de suero de oveja en celo y una concentración de 1×10^6 espermatozoides/mL durante 22 horas en una atmósfera con un 5% CO₂, 5% O₂ y 90% N₂ y máxima humedad. Finalizada la FIV, los presuntos cigotos se desnudaron con un suave pipeteo y se colocaron en micro gotas de 20 μ L de medio SOF (6 presuntos cigotos/gota) en una atmósfera de 5% CO₂, 5% O₂, 90% N₂ y máxima humedad para su cultivo *in vitro*. A las 48 horas y a los 8 días post-inseminación se evaluó el porcentaje de ovocitos divididos y blastocistos, respectivamente. El análisis estadístico entre tratamientos se llevó a cabo mediante el test de Fisher en el GraphPad Prism v 3 (GraphPad Software, San Diego California USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en la Tabla 1. El porcentaje de blastocistos producidos con ovocitos BCB- madurados en MC+MT (3,7%) no fue significativamente superior al grupo BCB- madurado en MT (2,3%), aunque se observó un ligero incremento. Ninguno de los medios de maduración estudiados mejoró el porcentaje de blastocistos de los ovocitos BCB- en comparación con los blastocistos obtenidos de los ovocitos BCB+. Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran la efectividad de la tinción del BCB para seleccionar los ovocitos más competentes para el desarrollo embrionario *in vitro*, obteniendo un 9% de blastocistos respecto a 2,3% del grupo BCB-. La hipótesis para utilizar un medio de crecimiento (suplementado con ITS y ácido y una concentración de FSH y LH muy baja) era retrasar la meiosis del ovocito para permitirle una síntesis mayor de proteínas, gracias a la Insulina, y que completara la maduración citoplasmática imprescindible para permitir el desarrollo embrionario. En porcino De Wu et al. (2006) observaron un significativo incremento en el desarrollo embrionario de los ovocitos procedentes de folículos pequeños y cultivados en medios de crecimiento. En conclusión, la utilización del BCB permite seleccionar los ovocitos de cordera más competentes para producir embriones *in vitro*. Los ovocitos de hembras prepúberes que aún no han terminado su crecimiento (BCB-) no incrementan significativamente su desarrollo embrionario después de ser suplementados con ITS y AA, como se había observado en porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, D. T. 2001. *Theriogenology* 55: 1303-1322.
- Cognie, Y., Baril, G., Poulin, N., Mermillod, P. 2003 *Theriogenology* 59: 171-188.
- Egerszegi, I., Alm, H., Ratky, J., Heleil, B., Bruessow, K., Torner, H. 2010. *Reprod Fert Dev* 22: 830-838.
- Grazul-Bilska, A.T., Choi, J.T., Weigl, R.M., Kirsch, J.D., Kraft, K.C., Reynolds, L.P., Redmer, D.A. 2003. *Theriogenology* 59: 1449-1457.
- Ptak, G., Matsukawa, K., Palmieri, C., Della Salda, L., Scapolo, P.A., Loi, P. 2006. *Human Reprod* 21: 2228-2237.
- Pujol, M., Lopez-Bejar, M., Paramio, M.T. 2004. *Theriogenology* 61: 735-744.
- Rizos, D., Ward, F., Duffy, P., Boland, M.P., Lonergan, P. 2002. *Mol Reprod Dev* 61: 234-248.
- Rodriguez-Gonzalez, E., Lopez-

Bejar, M., Velilla, E., Paramio, M.T. 2002. *Theriogenology* 57: 1397-1409. • Wu, D., Cheung, Q.C., Wen, L., Li, J. 2006. *Biol Reprod* 75: 547-554.

Tabla 1: Efecto del medio de crecimiento (MC) sobre el desarrollo embrionario de los ovocitos de corderas seleccionados mediante el test del Brilliant Cresyl Blue (BCB).

Clasificación	Medio de Maduración	n,ovocitos fecundados	Desarrollo embrionario	
			División, n (%)	Blastocistos, n (%)
BCB+	MT	243	166 (68,3)	22 (9,0) ^a
BCB-	MT	216	125 (57,9)	5 (2,3) ^b
BCB-	12 h MC+12 h MT	268	167 (62,3)	10 (3,7) ^b

BCB: brilliant cresyl blue, MT: medio de maduración tradicional; MC: medio de crecimiento. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

STUDY OF A GROWTH MEDIUM BEFORE IN VITRO MATURATION OF LOW QUALITY LAMB OOCYTES SELECTED WITH THE BRILLIANT CRESYL BLUE TEST.

ABSTRACT: This study analyzed the effect of a growth medium (De Wu et al. 2006) in low quality lamb oocytes on blastocyst yield. Recovered oocytes were exposed for 1 h to 13 μ M brilliant cresyl blue (BCB) test and classified according to their cytoplasm coloration: BCB+ (blue cytoplasm, grown or high quality oocytes) and BCB- (uncolored, growing or low quality oocytes). Media used: Growth Medium (**GM**: TCM199 with low hormone concentration, 100 μ g/mL ascorbic acid, 5 μ L/mL insulin-transferrine-selenium) and Conventional Medium (**CM**: TCM199 with normal hormone concentration and serum). BCB- oocytes were matured in GM for 12 h and then transferred to CM to complete *in vitro* maturation. In turn BCB- and BCB+ oocytes were directly matured for 24 h in CM. *In vitro* fertilization took place in synthetic oviductal fluid (SOF) with 20% of oestrus sheep serum (1×10^6 spz/mL). Presumptive zygotes were cultured for 8 days in SOF. Results showed the effectiveness of the BCB staining in selecting the most competent oocytes for *in vitro* embryo development. Blastocysts obtained with BCB+ was significantly higher (9.0%) compared to BCB- matured in CM (2.3%) or in GM+CM (3.7%). De Wu's (2006) growth medium failed to increase significantly embryo production of lamb oocytes.

Keywords: lamb, oocyte quality, brilliant cresyl blue.

DIFERENCIAS ENTRE OCHO ESPECIES DE MAMÍFEROS EN LA RESISTENCIA DE LA ZONA PELÚCIDA A LA DIGESTIÓN ENZIMÁTICA INDUCIDA POR EL FLUIDO OVIDUCTAL

Mondéjar, I., Avilés, M. y Coy, P.¹

¹Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30071, España. E-mail: pcoy@um.es

INTRODUCCIÓN

La resistencia de la zona pelúcida (ZP) de los ovocitos a la digestión enzimática mediante proteasas ha sido un parámetro que clásicamente se ha relacionado con el control de la polispermia y cuyo incremento se consideraba, hasta hace muy poco, una consecuencia de la reacción cortical tras la entrada del espermatozoide (Gulyas & Yuan, 1985). Sin embargo, como se ha demostrado recientemente (Coy et al., 2008), el contacto de la ZP de ovocitos de cerda y de vaca con el fluido oviductal de la propia especie o de una heteróloga, en ausencia de espermatozoides, provoca un aumento muy marcado de la resistencia de la ZP a la digestión con pronasa. Este aumento dificulta la entrada de espermatozoides en el ovocito y está directamente relacionado con el control de la polispermia. Además, se ha comprobado que el contacto del ovocito con el fluido oviductal previo a la fecundación también mejora el posterior desarrollo embrionario (Lloyd et al., 2009). El nuevo mecanismo descrito, denominado “endurecimiento pre-fecundación de la ZP”, está mediado por la glicoproteína específica del oviducto (OVGP1) y por glicosaminoglicanos sulfatados como la heparina. Hasta el momento, no se sabe si este mecanismo está presente en todas las especies de mamíferos ni si los factores responsables del mismo (OVGP1 y S-GAGs) tienen un efecto heterólogo entre especies distintas a la porcina y la bovina. Dado el interés que podría tener para la mejora de los sistemas de producción *in vitro* de embriones, el objetivo del presente trabajo consistió en estudiar el efecto homólogo y heterólogo del fluido oviductal de 5 especies de mamíferos sobre la resistencia de la ZP a la digestión con pronasa en ovocitos de 8 especies, también de mamíferos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se han utilizado ovocitos madurados *in vitro* de las especies bovina (*Bos taurus*), caprina (*Capra hircus*), porcina (*Sus scrofa domestica*) y ovina (*Ovis aries*); y ovocitos madurados *in vivo*, obtenidos tras un tratamiento con gonadotropinas, de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), hámster (*Mesocricetus auratus*), rata (*Rattus norvegicus*) y ratón (*Mus musculus*). Los ovocitos madurados *in vitro* fueron decumulados mecánicamente con una pipeta automática; los ovocitos tubáricos de ratas y los de folículos preovulatorios de conejo, hámster y ratón fueron decumulados usando hialuronidasa (1 mg/ml). Posteriormente, todos los ovocitos se lavaron tres veces en tampón fosfato salino (PBS) y se trataron con el correspondiente fluido oviductal (FO). El FO usado procedió de animales adultos en fase folicular tardía de las especies bovina, porcina, ovina, caprina y de conejo y se extrajo según el protocolo descrito previamente (Carrasco et al., 2008). Los ovocitos se incubaron en gotas de fluido oviductal (FO) a razón de 1 ovocito por cada microlitro (μ l) de FO en placas cubiertas con aceite mineral que se mantuvieron a 38,5 °C bajo 5 % de CO₂ y al 100% de humedad durante 30 minutos. En cada experiencia se usó también un grupo control en el que los ovocitos no se trataron con ningún FO. Para conocer el tiempo de digestión de la ZP de los ovocitos no tratados y los tratados con FO, los ovocitos se extrajeron de las gotas correspondientes a cada tratamiento, se lavaron rápidamente en PBS y se introdujeron en gotas de 50 μ l de solución de pronasa (*Streptomyces griseus*) al 0,5 % (p/v) en PBS sin Ca²⁺ ni Mg²⁺ (Coy et al., 2002). El proceso de disolución de las ZPs fue continuamente revisado bajo un estereomicroscopio con una platina calefactora a 38 °C y se fue anotando el tiempo de disolución de cada ZP (tiempo en el que deja de visualizarse por completo la ZP) al cual nos referiremos como tiempo de digestión de la ZP. Se realizó un análisis bivalente para analizar si las variables usadas fluido oviductal y especie de ovocito influyen de forma individual y de forma simultánea al tiempo de digestión de las ZP mediante el test estadístico ANOVA (p<0,001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los resultados obtenidos nos indica que existen diferencias significativas entre los diferentes fluidos oviductales empleados por especie de ovocito y entre las diferentes especies de ovocitos usadas por cada fluido oviductal. Para simplificar el análisis de los resultados, se realizó un análisis de la varianza (Anova) analizando el tiempo de digestión de cada especie de ovocito cuando estos son tratados con los diferentes fluidos oviductales, observándose las diferencias significativas que se muestran en la Tabla 1. Los datos obtenidos indican que cuando se analizan los ovocitos control todos ellos se digieren en pocos minutos excepto el hámster que tarda en hacerlo horas. Aún así, todos los ovocitos tratados aumentan su resistencia a la digestión de la ZP con pronasa en mayor o menor grado según se haya usado un FO u otro, con la excepción de la rata y el ratón. En estas especies la ZP presenta un tiempo de digestión similar a los controles excepto en la rata con el FO de coneja y en el ratón con los FOs caprino y de conejo en los que sí se produce un aumento en el tiempo de digestión de la ZP. Por todo ello, se puede concluir que los diferentes tipos de FOs analizados tienen la capacidad homóloga y heteróloga de producir un aumento de la resistencia de la ZP a la digestión con pronasa y que podrían ser usados en general en los sistemas in vitro para la disminución de la polispermia, excepto en los casos comentados de la rata y el ratón. Las diferencias observadas entre las distintas especies podrían estar relacionadas con la diferente composición de la ZP. Así, se observa que hay especies que poseen 3 proteínas y otras con 4 proteínas (Conejo, hámster y rata)(Hoodbhoy et al., 2005; Izquierdo-Rico et al., 2009). Otro factor que puede estar implicado en estas diferencias es la diferente longitud de la mucina OVGP1 siendo más efectiva aquella procedente de la coneja, que presenta un menor número de aminoácidos (Avilés et al., 2010). Además, el diferente grado de glicosilación de la OVGP1 podría influenciar este proceso. Son necesarios estudios adicionales para esclarecer este proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés, M., Gutiérrez-Adan, A., Coy, P. 2010. Oviductal secretions: will they be key factors for the future ARTs? *Mol Hum Reprod* 16, 896-906
- Carrasco, L. C., Romar, R., Avilés, M., Gadea, J., Coy, P. 2008. Determination of glycosidase activity in porcine oviductal fluid at the different phases of the estrous cycle. *Reproduction*. 136: 833-42
- Coy, P., Cánovas, S., Mondéjar, I., Saavedra, M., Romar, R., Grullón, L., Matás, C., Avilés, M. 2008. Oviduct-specific glycoprotein and heparin modulate sperm-zona pellucida interaction during fertilization and contribute to the control of polyspermy. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105: 15809-15814.
- Coy, P., Gadea, J., Romar, R., Matás, C., García, E. 2002. Effect of in vitro fertilization medium on the acrosome reaction, cortical reaction, zona pellucida hardening and in vitro development in pigs. *Reproduction*. 124: 279-288.
- Gulyas, B. J., Yuan, L. C. 1985. Cortical reaction and zona hardening in mouse oocytes following exposure to ethanol. *J Exp Zool* 233: 269-276.
- Hoodbhoy, T., Joshi, S., Boja, E.S., Williams, S. A., Stanley, P., Dean, J. 2005. Human sperm do not bind to rat zonae pellucidae despite the presence of four homologous glycoproteins. *J Biol Chem* 280: 12721-31.
- Izquierdo-Rico, M. J., Jiménez-Movilla, M., Llop, E., Pérez-Oliva, A. B., Ballesta, J., Gutiérrez-Gallego, R., Jiménez-Cervantes, C., Avilés, M. 2009. Hamster zona pellucida is formed by four glycoproteins: ZP1, ZP2, ZP3, and ZP4. *J Proteome Res* 8: 926-41
- Lloyd, R., Romar, R., Matás, C., Gutiérrez-Adan, A., Holt, W., Coy, P. 2009. Effects of oviductal fluid on the development, quality, and gene expression of porcine blastocysts produced in vitro. *Reproduction* 137: 679-687.

Agradecimientos: Este trabajo se realizó gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación y del FEDER para los proyectos AGL2009-12512-C02-01 y 02.

Tabla 1. Tiempo de digestión de la ZP (horas) de ovocitos de diferentes especies tratados con diferentes fluidos oviductales.

FO Ovocito	Control-	FO Bovino	FO Caprino	FO Conejo	Ovino	Porcino	P-value
Bovino	0,05±0,01 a N=28	196,50 ± 28,56bc N=10	172,10±34,59b N=10	288,00 ± 0,00c N=10	105,90±25,37b N=10	1,78±,03a N=10	<0,001
Caprino	0,06±0,01a N=17	42,15±22,13ab N=10	13,45±3,70a N=10	240,00±0,00c N=10	120,10±32,76b N=10	0,72±0,24a N=10	<0,001
Conejo	0,04±0,01a N=10	13,95±1,29a N=10	110,40±6,40b N=10	120,00±0,00b N=9	120,00±0,00b N=10	6,48±1,01a N=10	<0,001
Hámster	24,42±4,79a N=22	26,85±10,35a N=10	47,55±15,81a N=10	288,00±0,00b N=17	240,00±3,58b N=10	63,30±12,99a N=10	<0,001
Ovino	0,09±0,01a N=20	76,86±32,55ab N=10	0,60±0,14a N=10	168,00 ± 0,00c N=10	88,27±32,54ab N=10	0,48±0,13a N=10	<0,001
Porcino	0,05±0,01a N=30	98,30±38,57b N=10	5,15±1,24a N=10	288,00±0,00c N=10	4,51±0,28a N=10	9,20±2,24a N=10	<0,001
Rata	0,07±0,01a N=21	0,04±0,01a N=10	0,05±0,01a N=10	207,43 ± 24,47b N=14	0,06±0,01a N=10	0,06±0,01a N=10	<0,001
Ratón	0,04±0,01a N=10	0,07±0,01a N=7	14,86±1,64a N=10	96,00±8,00b N=10	0,06±0,01a N=7	0,04±0,01a N=7	<0,001

DIFFERENCES AMONG EIGHT MAMMALIAN SPECIES IN THE ZONA PELLUCIDA RESISTANCE TO ENZYMATIC DIGESTION INDUCED BY OVIDUCTAL FLUID

ABSTRACT: The pre-fertilization zona pellucida (ZP) hardening is a mechanism recently described affecting, at least, porcine and bovine oocytes. By this mechanism, the ZP of oocytes in contact with oviductal fluid binds oviductal-specific glycoprotein (OVGP1) and increases its resistance to proteolytic digestion and to sperm entry. Sulphated glycosaminoglycans (S-GAGs) reinforce OVGP1-ZP binding and prolong the effect along time. The present study tried to find out if this mechanism exists in other mammalian species different from the pig and cow and if the responsible molecules in the oviductal fluid of each species can act on ZP of heterologous oocytes. With this purpose, *in vitro* matured oocytes from bovine, caprine, porcine and ovine species and *in vivo* matured oocytes from rabbit, hamster, rat and mouse were incubated in oviductal fluid collected at the end of the follicular phase from bovine, porcine, ovine, caprine and rabbit oviducts. The results showed that all the oocytes incubated with each oviductal fluid increased at a variable level their resistance to pronase digestion, except rat and mouse. Rat oocytes were affected only by rabbit oviductal fluid and mouse oocytes were affected only by rabbit and goat oviductal fluids. In conclusion, the effect of oviductal fluid on pre-fertilization zona pellucida hardening is not species-specific, and represents a common mechanism for different mammals.

Keywords: Oviductal fluid, zona pellucida, hardening, mammals.

DETERMINACIÓN DE PLASMINÓGENO EN FLUIDO OVIDUCTAL PORCINO Y BOVINO A LO LARGO DEL CICLO ESTRAL

Romar, R. y Coy, P.

Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. 30071 Campus Espinardo, Murcia. España. E-mail: rromar@um.es

INTRODUCCIÓN

El sistema plasminógeno-plasmina, más conocido como sistema fibrinolítico por su papel en la disolución de los coágulos sanguíneos, está implicado en procesos de remodelación y migración celular como la invasión de tejidos por células tumorales (Danø et al., 1985) o la angiogénesis (Rifkin et al., 1983). El componente central del sistema es el plasminógeno (PLG), que es sintetizado principalmente en el hígado en forma de zimógeno inactivo (Raum et al., 1980). El PLG se activa transformándose en la serín proteasa plasmina (PLA) gracias a la acción de alguno de sus dos activadores, el activador del plasminógeno tipo tisular (tPA) o tipo uroquinasa (uPA). La actividad proteolítica de todo el sistema está controlada, principalmente, por inhibidores de los activadores del plasminógeno (PAIs) y por α -antiplasmina.

El sistema PLG-PLA ha sido relacionado con importantes eventos reproductivos como la ovulación (Liu, 2004), la expansión del *cumulus oophorus* (D'Alessandris et al., 2001), la espermatogénesis (Vihko et al., 1984), la motilidad espermática y la reacción acrosómica (Taitzoglou et al., 1986) y la invasión del endometrio por el trofoblasto (Sappino et al., 1989). En nuestro laboratorio hemos podido comprobar además que este sistema participa en el proceso de reconocimiento entre gametos regulando *in vitro* la polispermia en las especies porcina y bovina (Grullón et al., 2008a,b, 2009, 2010). De hecho, se han detectado distintos componentes del sistema PLG-PLA en los gametos de distintas especies: actividad uPA en ovocitos bovinos (Park et al., 1999), tPA en los de rata y ratona (Huarte et al., 1985) y tPA, uPA y PAI-1 en espermatozoides porcinos y humanos (Smokovitis et al., 1992). Las referencias a nivel oviductal son más escasas y el papel del sistema PLG-PLA sobre el proceso de fecundación no ha sido clarificado. Se sabe que en el tejido oviductal bovino hay un alto nivel de ARNm para uPA justo antes de la ovulación y un marcado descenso tras la misma (Gabler et al., 2001). Mientras, el tejido oviductal porcino posee ARNm para PAI-1 (Kouba et al., 2000) y tanto el tejido como el fluido oviductal de hamster tienen actividad PAs (Jimenez-Diaz et al., 2000). Se desconoce sin embargo si el FO de las especies porcina y bovina posee PLG, principal componente del sistema PLG-PLA. Por ello, el objetivo principal del presente trabajo consistió en averiguar si el PLG está presente en el FO de estas especies y si su concentración sufre variaciones a lo largo del ciclo estral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los oviductos acompañados de su ovario se recogieron de cerdas y vacas sacrificadas en el matadero y se transportaron al laboratorio en un termo a 4 °C en el plazo máximo de 2 horas tras el sacrificio. Una vez en el laboratorio, los oviductos fueron clasificados en las distintas fases del ciclo estral (folicular temprana, folicular tardía, luteal temprana y luteal tardía) según el aspecto y la morfología ovárica (Carrasco et al., 2008a,b). Seguidamente, los oviductos se separaron de sus ovarios y se disecaron hasta aislarlos del mesosalpinx. Todo el procedimiento se realizó a 4 °C. El fluido oviductal (FO) se obtuvo por aspiración introduciendo por la ampolla oviductal la punta de una pipeta automática calibrada en 200 μ l, ejerciendo una presión manual ascendente en dirección istmo-ampolla y aspirando el contenido oviductal que fue transferido a un tubo eppendorf y centrifugado (7000xg, 5 minutos, 4 °C) para descartar los posibles restos celulares aspirados durante la manipulación. Tras la centrifugación se descartó el sedimento celular y el sobrenadante se conservó a -80 °C hasta su análisis. Se aspiraron los oviductos necesarios para obtener dos muestras de cada fase del ciclo estral en cada especie.

La determinación de PLG se realizó mediante espectrofotometría utilizando un sustrato conjugado a p-nitroanilina (S-2251, Chromogenix, Milán, Italia) válido para determinar tanto

PLA como PLG que haya sido activado con estreptoquinasa (Friberger, 1975). Una vez activado el PLG en PLA, ésta escinde el sustrato cromogénico liberando la p-nitroanilina cuya absorbancia se mide a 405 nm. Se realizó una recta de calibración a partir de soluciones estándar (0, 100, 125, 150, 175, 200, 225 y 250 µg/ml) de plasminógeno bovino (BPLG, Molecular Innovations, Miami, EEUU). En el día del ensayo, se descongelaron las muestras de fluido oviductal porcino (FOP) y bovino (FOP) y se diluyeron 1:40 (v/v) con tampón Tris-NaCl (pH=7.4). A continuación se incubaron 20 µl de la muestra diluida con 10 µl (5 Unidades) de estreptoquinasa (S8026, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, EEUU) durante 10 minutos a 37 °C. Pasado este tiempo se añadieron 70 µl de sustrato cromogénico diluido en tampón Tris-NaCl (concentración final 3 mM) e inmediatamente se inició la medición de absorbancia en un espectrofotómetro (FLUOstar Galaxy, BMG Lab. Technologies, Durham, EEUU) durante 180 minutos. Se realizó un control negativo con PLG no activado, un control positivo con 3.75 Unidades de PLA (P1867, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, EEUU) y un control de tejido con FO no activado. Todas las mediciones se realizaron por duplicado. Al valor de absorbancia de cada muestra de FO se le restó el valor del control de tejido. Se realizó una recta patrón a partir de las pendientes de las soluciones estándar y se calculó la concentración de PLG a partir del incremento de absorbancia de cada una de las muestras. Los datos se expresan como media ± SEM y fueron analizados mediante un ANOVA de una vía con la fase del ciclo estral como factor fijo. Se consideraron valores significativos aquellos con P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que tanto el FOP como el FOB contienen PLG y que su concentración no varía a lo largo del ciclo estral en ninguna de las dos especies (P>0,05). No hemos encontrado referencias sobre la presencia de PLG o sus valores normales en FO de ningún mamífero. Como hemos comentado, el PLG se sintetiza mayormente en el hígado desde donde es liberado al torrente sanguíneo. Puesto que el FO es fundamentalmente un trasudado de suero, parece lógico pensar que la concentración de PLG en FO debiera estar cercana a la de PLG en el plasma sanguíneo. Aunque no hemos encontrado referencias para las especies porcina y bovina, la concentración media de PLG en plasma sanguíneo humano es de 12,2 mg/dl, con un rango desde 7,7 a 16,8 mg/dl (Leipnitz et al., 1988) por lo que la concentración de PLG en FO de las especies porcina y bovina se encuentran cercanos a los referidos en sangre para la especie humana. La síntesis del zimógeno PLG se realiza mayoritariamente a nivel hepático, órgano que se sitúa fuera del control hormonal de las gonadotropinas, lo que explicaría por qué los niveles de PLG no se ven afectados a lo largo del ciclo estral. Así pues, en el FO la concentración del PLG procedente del plasma sanguíneo se mantendría constante mientras que serían los activadores e inhibidores del PLG los que regularían la actividad proteolítica del sistema. De hecho se han descrito cambios en la síntesis o actividad de los activadores y/o inhibidores de PLG a lo largo del ciclo estral en la cerda (Tsantariotou et al., 2005) y el hámster (Jiménez Díaz et al., 2000). El hecho de que el PLG, principal componente del sistema PLG-PLA, se encuentre en niveles estables en el FO a lo largo de todo el ciclo estral nos hace pensar que el sistema PLG-PLA podría participar *in vivo* en el proceso de fecundación y/o el desarrollo embrionario temprano, ya que este PLG podría activarse a PLA por los activadores presentes en los gametos y el tejido oviductal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, L., Coy, P., Avilés, M., Gadea, J., Romar, R. 2008a. *Reprod Fertil Dev* 20: 808-817.
- Carrasco, L., Romar, R., Avilés, M., Gadea, J., Coy, P. 2008b. *Reproduction* 136: 833-842.
- D'Alessandris, C., Canipari, R., Di Giacomo, M., Epifano, O., Camaioni, A., Siracusa, G., Salustri, A. 2001. *Endocrinology* 142: 3033-3040.
- Danø, K., Andreasen, P., Grøndahl-Hansen, J., Kristensen, P., Nielsen, L., Skriver, L. 1985. *Adv Cancer Res* 44: 139-266
- Friberger, P. 1975. *Haemostasis* 7: 138-145.
- Gabler, C., Killian, G.J., Einspanier, R. 2001.

Reproduction 122: 121-130. • Grullón, L., Saavedra, M.D., Matas, C., Coy, P. 2008a. *Reprod Dom Anim* 43: 63 (abst.). • Grullón, L., Saavedra, M.D., Waldschmitt, N., Coy, P. 2008b. *Reprod Dom Anim* 43: 80 (abst.). • Grullón, L., Mondejar, I., Coy, P. 2009. *GEMINI general conference (Cost action FA0702)*: 96 (abst.). Alghero (Italia). • Grullón, L., Mondéjar, I., Matás, C., Romar, R., Coy, P. 2010. *Reprod Dom Anim* 45: 66 (abst.). • Huarte, J., Belin, D., Vassalli, J. 1985. *Cell* 43: 551-558. • Jimenez Diaz, M., Giunta, S., Valz-Gianinet, J., Pereyra-Alfonso, S., Flores, V., Miceli, D. 2000. *Mol Reprod Dev* 55: 47-54. • Kouba, A.J., Alvarez, I.M., Bui, W.C. 2000. *Biol Reprod* 62: 501-510. • Leipnitz, G., Miyashita, C., Heiden, M., von Blohn, G., Kohler, M., Wenzel, E. 1988. *Haemostasis* 18: 61-68. • Liu, Y. 2004. *Front Biosci* 9: 3356-3373. • Park, K., Choi, S., Song, X., Funahashi, H., Niwa, K. 1999. *Biol Reprod* 61: 298-304. • Rifkin, D., Moscatelli, D., Gross, J., Jaffe, E. 1983. *Symp Fundam Cancer Res* 36: 187-200. • Raum, D., Marcus, D., Alper, C., Levey, R., Taylor, P., Starzl, T. 1980. *Science* 208: 1036-1037. • Smokovitis, A., Kokolis, N., Taitzoglou, I., Rekkas, C. 1992. *Int J Fertil* 37: 308-314. • Taitzoglou, I.A., Kokolis, N., Smokovitis, A. 1996. *Mol Androl* 8: 187-197. • Vihko, K.K., Suominen, J.J., Parvinen, M. 1984. *Biol Reprod* 31: 383-389. • Tsantariotou, M.P., Zervos, I.A., Vatzias, G., Billinis, C., Taitzoglou, I.A., Kokolis, N.A. 2005. *Theriogenology* 64: 1007-1015.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MEC y los fondos FEDER (AGL2009-12512-C02-01).

Tabla 1: Concentración de PLG (mg/dl) en fluido oviductal porcino (FOP) y bovino (FOB) recogido en distintas fases del ciclo estral. Valor de P para el efecto de la fase del ciclo estral en cada especie.

	FOP	FOB
Folicular temprana	9,31 ± 0,40	9,24 ± 0,08
Folicular tardía	9,25 ± 0,12	9,27 ± 0,35
Luteal temprana	9,27 ± 0,22	9,25 ± 0,12
Luteal tardía	9,23 ± 0,15	9,24 ± 0,17
Valor P	0,29	0,68

DETERMINATION OF PLASMINOGEN IN PORCINE AND BOVINE OVIDUCTAL FLUID DURING THE ESTRAL CYCLE

ABSTRACT: The plasminogen-plasmin (PLG-PLA) system is known as the fibrinolytic system because its role in the lysis of the blood clots. The zymogen PLG, mainly synthesized in the liver, is activated into the protease PLA and the system has been related to important reproductive events such as ovulation, sperm motility, acrosome reaction and implantation. Our group has shown that it is also involved in controlling polyspermy after *in vitro* fertilization in pig and cow. Different components of the system have been referred in gametes but its presence in the oviduct is not so well described and its role in fertilization has not been elucidated. Our objective was to determine whether the porcine (POF) and bovine oviductal fluid (BOF) contain PLG. Oviducts were collected in the slaughterhouse and classified into the different phases of the oestrus cycle according to the ovarian morphology. Oviducts were dissected, oviductal fluid aspirated, centrifuged to remove cellular debris and stored until use. PLG was determined by an enzymatic assay using a chromogenic substrate and measuring the absorbance at 405 nm. Results showed that both POF and BOF contain PLG (around 9.30 mg/dl in all phases) and its concentration does not vary along the oestrus cycle.

Keywords: plasminogen, oviductal fluid, porcine, bovine

EFFECTO DEL MEDIO DE CRECIMIENTO PREVIO A LA MADURACIÓN *IN VITRO* SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES EN CABRAS PREPÚBERES

Hammami, S., Romaguera, R., Roura, M., Catalá, M.G., Paramio, M.T. y Izquierdo, D.
Dpto. Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Barcelona). España. E-mail: Dolors.Izquierdo@uab.es

INTRODUCCIÓN

La utilización de ovocitos inmaduros procedentes de ovarios de cabras prepúberes sacrificadas en el matadero presenta la ventaja de poder disponer de una fuente prácticamente ilimitada y a muy bajo coste de gametos femeninos. Sin embargo proporciona una población de ovocitos muy heterogénea en el grado de crecimiento (Martino et al., 1994), lo que justifica el bajo rendimiento de la técnica de producción *in vitro* de embriones (PIVE) (Jiménez-Macedo et al., 2007; Anguita et al., 2007) debido a su pequeño diámetro ovocitario (110–125 µm). Durante los últimos años, distintos grupos de investigación se han centrado en el perfeccionamiento de cada una de las técnicas implicadas en la PIVE a partir de hembras prepúberes, principalmente en los protocolos de maduración *in vitro* (MIV) y fecundación *in vitro* (FIV), con el fin de tratar de reproducir *in vitro* los mecanismos fisiológicos que rigen la función reproductiva, ya que, *in vivo*, durante la edad juvenil el ovocito está expuesto a concentraciones bajas de gonadotropinas, esteroides necesarios para el crecimiento folicular (Peluso, 1988), factores de crecimiento y otras moléculas desconocidas que pueden interactuar entre sí regulando los cambios maduracionales que afectan al ovocito (Ding y Foxcroft, 1992). Así, Wu et al. (2006) demostraron que cultivando los ovocitos de cerdas prepúberes durante las primeras 24 horas de MIV en un medio de crecimiento que contenía concentraciones hormonales bajas, ácido ascórbico e insulina, transferrina y selenio (ITS) (efecto antioxidante para las células de la granulosa; Tatemoto et al., 2001) se mejoraba la competencia de los ovocitos pequeños para el desarrollo embrionario *in vitro*.

Como en nuestro laboratorio se utilizan ovocitos de cabras prepúberes, parece necesario un procedimiento que apoye el crecimiento *in vitro* de los ovocitos de menor diámetro, por ello el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de diferentes protocolos de MIV basados en el medio de crecimiento descrito por Wu et al. (2006) sobre la fecundación y el desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocisto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios de cabras prepúberes (aproximadamente de 2 meses de edad) fueron recogidos en un matadero comercial y transportados al laboratorio en PBS (P-4417, Sigma, St. Louis, MO, EEUU) a 38 °C en un contenedor isotérmico. Una vez en el laboratorio, se seleccionaron los ovarios con mejor desarrollo folicular y se desecharon los que presentaban formaciones quísticas o una morfología anormal. Los complejos –ovocito-cúmulus (COCs) se obtuvieron mediante el método de *slicing* de los folículos que se realizó con una hoja de bisturí en una placa de petri que contenía medio TCM-199 (M-2520, Sigma) suplementado con 2,2 mg/mL NaHCO₃ (S-3817) y 5 µL/mL de gentamicina (G1272). Se seleccionaron los COCs con más de una capa compacta de células del cúmulus y citoplasma homogéneo y se les midió el diámetro, clasificándolos en dos grupos: <125µm y ≥125µm. Los COCs se repartieron en 5 grupos experimentales según el diámetro y el medio de MIV utilizado. La maduración se llevó a cabo en grupos de 25 COCs por microgota de 100µL de medio cubiertas con aceite mineral (Sigma, M-3516) durante un total de 24 h a 38,5°C y con un 5% de CO₂ en aire.

Los medios de cultivo de ovocitos durante la maduración *in vitro* fueron los siguientes:

1) MT (Medio Tradicional): TCM199 (Sigma-M4530) suplementado con 275 µg/mL de piruvato sódico (Sigma, P-3662), 50 µg/mL de gentamicina (Sigma, G1272), 146 µg/mL de L-glutamina (Sigma, G-5763), 10% de DBS (suero de donante bovino), 10 µg/mL FSH, 10 µg/mL LH, 1 µg/mL 17β-estradiol y 100 µM cisteamina (Sigma, M9768); **2) MC** (Medio de Crecimiento): medio TCM 199 suplementado con 100 µM cisteamina, 100 µg/ml ácido ascórbico y 5 µl/mL ITS, 0,04 µg/mL FSH, 0,04 µg/mL LH, 0,004 µg/mL 17β-estradiol. **3) MTM** (Medio Tradicional Modificado): TCM199 suplementado con 275 µg/mL de piruvato

sódico, 50 µg/mL de gentamicina, 146 µg/mL de L-glutamina, 10% de DBS, 0,04 µg/mL FSH, 0,04 µg/mL LH, 0,004 µg/mL 17β-estradiol **4) MCM** (Medio de Crecimiento Modificado): medio TCM 199 suplementado con 100 µM cisteamina, 100 µg/ml ácido ascórbico y 5 µl/mL ITS, 10 µg/mL FSH, 10 µg/mL LH, 1 µg/mL 17β-estradiol. En la Tabla 1 se muestra el diseño experimental seguido para la MIV en cada grupo de ovocitos.

Transcurrido el tiempo de maduración, los ovocitos se lavaron tres veces en medio TALP y se transfirieron a microgotas de 100µL del mismo medio al cual se añadió semen fresco capacitado con heparina (concentración final: 4×10^6 espermatozoides/mL) y se co-cultivaron durante 24h a 38,5°C y con un 5% de CO₂ en aire.

Tras 24 h de co-incubación de los gametos, los presuntos cigotos (10 presuntos cigotos/microgota de 20 µL) se pusieron a cultivar durante 8 días en medio (SOF: synthetic oviductal fluid) (Takahashi y First, 1992) a 38,5 °C y en una atmósfera con un 5% CO₂, 5% O₂, 90% N₂ y saturada de humedad. Al final del proceso, se valoró el desarrollo embrionario mediante observación en microscopio estereoscópico y los embriones fueron teñidos con Hoechst 33342 (Invitrogen, H3570) para comprobar el número de células que presentaban mediante un microscopio de fluorescencia.

Los datos sobre la tasa de división y el desarrollo embrionario hasta blastocisto de cada uno de los grupos experimentales fueron comparados mediante ANOVA usando el procedimiento de modelos lineales (GLM), del paquete estadístico SAS. Las diferencias fueron consideradas significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se resumen los resultados de división embrionaria, desarrollo hasta el estadio de blastocisto y número medio de células de los blastocistos obtenidos. Los resultados de división solo se vieron influenciados por el diámetro ovocitario, siendo significativamente mayor en los de mayor diámetro (≥ 125 µm) ($P < 0,05$). Respecto a los ovocitos de pequeño diámetro, se apreció una eficacia muy similar de la FIV entre los 4 grupos experimentales, aunque se observó una ligera superioridad de los ovocitos madurados en Medio Tradicional Modificado las 12 primeras horas. Este tratamiento no presentó diferencias significativas con respecto a los resultados obtenidos con los ovocitos de mayor diámetro. La tasa de desarrollo hasta blastocisto registrada a los 8 días de la FIV con respecto al número total de ovocitos puestos a MIV solo ha diferido significativamente en relación al diámetro ovocitario (Tabla 1, $P < 0,05$), lo que concuerda con investigaciones previas realizadas tanto en cabras prepúberes (Anguita et al., 2007) como adultas (Crozet et al., 1995) y no se obtuvo ninguna mejora con respecto a los diferentes protocolos utilizados para los ovocitos pequeños. En cuando a la comparación de la calidad de los blastocistos obtenidos, evaluada según el número de células de los blastocistos, los blastocistos procedentes de ovocitos ≥ 125 µm presentaron un número medio de células muy superior ($P < 0,05$) a los blastocistos procedentes de ovocitos pequeños.

Así, los resultados obtenidos indican que en los ovocitos < 125 µm, tanto el uso de medio de crecimiento como las modificaciones basadas en el nivel hormonal y la suplementación con ITS y ácido ascórbico en el medio MIV, no mejora ni el porcentaje de blastocistos obtenidos ni la calidad de los mismos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Córdova et al. (2009) con ovocitos procedentes de bovinos prepúberes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguita, B., Jimenez-Macedo, A.R., Izquierdo, D., Mogas, T., Paramio, M.T. 2007. *Theriogenology* 67: 526–536.
- Córdova, B.L., Morató, R., Izquierdo, D., Paramio, M.T., Mogas T. 2009. *ITEA Tomo II*: 699-70.
- Crozet, N., Ahmed-Ali, M. & Dubos, MP. 1995. *J Reprod Fertil* 103: 293-298.
- Ding, J., Foxcroft, G. R. 1992. *Biol Reprod* 47: 648-655.
- Jimenez-Macedo, A.R., Paramio, M.T., Anguita, B., Morato, R., Romaguera, R., Mogas, T., Izquierdo, D. 2007. *Theriogenology* 67: 1399–1408.
- Martino, A., Palomo, M.J., Mogas, T., Paramio, M.T. 1994. *Theriogenology* 42: 859–873.
- Peluso, J.J. 1988. *J. Reprod Fert* 84: 239-245.
- Takahashi, Y., First, N. 1992. *Theriogenology* 37: 963-78.
- Tatemoto, H., Ootaki, K., Shigeta, K., Muto, N. 2001. *Biol Reprod* 65: 1800-1806.
- Wu, D., Cheung, Q.C., Wen, L., Li, J. 2006. *Biol Reprod* 75: 547-554.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2007-60227-CO2-01 y la beca doctoral del programa MAEC-AECID concedida para Sondes Hammami.

Tabla 1. Diseño experimental seguido para la MIV en cada grupo de ovocitos

Grupo C; $\geq 125 \mu\text{m}$		MT 24h	
Grupo 1; $<125 \mu\text{m}$		MT 24h	
Grupo 2; $<125 \mu\text{m}$	MC 12h		MT 12h
Grupo 3; $<125 \mu\text{m}$	MTM 12h		MT 12h
Grupo 4; $<125 \mu\text{m}$	MC 12h		MCM 12h

Tabla 2. Resultados de desarrollo embrionario y calidad de los blastocistos a partir de ovocitos de cabras prepúbers

Grupo	\emptyset ovocito (μm)	N (COCs)	Div/N (%)	Blast/Div (%)	Blast/N (%)	Nº células/Blast
Grupo C	≥ 125	294	53,80 ^a	40,35	21,46 ^a	360,20 ^a
Grupo 1	<125	259	41,96 ^b	33,90	14,40 ^b	229,29 ^b
Grupo 2	<125	254	40,45 ^b	27,61	11,03 ^b	222,43 ^b
Grupo 3	<125	250	43,58 ^{ab}	33,34	14,55 ^b	208,60 ^b
Grupo 4	<125	182	37,13 ^b	28,04	10,04 ^b	211,00 ^b

N(COCs): nº de complejos ovocito-cumulus puestos a MIV; Div/N (%): porcentaje de división a las 48hpi; Blast/Div (%): porcentaje de Blastocistos a los 8 días de CIV, respecto de los divididos; Blast/N (%): porcentaje de Blastocistos a los 8 días de CIV, respecto a los COCs puestos a MIV, ^{a,b}:P<0,05

EFFECT OF GROWTH MEDIUM BEFORE *IN VITRO* MATURATION OF PREPUBERTAL GOAT OOCYTES ON BLASTOCYST RATE

ABSTRACT: Developmental competence of prepubertal goat oocyte is low probably due to the large number of small oocytes present in ovary. To overcome this problem, Wu et al. (2006) used growth medium (GM) during first 24h of *in vitro* maturation (IVM) and they improved embryo development of porcine small oocytes. The aim of this study was to test the GM in small prepubertal goat oocytes in order to increase blastocyst yield. Cumulus-oocyte Complexes (COCs) were recovered from prepubertal goat ovaries, selected and classified into two categories based on oocyte diameter: $<125 \mu\text{m}$ and $\geq 125 \mu\text{m}$. Big oocytes were matured in conventional IVM medium (**CM**) and the small oocytes in: **CM**; Growth medium (**GM**); modified conventional IVM medium (**MCM**) and modified growth medium (**MGM**). Oocytes were fertilized for 24h with a sperm concentration of 4×10^6 spz/ml. Presumptive zygotes were cultured in synthetic oviductal fluid (SOF) for 8 days.

Cleavage rate, blastocyst rate and blastocyst mean cell number were influenced by oocyte diameter, presenting the largest oocytes ($\geq 125 \mu\text{m}$) the highest results. However, the culture the culture of small prepubertal goat oocytes in GM, MCM and MGM failed to improve blastocyst rate.

Keywords: prepubertal goat, oocyte, growth medium.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LEPTINA AL MEDIO DE MADURACIÓN *IN VITRO* SOBRE EL NIVEL DE TRANSCRIPCIÓN DE GENES INVOLUCRADOS EN LA APOPTOSIS Y LA COMPETENCIA DE OVOCITOS DE TERNERAS PREPÚBERES

Córdova, B. ¹, Morató, R. ¹, De Frutos, C. ², Bermejo-Álvarez, P. ², Gutiérrez-Adán, A. ² y Mogas, T. ¹

¹ Departamento de Medicina y Cirugía Animales. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. España. ² Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. España. E-mail: bladimir_cordova@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción *in vitro* de embriones a partir de animales jóvenes se ha utilizado para disminuir el intervalo generacional y aumentar la intensidad de selección en programas de mejora genética. Además, las terneras prepúberes sirven como modelo para evaluar la capacidad de desarrollo de ovocitos de baja calidad, ya que sus ovocitos muestran un menor grado de competencia comparado con los de animales adultos. En la última década se han realizado diferentes estudios sobre el papel funcional de la leptina añadida al medio de maduración *in vitro* en varias especies como la porcina (Craig et al., 2004), bovina (Boelhaue et al., 2005; Paula-Lopes et al., 2007) o equina (Consiglio et al., 2009). Boelhaue et al. (2005) demostraron que la suplementación con leptina durante la maduración *in vitro* de ovocitos de vaca ejercía un efecto positivo, incrementando la proporción de ovocitos que llegaban al estadio de blastocisto y el número total de células de dichos blastocistos. Otros estudios observaron que la exposición de los ovocitos a concentraciones fisiológicas de leptina aumentaba la fosforilación de STAT3 y MAPK (Craig et al., 2004) y disminuía los niveles de cAMP, promoviendo la ruptura de la vesícula germinal (Matsuoka et al., 1999). Por otra parte, Paula-Lopes et al. (2007) señalaron que la presencia de leptina reducía el porcentaje de células apoptóticas en el cúmulo, factor que se ha correlacionado con la competencia de desarrollo del complejo cúmulo-ovocito en la especie bovina (Ikeda et al., 2003). Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la leptina sobre el nivel de transcripción de genes involucrados en el proceso de la apoptosis y la competencia del ovocito en terneras pre-púberes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Maduración *in vitro*. Se obtuvieron ovarios de terneras prepúberes de matadero (9 meses) y se transportaron al laboratorio en PBS a 37°C. Los complejos cúmulo-ovocitos (CCO) se obtuvieron mediante aspiración y se seleccionaron aquellos ovocitos que presentaban un citoplasma homogéneo con tres o más capas de células del cúmulo. A continuación, los ovocitos se distribuyeron aleatoriamente en 5 grupos: 1) **SFB**: TCM199 suplementado con 10% suero fetal bovino, 10 ng/ml *epidermal growth factor* (EGF) y 50 µg/ml de gentamicina; 2) **PVA**: TCM199 suplementado con 1 mg/ml de alcohol polivinilo, 10 ng/ml EGF y 50 µg/ml de gentamicina; 3) **L10**, 4) **L100** y 5) **L1000**: PVA suplementado con 10, 100 y 1000 ng/ml de leptina, respectivamente, y se maduraron *in vitro* durante 24 horas a 38,5°C y con un 5% de CO₂ en aire. A continuación, se denudaron mediante pipeteo y se almacenaron, por separado, grupos de 15 ovocitos y sus células del cúmulo correspondientes, a -80°C hasta la extracción de ARN poliadenilado. Los niveles de transcripción de los genes *H2A.z*, *BAX*, *SHC1*, *SHC*, *TP53*, *PGTS2*, *DNMT3A*, *CCNB1* y *LEPR* se determinaron mediante qRT-PCR.

Extracción de RNA, transcripción reversa, y cuantificación de la abundancia de transcripción del mRNA. Los procedimientos de biología molecular se realizaron según lo descrito previamente (Bermejo-Álvarez et al., 2010). Se extrajo ARN poliadenilado de tres grupos de 15 ovocitos y de sus respectivas células del cúmulo de cada grupo experimental, utilizando el kit de extracción directa Dynabeads (Invitrogen Dynal AS, Oslo, Noruega). Siguiendo las instrucciones del fabricante con pequeñas modificaciones. Inmediatamente después de la extracción, se realizó la transcripción reversa siguiendo las instrucciones del fabricante (BIOLINE, Ecogen, Madrid, España) usando cebadores Poly(T), hexameros aleatorios y la enzima transcriptasa reversa *MMLV*. La cantidad relativa de transcrito se

analizó por PCR cuantitativa en 3 grupos de cDNA por grupo experimental con dos repeticiones para cada gen de interés. Los niveles relativos de abundancia se contrastaron respecto al nivel de la histona H2A.z.

El análisis estadístico de la abundancia relativa de ARN mensajero se realizó mediante el uso del programa SigmaStat (Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA). Diferencias entre grupos de ovocitos y células del cúmulus fueron analizados mediante ANOVA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dos genes (*PTGS2* y *LEPR*) mostraron diferencias significativas entre los grupos, tanto en ovocitos como en células del cúmulus. La abundancia relativa del transcrito de *PTGS2* fue significativamente mayor en el grupo madurado con SFB en comparación con el resto de los grupos, independientemente de la concentración de leptina. La abundancia de ARN mensajero de este gen se ha correlacionado positivamente con la competencia de los ovocitos en la especie bovina (Assidi et al., 2008) y humana (McKenzie et al., 2004). Por otro lado, la adición de leptina a cualquiera de las tres concentraciones disminuyó la abundancia de ARN mensajero de *LEPR* en comparación con los grupos SFB y PVA, de forma similar a los resultados obtenidos en tejidos adultos (Martin et al., 2000; Tena-Sempere et al., 2000). La abundancia de transcritos de dos genes implicados en la vía apoptótica (*TP53* y *BAX*) varió significativamente entre los grupos específicos, sugiriendo un efecto antiapoptótico de 10 ng/ml de leptina en los ovocitos (*TP53*) y de 100 ng/ml en las células del cúmulus (*BAX*). Por último, se observó un aumento de la cantidad de transcrito de la *de novo* metiltransferasa de ADN *DNMT3A* en los ovocitos y células del cúmulus madurados en presencia de suero en comparación con otros grupos madurados con leptina a diferentes concentraciones. Hasta donde sabemos, no hay informes de un efecto directo de la leptina en la metilación del ADN, por lo que las diferencias de la transcripción pueden haber sido mediadas por efectos de segundo orden. Teniendo en cuenta que se observó un mayor nivel transcripcional de los genes de apoptosis en el grupo madurado con FSB, la expresión más alta de *DNMT3A* puede actuar como un mecanismo de compensación antiapoptótico (Wang et al., 2004; Vinken et al., 2010). En conclusión, nuestros resultados sugieren que la adición de la leptina durante de maduración *in vitro* ejerce un efecto antiapoptótico en el ovocito y las células del cúmulo y reduce la abundancia mRNA del receptor de leptina (*LEPR*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assidi M, Dufort I, Ali A, Hamel M, Algriany O, Dielemann S, Sirard MA. 2008. Biol Reprod. 79: 209-222.
- Bermejo-Alvarez P, Lonergan P, Rizos D, Gutierrez-Adan A. 2010. Reprod Biomed Online. 20: 341-349.
- Boelhaue M, Sinowatz F, Wolf E, Paula-Lopes FF. 2005. Biol Reprod. 73: 737-44.
- Consiglio A, Dell'Aquila ME, Fiandanese N, Ambruosi B, Cho YS, Bosi G, Arrighi S, Lacalandra GM, Cremonesi F. 2009. Reprod Biol Endocrinol. 7: 113.
- Craig J, Zhu H, Dyce PW, Petrik J, Li J. 2004. Endocrinology. 145: 5355-63.
- Ikeda S, Imai H, Yamada M. 2003. Reproduction. 125: 369-76.
- Martin RL, Perez E, He YJ, Dawson R Jr, Millard WJ. 2000. Metabolism. 49: 1479-1484.
- Matsuoka T, Tahara M, Yokoi T, Masumoto N, Takeda T, Yamaguchi M, Tasaka K, Kurachi H, Murata Y. 1999. Biochem Biophys Res Commun. 256: 480-4.
- McKenzie L, Pangas S, Carson S, Kovanci E, Cisneros P, Buster J, Amato P, Matzuk M. 2004. H.R. 19: 2869-2874.
- Paula-Lopes FF, Boelhaue M, Habermann FA, Sinowatz F, Wolf E. 2007. Biol Reprod. 76: 532-41.
- Tena-Sempere M, Pinilla L, Gonzalez LC, Casanueva FF, Dieguez C, Aguilar E. J 2000. Endocrinol. 167: 479-486.
- Vinken M, Snykers S, Fraczek J, Decrock E, Leybaert L, Rogiers V, Vanhaecke T. 2010. Toxicol In Vitro. 24: 445-451.
- Wang YA, Kamarova Y, Shen KC, Jiang Z, Hahn MJ, Wang Y, Brooks SC. Cancer Biol. 2005. Ther. 4: 1138-1143.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto Nº. AGL2007-60227 y AGL2009-11358).

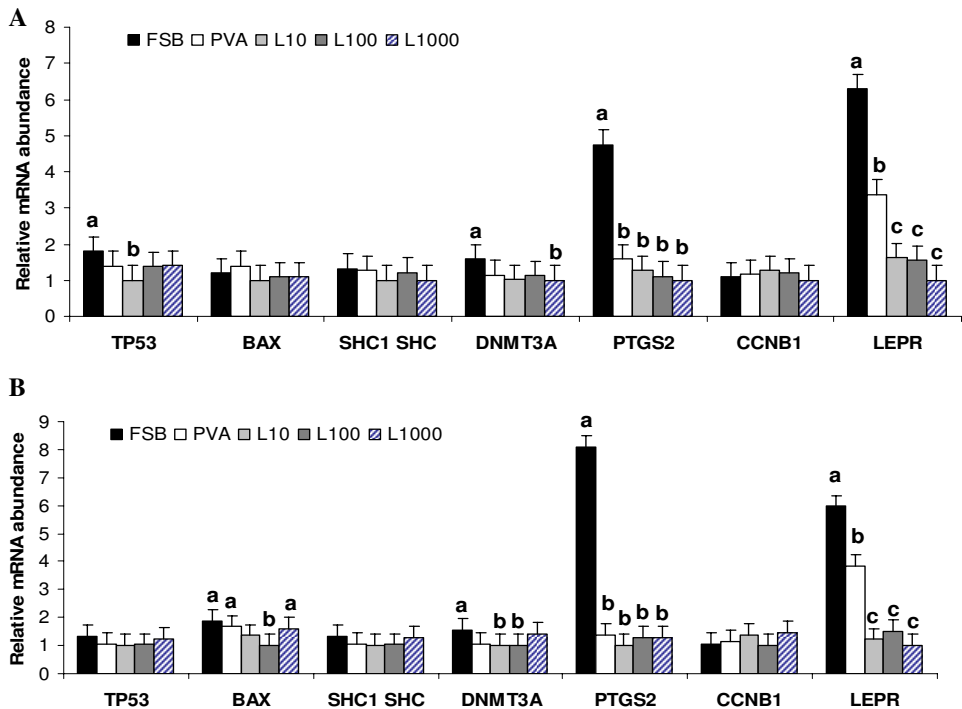


Figura 1. Abundancia relativa de transcritos de 7 de genes relacionados con la apoptosis (*TP53*, *BAX* y *SHC1 SHC*), metilación de ADN (*DNMT3A*), competencia del ovocito (*PTGS2* y *CCNB1*) y el receptor de la leptina (*LEPR*). A: ovocitos; B: células del cúmulo. Valores con diferentes letras en un mismo gen indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

LEVEL OF TRANSCRIPTION OF GENES INVOLVED IN APOPTOSIS AND COMPETENCE OF PREPUBERTAL BOVINE OOCYTES IN VITRO MATURED WITH LEPTIN

ABSTRACT: Leptin has been shown to exert positive effects during *in vitro* maturation of adult bovine oocytes, influencing blastocyst development, apoptosis and the transcript levels of developmentally important genes. The present study was performed to analyze the differential effects of leptin on prepubertal calf cumulus oocyte complexes. In particular, we evaluated whether it affects the transcript levels of genes in oocytes and cumulus cells. Cumulus-oocyte complexes were matured in serum-free medium containing 1 mg/ml polyvinyl alcohol (PVA) and 10, 100 and 1000 ng/ml leptin or in medium supplemented with 10% foetal calf serum (FSB) as a positive control. Relative mRNA levels of seven genes were evaluated by qRT-PCR, and five (*TP53*, *BAX*, *DNMT3A*, *PTGS2* and *LEPR*) showed differences among specific groups. *LEPR* mRNA abundance was significantly higher in the group matured with FCS compared with the other groups. Two genes involved in the apoptosis pathway showed significant differences between specific groups, suggesting an antiapoptotic effect of 10 ng/ml leptin in oocytes (*TP53*) and 100 ng/ml in cumulus cells (*BAX*). In conclusion, the addition of leptin to the *in vitro* maturation medium of prepubertal bovine oocytes exerts an antiapoptotic effect in the oocyte and cumulus cells and decreases the mRNA abundance of leptin receptor (*LEPR*).

Keywords: calf, maturation, leptin, mRNA

LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES *IN VITRO* COMO COMPLEMENTO DE LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN *IN VIVO* AL SERVICIO DE LA CONSERVACIÓN DE RAZAS OVINAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Forcada, F.¹, Buffoni, A.¹, Abecia, J.A.¹, Asenjo, B.², Palacín, I.¹, Vázquez, M.I.¹, Sánchez-Prieto, L.¹ y Casao, A.¹

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. España. E-mail: alf@unizar.es

² Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria. España.

INTRODUCCIÓN

La producción de embriones ovinos *in vitro* puede ser una herramienta de interés para reducir el intervalo generacional y para ayudar en la conservación de razas en peligro de extinción. No obstante, la eficiencia de la técnica sigue siendo menor que la producción de embriones *in vivo*, de manera que la recuperación de embriones directamente de la hembra sigue siendo la vía más eficiente para obtener embriones de alta calidad en un estadio de desarrollo determinado. La recuperación de oocitos *in vivo* como fuente para la producción de embriones *in vitro*, tanto por laparotomía como por laparoscopia, se ha asociado a diferentes tratamientos de estimulación ovárica, tanto con eCG como con FSH, aunque la eficacia de dichos procedimientos es limitada. Un modo de maximizar el número de embriones obtenidos de una única donadora puede ser la combinación de las técnicas de producción de embriones *in vivo* e *in vitro*, de manera que el objetivo del presente estudio fue investigar el uso de ovarios previamente superovulados para la obtención de oocitos en ovejas de raza Ojalada Soriana, determinando tanto la influencia del tratamiento de superovulación aplicado repetidamente (3 veces) sobre el número y la competencia de los oocitos recuperados 7 días tras el celo consecutivo al tercer tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló entre septiembre de 2008 y marzo de 2009 en las instalaciones del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza. Se utilizaron 30 ovejas adultas de raza Ojalada Soriana con una edad media de $6,7 \pm 0,5$ años y procedentes del rebaño de la Excm. Diputación Provincial de Soria en San Esteban de Gormaz. Se testaron 2 protocolos de superovulación en ovejas sincronizadas con esponjas vaginales conteniendo 30 mg de FGA (Sincropart®, Ceva Salud Animal, Barcelona, España). Por una parte, 8 ml (280 UI) de FSHp (Folltropin®, Bioniche Animal Health, Dublin, Irlanda) administrados en un total de 6 inyecciones decrecientes (2, 1,5, 1,25, 1,25, 1, 1 ml) vía intramuscular cada 12 horas comenzando 48 horas antes de la retirada de la esponja (**Grupo D**; n=15); por otra, una única inyección de 6 ml de FSH (210 UI + 500 UI eCG vía intramuscular 48 horas antes de la retirada de la esponja (**Grupo S**; n=15). Los embriones se recuperaron 7 días tras el celo por laparotomía con la ayuda de un catéter Foley. Las ovejas recibieron el mismo tratamiento de superovulación 3 veces consecutivas. Inmediatamente tras la última recuperación de embriones, las ovejas fueron sacrificadas con un eutanásico intravenoso (T-61®; ISPAH, Salamanca, España) y los ovarios recuperados.

Todos los procedimientos de obtención de oocitos y de maduración y fecundación, así como los del posterior cultivo hasta el estadio de blastocisto, fueron los ya previamente descritos por nuestro grupo trabajo (Vázquez et al., 2010). Únicamente hay que señalar que, al objeto de evaluar adecuadamente la capacidad de los ovarios superovulados como fuente de oocitos, un **grupo control (C)** constituido por ovarios recuperados de matadero, obviamente no superovulados, fue considerado. Finalmente, para evaluar la calidad de los blastocistos obtenidos al final del proceso, sobre una muestra de ellos (n=8, n=7 y n=12 para los grupos D, S y C respectivamente) se realizó una tinción Hoechst 33342 para contar el número de células así como el test del acetato de diclorodihidrofluoresceína (DCHFDA) (Hashimoto et al., 2000) para evaluar el número de células con altos niveles de peróxido de hidrógeno, que se asocian a daño celular y apoptosis. Para la estadística, se utilizó Chi-cuadrado para porcentajes y ANOVA de una vía para el resto de parámetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número total de embriones viables obtenidos por oveja en los 3 tratamientos de superovulación previos a la recuperación de oocitos no fue diferente entre el grupo S

(13,7±2,5 embriones) y el grupo D (14,1±2,3 embriones). El número de oocitos recuperados y seleccionados para maduración fue asimismo muy similar en los grupos experimentales (7,1±1,2 y 8,5±1,5 oocitos por oveja para S y D) y en el C (4,5±0,3 por ovario). En la literatura, la recuperación de oocitos *in vivo* tras tratamientos de superovulación con FSH ovina o porcina ha ofrecido resultados variables, entre 3,5 y 10 oocitos aptos para maduración por oveja (Hammami, 2008; Veiga et al., 2008), con una ligera superioridad de los tratamientos de dosis constantes frente a los de dosis decrecientes (Ptak et al., 1999).

Por lo que a la competencia de los oocitos recuperados se refiere, los procedentes de las ovejas que recibieron el tratamiento D tuvieron unas tasas de maduración y de división significativamente superiores que los derivados del tratamiento S o del lote C (Tabla 1). Sin embargo, los oocitos procedentes del grupo C, de ovarios no superovulados, mostraron una superior tasa de fecundación que aquellos derivados de ovarios previamente superovulados. Las tasas de blastocisto fueron similares en los 3 grupos (Tabla 1). Algunos autores han señalado que los tratamientos de superovulación a base de varias aplicaciones de dosis decrecientes de FSH pueden alterar la tasa de maduración (Berlinguer et al., 2004) debido a que las primeras dosis altas inducen un rápido y anormal desarrollo folicular que se asocia con una asincronía entre el crecimiento de los folículos y el estado folicular que altera la capacitación del oocito (Hyttel et al., 1997). Esta teórica menor tasa de maduración de los oocitos procedentes del lote D no se ha producido en nuestro estudio; en parte, esta contradicción puede ser debida a que dichos oocitos fueron recuperados no en la onda folicular consecutiva al tratamiento de superovulación, sino en la siguiente. Además, las tasas de maduración y de división de los oocitos recuperados del grupo S fueron inferiores que las mostradas en el grupo D, probablemente como consecuencia de los altos niveles de anticuerpos anti-eCG mostrados por algunas ovejas tras tratamientos consecutivos de dicha hormona, tal y como ya hemos presentado recientemente (Forcada et al., 2011).

Finalmente, no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes grupos en relación al número total de células de los blastocistos obtenidos (160±24, 188±28 y 212±47 para los grupos D, S y C) o al número de células DCHFDA positivas, con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (13,7±3,5, 19,1±4,1 y 20,6±3,7 células por embrión, respectivamente). Algunos autores han mostrado que los embriones producidos *in vivo* tras la aplicación de un tratamiento de superovulación simplificado pueden tener un menor número de células y por tanto una posible menor tolerancia a la crioconservación que los embriones procedentes de tratamientos con varias inyecciones de FSH (Leoni et al., 2001; Forcada et al., 2011).

En conclusión, el presente estudio parece demostrar que los oocitos recuperados el día 7 tras el celo de ovarios previamente superovulados con tratamientos repetidos con una única aplicación de eCG/FSH, tienen una menor competencia en los estadios iniciales de la producción de embriones *in vitro* que aquellos procedentes de ovarios superovulados con el tradicional protocolo de varias inyecciones de FSH. No obstante, dichas diferencias desaparecen tras la fecundación, y las tasas y viabilidad de los blastocistos obtenidos no difieren entre grupos. En total, se obtuvieron 1,7 y 1,8 blastocistos por oveja producidos *in vitro* para los grupos D y S, a añadir a los obtenidos *in vivo* tras la aplicación repetida de los tratamientos de superovulación, lo que permite maximizar la producción de embriones de una única donadora; por tanto, la metodología aquí descrita parece idónea para la producción y conservación de embriones en razas ovinas en peligro de extinción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berlinguer, F., Leoni, G., Bogliolo, L., Pintus, P.P., Rosati, I., Ledda, S., Naitana, S. 2004. *Theriogenology* 61: 1477-1486.
- Forcada, F., Ait Amer-Meziane, M., Abecia, J.A., Maurel, M.C., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T., Asenjo, B., Vázquez, M.I., Casao, A. 2011. *Theriogenology*, 75: 769-776.
- Hammami, S. 2008. Producción de embriones *in vitro* para selección genética. Tesis Master of Science. CIHEAM, Zaragoza, Spain.
- Hashimoto, S., Minami, N., Takakura, R., Yamada, M., Imai, H., Kashima, N. 2000. *Molecular Reproduction and Development* 57: 353-360.
- Hyttel, P., Fair, T., Callesen, H., Greve, T. 1997. *Theriogenology* 47: 23-32.
- Leoni, G., Bogliolo, L., Pintus, P., Ledda, S., Naitana, S. 2001. *Reproduction Nutrition and Development* 41: 239-246.
- Ptak, G., Dattena, M., Loi, P., Tischner, M., Cappai, P. 1999. *Theriogenology* 52: 1105 - 1114.
- Vázquez, M.I., Forcada, F.,

Casao, A., Abecia, J.A., Sosa, C., Palacín, I. 2010. *Reproduction in Domestic Animals* 45: 677-684. • Veiga-Lopez, A., Dominguez, V., Souza, C.J.H., Garcia-Garcia, R.M., Ariznavarreta, C., Tresguerres, J.A.F., McNeilly, A.S., Gonzalez-Bulnes, A. 2008. *Fertility and Sterility* 89: 1328-1337.

Tabla 1. Tasas de maduración, fecundación, división y de blastocistos a partir de oocitos recuperados de ovarios de ovejas Ojaladas que recibieron 3 tratamientos previos de superovulación con un total de 280 UI de FSHp en 6 inyecciones decrecientes (grupo D) o con 210 UI de FSHp y 500 UI de eCG administradas en una única inyección (grupo S). El grupo control (C) se refiere a ovarios recuperados en el matadero de ovejas no superovuladas.

Grupo	Maduración	Fecundación	División	Blastocistos
D	84/96 (87,5%) ^a	79/84 (94%) ^a	79/96 (82,3%) ^a	25/79 (31,6%)
S	93/124 (75%) ^b	88/93 (94,6%) ^a	87/124 (70,2%) ^b	27/87 (27%)
C	279/370 (75,4%) ^b	275/279 (98,6%) ^b	274/370 (74,1%) ^b	89/274 (32,5%)

Entre grupos, letras diferentes (a, b) indican diferencias de $P < 0,05$.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto RZ2008-00002).

MAXIMIZING EMBRYO PRODUCTION IN ENDANGERED SHEEP BREEDS: *IN VITRO* PROCEDURES TO COMPLEMENT *IN VIVO* TECHNIQUES

ABSTRACT: This study investigated the use of previously superovulated ovaries as a source of oocytes, assessing the competence of them for *in vitro* embryo production. Two superovulatory treatments were performed: eCG plus FSH in a single dose (S) or the conventional protocol of six decreasing doses of FSH (D). Thirty donor ewes of the endangered Ojalada breed were given either the simplified (group S; n=15) or the decreasing-dose (group D; n=15) treatments three times at intervals of ≥ 50 d. Ovaries were recovered on day 7 after the estrus following the third treatment, and the oocytes were collected to assess *in vitro* maturation, fertilization, and development to the blastocyst stage. Oocytes from non-previously superovulated ewes recovered at a local slaughterhouse served as the Control group (C). The two superovulatory treatments and the control group did not differ in the mean number of oocytes selected for maturation (7.1 ± 1.2 and 8.5 ± 1.5 per ewe, and 4.5 ± 0.3 per ovary in the D, S, and C groups, respectively). The oocytes recovered from ewes in Group D (87.5%) had a significantly ($P < 0.05$) higher maturation rate than did those recovered from ewes in group S (75%) or the C group (75.4%). Although the oocytes from non-superovulated ewes had a higher ($P < 0.05$) fertilization rate (98.6%) than did those derived from superovulated ovaries (94% and 94.6% in the D and S groups, respectively), the three groups did not differ in their blastocyst rates and the total number of cells in *in vitro*-produced blastocysts. In the two superovulated groups, 1.7 (D) and 1.8 (S) *in vitro*-produced blastocysts were generated per ewe, which indicates that it is feasible to combine *in vivo* and *in vitro* techniques to maximize embryo production in endangered sheep breeds.

Keywords: sheep, superovulation, *in vitro* embryo production.

EFFECTOS EPIGENÉTICOS DE LA CRIOPRESERVACIÓN Y LA CONSANGUINIDAD EN EL VACUNO LECHERO

D´Cruz, N.¹, Cooney M.² y Holland, M.³

¹CITA, Zaragoza, Aragón, España; ²Monash University, Clayton, VIC, Australia; ³University of Queensland, QLD, Australia. E-mail: ntdcruz@ext.aragon.es

INTRODUCCIÓN

Aunque es bien sabido que la criopreservación puede conducir al daño del ADN y a la disminución de la motilidad del espermatozoide, recientemente se ha demostrado, tanto en el ratón como en humanos, que los cambios epigenéticos/anomalías se pueden pasar a las generaciones siguientes (efectos trans-generacionales). También se ha demostrado que ciertas tecnologías avanzadas de reproducción, tales como el cambio del medio ambiente en el cultivo in vitro o la realización de la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (Maher, 2005), pueden aumentar el riesgo de alteraciones epigenéticas en el embrión. En particular, en el ratón, los animales producidos a partir de espermatozoides congelados han mostrado tasas de crecimiento anormal, expresión anormal de ciertos genes y defectos de comportamiento (Davies et al, 2004; Ecker et al, 2004.). Datos preliminares obtenidos en nuestro laboratorio han demostrado que la criopreservación de espermatozoides de ratón también puede conducir a cambios epigenéticos en un grupo de genes con expresión alelo-específica (genes con imprinting). Hasta la fecha, no se han publicado estudios epigenéticos en espermatozoides congelados en la especie bovina.

Nuestros datos preliminares también sugieren que ciertas cepas de ratones son más susceptibles a los daños producidos por la criopreservación, siendo las cepas consanguíneas (B6) más susceptibles que las no consanguíneas. Como la consanguinidad sufre un aumento anual progresivo en la industria lechera (Wiggans et al, 1995), esto supone un problema potencial para el ganado lechero, sobre todo en ciertas razas, tales como la Australian Jersey, que estarían en mayor riesgo que otras. Los datos generados por la investigación propuesta serán útiles en la promoción de estrategias de mejora genética que minimicen la endogamia para los ganaderos/productores. Según Mike Goddard (2005), la raza Australian Jersey tiene una consanguinidad cercana al 6%. En el mercado de los EE.UU. se considera que un 6,25% de consanguinidad puede producir una pérdida de ingresos netos de 150 USD durante la vida del animal y una pérdida de 513 libras de leche (232.7 kg) en la primera lactación (Cassel, 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 6 toros (raza pura con ~6% de consanguinidad) y 7 toros de raza no pura y no consanguíneos. Se recogió semen fresco y criopreservado de cada toro consanguíneo, mientras que el semen congelado de los toros no consanguíneos fue adquirido a LIC (Nueva Zelanda; no hubo disponibilidad de semen fresco). Se obtuvieron oocitos bovinos de matadero (Pakenham, VIC, Australia), que fueron madurados in vitro (MIV) y fertilizados in vitro (FIV), utilizando las muestras de semen en dos días diferentes, siguiendo la metodología previamente descrita por Hefferenan et al. (2010). Los embriones se cultivaron durante 7 días (hasta el estadio de blastocisto) y luego se congelaron rápidamente hasta su uso para el análisis de expresión génica. Cada toro fue utilizado para producir al menos 45 blastocistos. El excedente de embriones fue utilizado para el análisis de microarrays (Agilent 4x44K bovine array) en el Australian Genome Research Facility (AGRF).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los toros consanguíneos se utilizaron con éxito para la recolección de semen y superaron los parámetros de control de calidad (basado en el sistema CASA) establecido en *Genetics Australia*. La Tabla 1 muestra los datos de cada toro, las tasas de desarrollo hasta

blastocisto, el número de embriones obtenidos para análisis de la expresión y el excedente de embriones usado para el análisis de microarrays en el Australian Genome Research Facility (AGRF).

En conclusión, nuestros datos preliminares en ratones sugieren que existen diferencias epigenéticas en la expresión de genes de embriones obtenidos usando semen criopreservado frente a utilizar semen fresco, y que estas diferencias están incrementadas en una cepa endogámica. Hemos recogido semen de toros endogámicos y exogámicos de razas lecheras y hemos realizado la fecundación in vitro para producir blastocistos de día 7. Hubo un mayor porcentaje de blastocistos producidos a partir de semen congelado de toros exogámicos (26,0%) que en los toros endogámicos (semen fresco, 21,3%; congelado, 20,9%, $P < 0.05$ ambos). La expresión génica de estos embriones se encuentra actualmente en curso tanto mediante análisis de microarrays como por qPCR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cassel, B. (1999). *Inbreeding in Dairy Cattle*. <http://www.thedairysite.com>

Davies, W., Smith, R.J., Kelsey, G., Wilkinson, L.S. (2004). *Gen Exper Patterns* 4: 741-7.

Ecker, D.J., Stein, P., Xu, Z., Williams, C.J., Kopf, G.S., Bilker, W.B., Abel, T., Schultz, R.M. 2004. *Proc Natl Acad Sci USA* 101: 1595-1600.

Haile-Mariam, M., Bowman, P.J., Beard, K., Goddard, M.E. 2005. A method that predicts the genetic composition and inbreeding of the future Australian dairy herd. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics* 16: 302-305.

Heffernan, C., Whitley, P.A.F., Milionis, A., Verma, P.J., Holland, M.K., Jans, D.A., D'Cruz, N.T., 2010. Lineage-specific expression of heterochromatin protein 1 γ in post-compaction, in vitro-produced bovine embryos. *Reprod Fert Develop* 22: 1022–1031.

Sutcliffe, A.G., Peters, C.J., Bowdin, S., Temple, K., Reardon, W., Wilson, L., Clayton-Smith, J., Brueton, L.A., Bannister, W., Maher, ER. 2006. *Hum Reprod* 21(4):1009-11.

Wiggans, R., VanRaden, P.M., Zuurbier, J. 1995. *J Dairy Sci* 78: 1584–1590.

Tabla 1. Tipo de semen, porcentaje y número total de blastocistos producidos por toro.

Toro	Grupo	Blastocistos (%)	Total Blastocistos	Blastocistos para Microarray
Endog. 1	Fresco	31,1	64	19
Endog. 1	Congelado	23,8	64	19
Endog. 2	Fresco	21,6	60	15
Endog. 2	Congelado	20,0	60	15
Endog. 3	Fresco	13,8	45	---
Endog. 3	Congelado	20,0	58	13
Endog. 4	Fresco	21,3	47	2
Endog. 4	Congelado	19,5	47	2
Endog. 5	Fresco	9,0	33	---
Endog. 5	Congelado	17,6	52	---
Endog. 6	Fresco	31,1	105	45
Endog. 6	Congelado	24,7	90	30
Exog. 1	Congelado	13,0	45	---
Exog. 2	Congelado	23,5	75	15
Exog. 3	Congelado	17,5	59	---
Exog. 4	Congelado	30,7	90	30
Exog. 5	Congelado	33,9	100	40
Exog. 6	Congelado	27,9	75	15
Exog. 7	Congelado	35,7	100	30

*Endog. = endogámicos; Exog. = exogámicos

EPIGENETIC EFFECTS OF CRYOPRESERVATION AND INBREEDING IN DAIRY CATTLE

ABSTRACT: It is well known that cryopreservation can lead to DNA damage and decreased sperm motility. Epigenetic changes/abnormalities have also recently been shown to be trans-generational. Certain advanced reproductive technologies can increase the risk of epigenetic abnormalities in the embryo, and preliminary data in our laboratory has shown that murine sperm cryopreservation can lead to changes in the expression of imprinted genes, with these changes possibly exacerbated in inbred strains. This is a potential problem for the Australian Dairy cattle industry, as inbreeding values are increasing yearly in several breeds, such as Australian Jersey cattle (Wiggans et al., 1997). The current research described here may be useful in promoting breeding strategies that minimize inbreeding by farmers. 6 inbred and 7 outbred bulls were evaluated. All fresh semen successfully passed quality control parameters established at Genetics Australia. Both fresh and frozen semen was used for in vitro fertilization and blastocyst rates recorded. In general, there was a higher percentage of blastocysts produced from frozen semen in outbred bulls (avg. 26.0%) than in inbred bulls (avg. fresh 21.3% and avg. frozen 20.9%). All blastocysts were frozen and gene expression analysis of these embryos is currently in progress by both microarray analysis and qPCR.

Keywords: epigenetics, embryo, cattle, inbreeding.

OPENCRYOBANK: UNA ALTERNATIVA BASADA EN SOFTWARE LIBRE PARA LA GESTIÓN DE BANCOS DE SEMEN Y EMBRIONES

Martínez-Pastor, F.
ITRA-ULE, INDEGSAL, Universidad de León, 24071 León, España.
E-mail: felipe.martinez@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Los bancos de recursos genéticos se han convertido en una de las bases en la selección de razas agropecuarias y en la conservación de especies domésticas o silvestres (Roldán et al., 2006; Andrabi y Maxwell, 2007). Estos bancos consisten en una colección de dosis de espermatozoides o de embriones, almacenadas a muy baja temperatura. Generalmente, un banco contiene uno o más tanques de nitrógeno líquido, cada uno de los cuales contiene varios recipientes cilíndricos (*canisters*), en los que se colocan uno o más recipientes (*gobelets*) configurando "pisos". Dentro de cada *gobelet* se disponen las dosis, empaquetadas en pajuelas de plástico. Se pueden realizar otras subdivisiones dentro de cada *gobelet*, utilizando *visotubos* u otros divisores. Por lo tanto, cada dosis en un banco de recursos genéticos está caracterizada tanto por la identificación de la muestra en sí como por su localización dentro del banco. Es necesario contar con un sistema de gestión del banco, no sólo para mantener la localización de las distintas dosis, sino también para controlar las altas y bajas de las dosis. Este tipo de gestión es fundamental para los centros de selección genética o asociaciones de ganaderos que mantienen sus propios bancos.

Frecuentemente, el control de dosis de los criobancos se realiza mediante una combinación de registros en papel y bases de datos domésticas (por ejemplo, MS Access™ u hojas de cálculo en MS Excel™). Este sistema, aunque sencillo y útil para criobancos pequeños, presenta problemas de escalabilidad y de sincronización entre distintos usuarios. Para solventar varios de estos problemas, han ido surgiendo diversas opciones comerciales (p.e., Minitüb, Planer plc, Thermo scientific, etc.). Estas aplicaciones específicas presentan diversas ventajas: soporte para varios usuarios, estructura cliente-servidor (permitiendo el acceso *online* desde distintos ordenadores), seguridad, interacción con otras aplicaciones (p.e., gestión de la producción de dosis seminales), etc. La mayor desventaja de las opciones comerciales es que, en la mayor parte de los casos se trata de sistemas cerrados y propietarios. Esto implica que el cliente no tiene control sobre el software, y una capacidad limitada para adaptar el sistema a las necesidades de cada centro. Además, en muchos casos los datos se mantienen en un formato propietario, haciendo muy complicada la migración a otros sistemas.

En contraste, se han desarrollado aplicaciones específicas para la gestión de criobancos basadas en software de código abierto (*open source*), algunas bastante avanzadas, como CryoWeb (<http://cryoweb.tzv.fal.de>). Es decir, el cliente tiene el control para distribuir y utilizar la aplicación como considere conveniente. Además, el código de la aplicación y del software adicional está disponible tanto para su estudio como para su modificación, y el formato en el que se almacenan los datos es también abierto, haciendo muy sencilla la migración a otros sistemas. Aquí se presenta la aplicación OpenCryobank, basada en software de código abierto y con una licencia de software libre (*free software*), GNU GPLv3 (FSF, 2007). El desarrollo de esta aplicación responde a la necesidad de llamar la atención del sector sobre la existencia de otras opciones aparte de las propietarias. En esta línea, la UE ha promovido el uso de software de código abierto en diversos ámbitos y la distribución de datos en formatos no propietarios (ISTAG, 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

El código de la aplicación puede ser descargado gratuitamente de <http://sourceforge.org/opencryobank>. Además, existe un manual en <http://cryobank.wikidot.org>.

Esta aplicación sigue un modelo de red cliente-servidor. Esto quiere decir que los componentes de la aplicación se encuentran en un ordenador (el servidor) al cual los usuarios no tienen acceso directo. En cambio, los usuarios acceden a la aplicación a través de sus propios ordenadores (los clientes), conectados al servidor a través de la red. Esto permite el acceso simultáneo de varios usuarios desde distintas localizaciones, y evita los

problemas resultantes de que distintos usuarios tengan distintas versiones de la misma base de datos. Así, el usuario 1 podría actualizar el criobanco desde la explotación A, y esta modificación sería visualizada simultáneamente por el usuario 2 en el centro de selección Z, que podría a su vez modificar la base de datos sin interferir con el usuario 1.

La estructura del sistema está esquematizada en la Figura 1A. Brevemente, el servidor contiene un gestor de bases de datos (MySQL) y un servidor web (Apache). El verdadero motor de la aplicación es el entorno Xataface (<http://xataface.com>), una aplicación genérica para el manejo de bases de datos MySQL utilizando el lenguaje PHP. Los usuarios utilizan un navegador web (p.e., Mozilla Firefox o Internet Explorer) para conectarse con el servidor, y Xataface se encarga de construir automáticamente un sistema de listados y formularios web para visualizar y gestionar la base de datos.

En el desarrollo de esta aplicación se intentó seguir un modelo que fuese sencillo y muy flexible, de ahí la elección de Xataface. La aplicación en sí consiste en el diseño de la base de datos y en la personalización de la aplicación generada por Xataface, para adecuarse a las necesidades de los bancos de recursos genéticos.

La base de datos del criobanco está formada por dos conjuntos de datos: identificación de la dosis (semen, embriones u otro tipo) y localización en el criobanco. Además, la aplicación guarda un historial de las modificaciones que se han realizado sobre cada conjunto de dosis. Una serie de archivos de configuración modifican el aspecto de Xataface, mostrando un aspecto amigable. Por ejemplo, el logo y el nombre del laboratorio pueden ser incluidos en la aplicación, y los formularios están diseñados para facilitar la entrada de datos.

Uno de los aspectos más importantes de la aplicación es el soporte a múltiples usuarios. Cada usuario debe iniciar una sesión, y su actividad queda registrada en las dosis modificadas durante esa sesión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

OpenCryobank está siendo utilizado para gestionar el criobanco del Grupo de Biología de la Reproducción del IREC (<http://gbr.wikispaces.com>) y el del ITRA de la ULE (<http://itra.unileon.es>). En ambos casos, el servidor está basado en Ubuntu Linux, y ha demostrado una gran fiabilidad. La instalación más antigua ha estado en servicio durante casi cinco años (desde mediados de 2006), sin presentar ningún caso de corrupción de datos o de error grave.

La Figura 1B muestra una captura de pantalla del formulario de entrada de dosis. Debido a que el ordenador del usuario recibe páginas web, el acceso puede realizarse con cualquier dispositivo que cuente con un navegador web, incluyendo *smartphones* o *tablets*. Esto ha permitido consultar y actualizar las dosis incluso en condiciones de campo. Visualmente, OpenCryobank se estructura en una tabla principal donde se guardan las dosis y varias tablas secundarias permiten definir otros aspectos del criobanco, como las especies o razas, la localización de las ganaderías, etc. Las distintas tablas son accesibles mediante un sistema de pestañas o menús, y todas cuentan con opciones de listado, edición, búsqueda, reemplazo, etc. Además, OpenCryobank cuenta con la posibilidad de definir criotankes o ultracongeladores con distintas geometrías.

En su formato actual, OpenCryobank es relativamente simple, comparando con opciones comerciales. No obstante, sería sencillo acomodar el software a las necesidades de cada centro y añadir opciones avanzadas, gracias a que se trata de software abierto. Por ejemplo: utilización de lectores de códigos de barras, visualización gráfica del criobanco, cifrado de datos para mayor seguridad, obtención de estadísticas del criobanco, etc.

En resumen, OpenCryobank es una opción basada en software libre para gestionar un criobanco o grupo de criobancos. Su estructura y licencia permiten el uso libre y el acceso al código, permitiendo a la comunidad de usuarios la adaptación del software a sus necesidades concretas, así como la adición de distintas características. OpenCryobank ofrece una opción gratuita, fácil de instalar y mantener y abierta para los centros de selección y laboratorios que quieran utilizar un sistema de gestión de criobancos, o que quieran migrar a soluciones no propietarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrabi, S. M. H., Maxwell, W. M. C. 2007. *Anim Reprod Sci* 99: 223-243.
- FSF. 2007. <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html> [último acceso 22 de enero de 2011].
- ISTAG. 2002.

Report of the IST Advisory Group concerning software technologies, embedded systems and distributed systems. 95 pp. • Roldan, E. R. S., Gomendio, M., Garde, J. J., Espeso, G., Ledda, S., Berlinguer, F., del Olmo, A., Soler, A. J., Arregui, L., Crespo, C., González, R. 2006. *Reprod Domest Anim* 41 Suppl. 2: 82-92.

Agradecimientos: El autor agradece a los miembros del Grupo de Biología de la Reproducción del IREC (CSIC-UCLM-JCCM) y del grupo de Investigación en Tecnologías de Reproducción Asistida de la Universidad de León, por sus sugerencias durante la implementación del software para la gestión de sus respectivos criobancos.

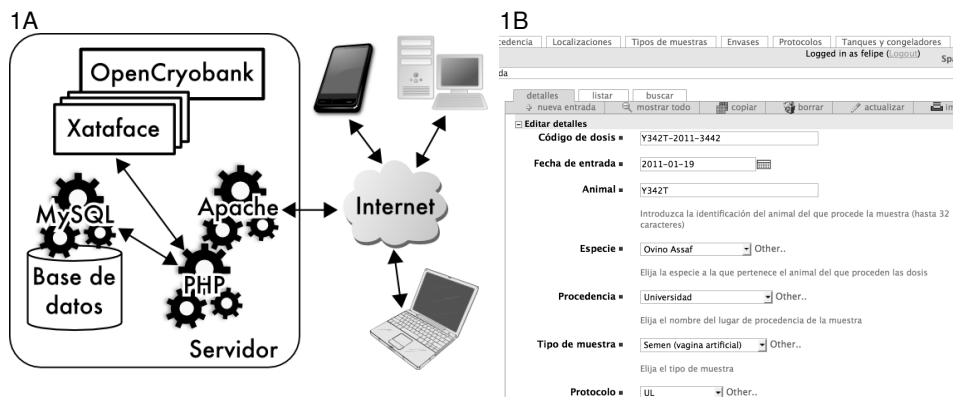


Figura 1. Estructura del sistema OpenCryobank (1A) y formulario de entrada de nuevas dosis (1B), visualizado en un navegador web.

OPENCRYOBANK: AN ALTERNATIVE BASED IN FREE SOFTWARE FOR THE MANAGEMENT OF SEMEN AND EMBRYO BANKS

ABSTRACT: Genetic resource banks (GRBs) are basic for selection and conservation programs for domestic and wild species. A good GRB management requires appropriate software for locating and tracking sperm and embryo doses in a cryobank. OpenCryobank (<http://opencryobank.sourceforge.org>) is a GRB management system based in free software (Apache, MySQL, PHP, Xataface). Its client-server network approach allows to access the GRB database from anywhere with an Internet connection. It offers several important features, such as basic user access control, ability to perform a complete customization or access from a simple web browser. Being based in open source and free software, the users can modify and improve it freely, adding new features. OpenCryobank has been tested in two laboratories using small to medium cryobanks, showing a high reliability and roughness. OpenCryobank is an example of free software available for selection centers and laboratories that want to implement non-proprietary GRB management software.

Keywords: cryobank, GRBs, database management, free software.

DEFECTOS EN LA IMPLANTACIÓN DE LA COLA ESPERMÁTICA EN VERRACOS Y SU EFECTO EN LA FERTILIDAD

Gadea, J., García-Vázquez, F.A., Gumbao, D. y Matás C.
Dpto. Fisiología (Facultad de Veterinaria). Universidad de Murcia. España.
E-mail: jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

En el campo de la reproducción porcina se ha producido un gran desarrollo en las técnicas de gestión y control reproductivo que han ido íntimamente unidas a la aplicación de la inseminación artificial. Esta técnica ha permitido la máxima utilización del potencial genético de reproductores de alto valor, ha sido una herramienta fundamental en la prevención y lucha contra las enfermedades porcinas y ha supuesto, en definitiva, un mejor control de todo el proceso reproductivo (Gadea, 2005). En los centros de inseminación artificial debe realizarse un control exhaustivo de la calidad seminal que permita la detección de animales que presentan alteraciones en el espermiograma y que en consecuencia puedan tener una fertilidad reducida (Gadea et al., 2004). En este trabajo describiremos un caso en el que se presenta una situación de fertilidad reducida asociada a alteraciones en diversos parámetros seminales en un grupo de reproductores.

El objetivo de este trabajo fue determinar si estos animales de esta estirpe específica presentaban alteraciones en los diferentes parámetros seminales que fueran causa de la reducción de la fertilidad, usando como control animales de otra raza albergados en el mismo centro y manejados de la misma manera.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un centro de inseminación se detecta un grupo de verracos de raza Duroc que presentan una fertilidad reducida con unos valores medios de tasa de gestación a los 28 días post-inseminación del 75%, mientras que la fertilidad media es superior (85-90%). También se detecta un aumento de la tasa de abortos o pérdidas embrionarias tempranas entre los días 22 y 25 post-inseminación. En el centro de inseminación no se observan alteraciones significativas en la calidad seminal (volumen, concentración espermática, acrosomas), ni modificaciones en las capacidades de conservación del semen diluido. Solamente se detecta una motilidad moderadamente reducida y un aumento de formas anormales.

Sobre muestras de 9 animales problema (Duroc) y 6 animales control (Control) se realizan los siguientes análisis espermáticos: 1. Evaluación de la motilidad por observación directa y mediante CASA. 2. Viabilidad espermática (Tinción fluorescente con diacetato de carboxifluoresceína e yoduro de propio). 3. Morfología espermática por microcopia de contraste de fases y microscopio electrónico de barrido. 4. Estado acrosomal. 5. Generación de agentes oxidantes (por citometría de flujo). 6. Evaluación de la viabilidad y el estado de desorden lipídico de las membranas espermáticas. 7. Alteraciones de la condensación cromatínica. 8. Fecundación *in vitro*. Todos estos parámetros fueron analizados siguiendo los protocolos establecidos en nuestro laboratorio y utilizando sistemas CASA, micropsia de fluorescencia y citometría de flujo (Gadea et al., 2005; 2008).

Los datos se muestran como media \pm error estándar de la media. Los datos fueron analizados con un modelo ANOVA de una vía, siendo el factor principal el grupo de animales. Se muestran diferencias significativas con $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de los verracos objeto del estudio (Duroc) se caracterizan por una motilidad relativamente reducida en comparación a los animales Control ($65,6 \pm 3,7$ vs. $80 \pm 2,2\%$), y presentan un movimiento poco progresivo y circular como se hace evidente con la reducción de la linealidad ($32,4 \pm 0,5$ vs. $44,96 \pm 0,7\%$), el aumento de la amplitud de los movimientos laterales de la cabeza ($3,6 \pm 0,1$ vs. $2,7 \pm 0,1 \mu\text{m}$) y una reducción de la frecuencia de batido

(5,4±0,1 vs. 7,6±0,1 Hz). La viabilidad espermática está igualmente moderadamente reducida (día 1: 80,2±1,6 vs. 89±1,8%; día 3: 56,2±1,4 vs. 71,3±1,6%) y presentan un mayor desorden de los lípidos de membrana (37,2±2,1 vs. 25±2,1%). Por el contrario, no se detectan alteraciones significativas en el estado de los acrosomas (92,1±1,7 vs. 92,5±0,8%) ni en la generación de agentes oxidativos entre ambos grupos (5,0±0,2 vs. 5,4±0,2 unidades arbitrarias de fluorescencia).

La evaluación de la morfología espermática pone de manifiesto un número elevado de alteraciones de la cola (cola en látigo y ovillo) junto con un moderado número de gotas citoplásmicas (Tabla 1). Al estudiar la implantación de la cola y la cabeza detectamos un elevadísimo número de implantación abaxial, con un desplazamiento lateral de la implantación variable (38,2 vs 1,1 % $p < 0,001$). La observación de las muestras en el microscopio electrónico de barrido confirmaron estas alteraciones en la simetría de la implantación de la cola.

El análisis del grado de condensación nuclear muestra que los espermatozoides del grupo problema presentan un grado de condensación mayor que los del grupo control (64,8±1,8 vs. 55,24±2,0 Unidades arbitrarias de fluorescencia, $p < 0,01$). Finalmente, en el estudio de la fecundación *in vitro*, tanto los porcentajes de penetración como el número medio de espermatozoides por ovocito estuvo marcadamente reducido en el grupo objeto de estudio (Tabla 2).

Los animales problema (Duroc) proceden de una misma estirpe y se caracterizan por una reducción significativa de la fertilidad, aunque ésta no puede determinarse exactamente para cada individuo por el sistema de inseminación con dosis alternativas. Sin embargo, la presencia de alta frecuencia de casos de implantación abaxial de la porción intermedia, asociado con alteraciones en los parámetros de la estructura nuclear apunta a que el origen se encuentre en una alteración de origen genético y de carácter hereditario, como ha sido descrito previamente (Thilander et al., 1985).

La relación entre la presencia de colas de implantación abaxial y la fertilidad no está del todo aclarada. Mientras que algunos autores la relacionan con casos de infertilidad (Peet et al., 1988, Thilander et al., 1985) otros no encuentran una relación directa entre fertilidad y presencia de esta alteración en la cola de los espermatozoides porcinos (Sarlos et al., 1990) y vacunos (Barth, 1989).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barth, A.D. 1989. Abaxial tail attachment of bovine spermatozoa and its effect on fertility. *Can Vet J* 30: 656-662.
- Gadea, J. 2005. Sperm factors related to *in vitro* and *in vivo* porcine fertility. *Theriogenology* 63: 431-444.
- Gadea, J., Sellés, E., Marco, M.A. 2004. The predictive value of porcine seminal parameters on fertility outcome under commercial conditions. *Reprod Domest Anim* 39: 303-308.
- Gadea, J., García-Vazquez, F., Matás, C., Gardón, J.C., Cánovas, S., Gumbao, D. 2005. Cooling and freezing of boar spermatozoa: supplementation of the freezing media with reduced glutathione preserves sperm function. *J Androl* 26: 396-404.
- Gadea, J., Gumbao, D., Cánovas, S., García-Vázquez, F.A., Grullón, L.A., Gardón, J.C. 2008. Supplementation of the dilution medium after thawing with reduced glutathione improves function and the *in vitro* fertilizing ability of frozen-thawed bull spermatozoa. *Int J Androl*. 31:40-49.
- Peet, R.L., Kluck, P., McCarthy, M. 1988. Infertility in 2 Murray Grey bulls associated with abaxial and swollen midpiece sperm defects. *Aust Vet J* 65: 359-360.
- Sarlós, P., Wckcrlé, L., Nagy, Z. 1990. Zusammenhang zwischen Fertilität und Kopfschwanzkoppelung bei Eberspermien. *Reprod Dom Anim* 25: 87-89.
- Thilander, G., Settergren, I., Ploen, L. 1985. Abaxial implantation of the middle piece in spermatozoa and spermatids in related sterile boars. *Acta Vet Scand* 26: 513-520.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por AGL2009-12512-C02-01 y por Fundación Séneca 08752/PI/08.

Tabla 1. Morfoanomalías espermáticas (%)

Raza	Normal	GCP	GCD	CL	CO	otros
Duroc	54,75	8,00	24,50	11,33	1,42	0,00
Control	76,14	0,43	16,86	6,00	0,43	0,00
Valor-P	0,01	0,02	0,31	0,36	0,35	0,46

GCP: Gotas citoplásmica proximal, GCD: Gotas citoplásmica distal, CL: Cola en látigo, CO: Cola en ovillo

Tabla 2. Fecundación *in vitro*

Raza	Nº ovocitos	% penetración	Nº medio espermatozoides por ovocito
Duroc	209	10,05±2,08	1,24±0,12
Control	132	34,09±4,14	2,00±0,21
Valor-P		<0,01	0,02

ABNORMAL IMPLANTATION OF THE MIDDLE PIECE IN BOAR SPERMATOZOA AND ITS EFFECT ON FERTILITY

ABSTRACT: A group of boars from the same Duroc line breed was associated with a reduction of the fertility in commercial farms averaging from 90 to 75%. The sperm analysis at the artificial insemination centre only detected a moderate reduction of the motility and increased number of spermatozoa with morphological abnormalities. A more thorough study compared seminal samples from 9 of these boars (problem) with other 6 boars (control) that were maintained and managed in the same way. Results indicated a significantly reduced motility in the problematic boars and the pattern of movement exhibited lower linearity and straightness, higher amplitude of lateral head movement and lower beat cross frequency. The sperm morphology was characterised by a higher number of spermatozoa that presented an abaxial implantation of the intermediate piece. The viability was reduced and a higher lipid membrane disorder was detected. However, no differences were found for acrosome status and generation of reactive oxygen species (ROS). In addition, Duroc boars presented a higher condensation of chromatin and a lower *in vitro* fertilizing capacity. These results suggest the alteration in the sperm functionality of these boars that could be related to a significant reduction in reproductive outcomes.

Keywords: Spermatozoa, morphology, pig, fertility.

PATRONES DE FOSFORILACIÓN DE TIROSINA EN ESPERMATOZOIDES PORCINOS, EPIDIDIMARIOS Y EYACULADOS, CAPACITADOS *IN VITRO*

Avilés-López, K., García-Vázquez, F.A., Gadea, J. y Matas, C.

Departamento Fisiología. Facultad Veterinaria. Universidad de Murcia. 30100 Murcia.

España. E-mail: cmatas@um.es

INTRODUCCIÓN

Durante la capacitación espermática se producen numerosas modificaciones en el espermatozoide que le permiten finalmente ser "capaz" de fecundar. Entre estas modificaciones se encuentran cambios en las concentraciones iónicas intracelulares, en la fluidez y permeabilidad de membrana, en la movilización de calcio o en la fosforilación en tirosina de las proteínas (Saliccioni et al., 2007). La fosforilación en tirosina de las proteínas ha sido localizada en diversas regiones de las células espermáticas. La fosforilación a nivel del flagelo parece estar relacionada con la adquisición de la hipermotilidad (Petrunkina et al., 2003), mientras que la fosforilación en el área acrosomal pudiera estar correlacionada con la interacción con la zona pelúcida y la penetración del ovocito (Dubé et al., 2005). En el área ecuatorial, la fosforilación de tirosinas aparece en una zona triangular dentro del segmento ecuatorial, estando esta zona relacionada con la fusión de gametos (Jones et al., 2008). El objetivo de este trabajo ha sido definir y cuantificar la localización de la fosforilación de tirosina en espermatozoides porcinos, tanto epididimarios como eyaculados, antes y después de ser sometidos a un proceso de capacitación *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los espermatozoides epididimarios (**EP**) se obtuvieron de la cola del epidídimo de animales sacrificados en el matadero, mientras que los espermatozoides eyaculados (**EY**) se obtuvieron de verracos de fertilidad probada. Las muestras seminales se procesaron mediante un gradiente discontinuo de Percoll® (Matás et al., 2010). El sedimento resultante fue resuspendido en medio TALP y se incubó durante 3 h a 37°C en atmósfera con 5% de CO₂. Se evaluó la fosforilación de tirosina antes de la capacitación (grupos control (C): EP-C y EY-C, inmediatamente tras diluir en medio TALP (grupos 0 h: EP-0 y EY-0) y tras estar en incubación durante 3 horas (grupos 3 h: EP-3 y EY-3). La localización de la fosforilación en tirosina de las proteínas de las muestras espermáticas se realizó mediante inmunofluorescencia indirecta, según el protocolo descrito por Tardif et al. (2001). Las muestras se centrifugaron a 270xg durante 10 min y el sedimento se resuspendió en una solución de formaldehído al 2% (v/v) durante 1 h a 4 °C. Se centrifugó nuevamente y las muestras se resuspendieron en BSA-PBS al 5% (p/v) y se mantuvieron toda la noche a 4 °C en una cámara húmeda para bloquear uniones inespecíficas. Transcurrido este tiempo las muestras se centrifugaron y se resuspendieron en PBS. Se realizaron extensiones sobre un portaobjetos y se incubaron, durante 1 h a 4 °C, con el anticuerpo primario antifosfotirosina (4G10, Millipore, Temecula, CA, EEUU) a una dilución 1:300 en PBS-BSA al 1% (p/v). A continuación se realizaron dos lavados con PBS libre de calcio y magnesio, para luego incubar con el anticuerpo secundario anti-ratón producido en cabra conjugado con FITC (Biorad Laboratories, Madrid, España) diluido 1:400 en PBS-BSA al 1% (p/v) durante 1 h a 4°C. Finalmente se lavaron las muestras dos veces con PBS y se adicionó el medio de montaje fluorescente (Dako®, CA, EEUU). Se realizaron controles negativos de cada una de las muestras a procesar.

Las muestras se evaluaron mediante microscopía de fluorescencia (Leica® DMR EEUU); a 100X aumentos con filtro I3 (excitación azul BP 450-490; emisión LP 515). El número de replicados fue de 6. Los espermatozoides (200 células por muestra) se clasificaron de acuerdo al patrón de fluorescencia. Los datos se expresaron como media ± error estándar de la media (SEM) y se analizaron por ANOVA, considerando el tratamiento espermático la variable principal. Cuando ANOVA señaló efecto significativo, los valores fueron reanalizados por el método de comparación múltiple de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la tinción de diferentes partes del espermatozoide porcino existen hasta 8 patrones diferentes de fluorescencia correspondientes con la fosforilación de la tirosina

(Figura 1). Para simplificar el análisis y comparar nuestros resultados con los descritos por otros autores, los agrupamos en 3 grupos: grupo I: espermatozoides sin fluorescencia y/o poca fluorescencia (tipos A, D y H), grupo II: espermatozoides con fluorescencia en la región sub-ecuatorial y cola (tipos B y C) y el grupo III: aquellos que eran presentaban fluorescencia en el acrosoma, región sub-ecuatorial y la cola (tipos E, F y G (Figura 1). Los resultados muestran que el mayor porcentaje de espermatozoide sin fosforilar se encontraba en las muestras antes de ser capacitadas (grupos EY-C y EP-C, Tabla 1) y que la fosforilación aumenta al ser sometidos a los lavados en Percoll®. Al analizar los patrones de fosforilación en espermatozoides capacitados (grupos II y III) observamos que el tiempo de incubación no afectó a los espermatozoides de origen epididimario predominando los del grupo II, es decir espermatozoides que presentaron fosforilación principalmente en la región subecuatorial. Sin embargo, la distribución de la fosforilación en los espermatozoides eyaculados fue muy diferente a la que apareció en la de epidídimo. En primer lugar, el tiempo de incubación sí que influyó en la fosforilación de estos espermatozoides ya que el patrón II se incrementó desde el tiempo 0 al tiempo 3 horas de incubación. En relación al patrón III el efecto del tiempo afectó de forma inversa ya que al incrementar el tiempo disminuía este tipo de patrón, por lo que deducimos que se produce un cambio de fosforilación importante en espermatozoides eyaculados del tipo III al II durante el tiempo de incubación estudiado. Estos resultados concuerdan con los obtenidos previamente en nuestro laboratorio cuando estudiamos la fosforilación de las tirosina mediante *Western-blot* en el que observamos que los espermatozoides EP no sufrían cambios significativos en la fosforilación de las proteínas a lo largo del tiempo de incubación (Avilés-López et al., 2009). Estos resultados sugieren que los patrones de fosforilación de tirosina se encuentran modulados por factores presentes en el plasma seminal. Ciertos componentes del plasma seminal protegerían a los espermatozoides eyaculados de la fosforilación. Sin embargo, cuando parte del plasma seminal es eliminado mediante la selección en el gradiente de Percoll®, el proceso de capacitación se ve favorecido. Estos resultados nos ayudan a explicar en cierta medida, los obtenidos en trabajos previos de fecundación *in vitro*, donde se observó que al utilizar espermatozoides eyaculados capacitados *in vitro* eran capaces de fecundar a los ovocitos mucho más rápido que los epididimarios bajo las mismas condiciones (Matás et al., 2010).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dubé, C., Leclerc, P., Baba, T., Reyes-Moreno, C., Bailey, J.L. 2005. *J Androl* 4: 519-528.
- Jones, R., James, P.S., Oxley, D., Coadwell, J., Suzuki-Toyota, F., Howes, E.A. 2008. *Biol Reprod* 79: 421–431.
- Matas, C., Sansegundo, M., Ruiz, S., García-Vázquez, F. A., Gadea, J., Romar, R., Coy, P. 2010. *Theriogenology* 8: 1327-1340.
- Petrunkina, A. M., Simon, K., Günzel-Apel, A. R., Töpfer-Petersen, E. 2003. *J Androl* 3: 423-437.
- Salicioni, A. M., Platt, M. D., Wertheimer, E.V., Arcelay, E., Allaire, A., Sosnik, J., Visconti, P.E. 2007. *Soc Reprod Fertil Suppl* 65: 245-259.
- Tardiff, S., Dubé, C., Chevalier, S., Bailey, J.L. 2001. *Biol Reprod* 65: 784-792.
- Avilés-López, K., García-Vázquez, F. A, Matás C. 2009. *Reprod Fertil Dev* 21 (1): 211.

Agradecimientos: Trabajo financiado por Fundación Séneca 08752/PI/08.

Tabla 1. Patrón de fosforilación en tirosina en espermatozoides porcinos capacitados *in vitro* (se realizaron 6 replicados)

Origen/Tratamiento	Tipo I (%)	Tipo II (%)	Tipo III (%)
EP-C	32,00±7,35 ^b	0 ^a	68,00±7,35 ^{bc}
EP-0	12,88±2,12 ^a	81,50±7,05 ^c	5,00±5,00 ^a
EP-3	17,63±8,18 ^{ab}	81,63±8,04 ^c	0,75±0,48 ^a
EY-C	84,13±5,53 ^c	0 ^a	15,88±5,53 ^a
EY-0	11,25±6,58 ^a	8,25±4,96 ^{ab}	80,50±6,57 ^c
EY-3	4,13±1,68 ^a	42,13±16,66 ^b	53,75±18,32 ^b

Diferentes superíndices en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

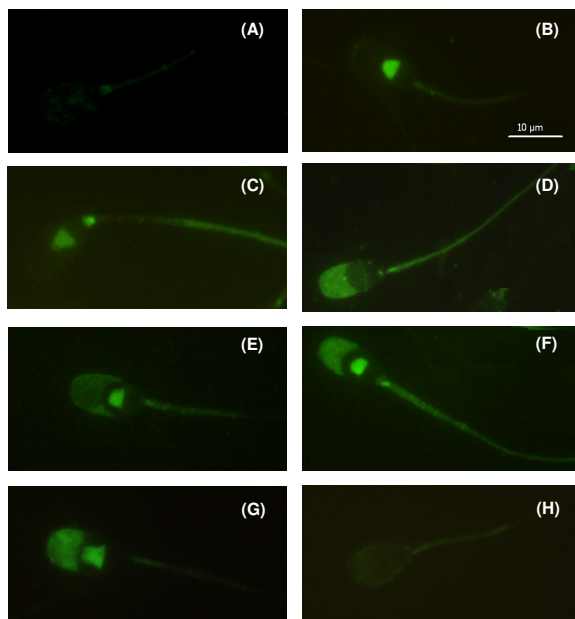


Figura 1. Patrones de fosforilación de espermatozoides porcinos de epidídimo y eyaculado no permeabilizados y evaluados mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI). **(A)** Sin ninguna fluorescencia, **(B)** Fosforilación en región sub-ecuatorial, **(C)** Fosforilación en región sub-ecuatorial y flagelo, **(D)** Fosforilación en acrosoma y flagelo, **(E)** Fosforilación tenue en el acrosoma, triángulo y flagelo, **(F)** Fosforilación intensa en acrosoma, región sub-ecuatorial y flagelo; **(G)** Fosforilación en el acrosoma y región sub-ecuatorial, **(H)** Fosforilación ligera en el espermatozoide.

PATTERNS OF TYROSINE PHOSPHORYLATION IN BOAR EPIDIDYMAL AND EJACULATED SPERMATOZOA CAPACITATED *IN VITRO*

The aim of this study was to determine the P-tyrosine phosphorylation pattern in epididymal (EP) and ejaculated (EJ) spermatozoa before and after capacitation. Sperm samples were processed by Percoll gradient selection and incubation in TALP media up to 3 hours. After immunofluorescence staining we evaluated that presence of tyrosine phosphorylation was characterized in boar spermatozoa by a fluorescent signal presents in the equatorial subsegment, triangular in appearance. Before capacitation, the EJ spermatozoa presented a higher percentage of no phosphorylation than EP cells (EJ 84.13±5.53% vs. EP 32.00±7.35%, $P < 0.01$). After capacitation, the proportion of phosphorylated sperm increased in EP groups and this high level of phosphorylation was maintained from 0 to 3 hours of incubation. For EJ group at 3 h of co incubation has an increased of phosphorylated proteins in the group III and a decrease in the group II (42,13±16,66). The differences between EP and EJ before capacitation suggest that some components of the seminal plasma are implied in the sperm membrane stabilisation. However, the capacitation process is equally effective for both EP and EJ spermatozoa to induce phosphorylation signals. These results confirmed the previously results obtained by Western-blot analysis of the same samples.

Keywords: Sperm capacitation, tyrosine phosphorylation, immunofluorescence.

GLICOSIDASAS EN ESPERMATOZOIDES PORCINOS EYACULADOS Y EPIDIDIMARIOS

De Ondiz, A.^{1,2}, Avilés, M.³, García-Vázquez, F.A.² y Ruiz, S.²

¹Facultad de Cs. Veterinarias. Universidad del Zulia. Venezuela.

²Departamento de Fisiología y ³Departamento de Biología Celular e Histología.
Universidad de Murcia. 30071. Murcia. España. E-mail: aitor.de@um.es

INTRODUCCIÓN

La fecundación es un conjunto complejo de procesos en el que hasta el día de hoy todavía existen muchos interrogantes. El estudio de sus diferentes etapas contribuirá a la mejora de la eficiencia en los sistemas de cultivo *in vitro* cuyo objetivo final es reproducir el proceso fisiológico lo más fielmente posible (Wassarman et al., 2005; Shur, 2008; Avilés et al., 2010). Durante la fecundación, las interacciones entre los espermatozoides y el ovocito a nivel molecular, con especial detalle en la membrana plasmática espermática con la zona pelúcida (ZP), células del *cumulus oophorus* y células epiteliales del oviducto, se producen entre proteínas y carbohidratos (Tulsiani et al., 1989; Shur, 2008). El papel de algunas de las enzimas que participan en estas reacciones es conocido sólo parcialmente (Shur, 2008).

Se han propuesto varias proteínas de la superficie de los espermatozoides en diversas especies que funcionan como moléculas de unión a la ZP (Tulsiani et al., 1989; Avilés et al., 1996; Wassarman et al., 2005; Shur, 2008). Las glicosidasas son las enzimas responsables de la rotura hidrolítica de las uniones glucosídicas en la naturaleza. Estas enzimas han sido propuestas en diferentes mamíferos (rata, ratón, hámster, conejo, cerdo y hombre) como un elemento importante del reconocimiento y la unión de los gametos durante la fecundación (Tulsiani et al., 1989; Avilés et al., 1996; Larson y Miller, 1997; Song et al., 2000; Venditti et al., 2007; 2010). Estas glicosidasas espermáticas tienen su mayor actividad en condiciones de pH ácido por tener un comportamiento como enzimas lisosomales, pero al mismo tiempo se está investigando su papel en la fecundación y el desarrollo embrionario temprano. El objetivo de este trabajo fue caracterizar y cuantificar los niveles de actividad enzimática de siete glicosidasas (α -D-manosidasa, α -L-fucosidasa, β -D-glucosaminidasa, β -D-galactosaminidasa, α -D-galactosidasa, β -D-galactosidasa, y N-neuraminidasa) en espermatozoides porcinos eyaculados y epididimarios, en condiciones de pH fisiológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los espermatozoides eyaculados fueron obtenidos de verracos de fertilidad probada mediante el método de extracción manual. Los espermatozoides epididimarios se obtuvieron de epidídimos de verracos (80-120 kg peso vivo) sanos sacrificados en matadero. Una vez en el laboratorio, los testículos junto con los epidídimos fueron lavados con solución salina fisiológica atemperada, procediéndose tras ello a la separación del epidídimo del testículo y luego a la disección de la cola del epidídimo. Posteriormente, se inyectó 2 ml de aire en el conducto deferente (próximo a la cola del epidídimo) utilizando una aguja de 21G acoplada a una jeringuilla de 5 ml para extraer el fluido epididimario junto con los espermatozoides. Una vez obtenidos los espermatozoides eyaculados y epididimarios se lavaron 3 veces en PBS (*Phosphate Buffer Solution*) para eliminar el plasma seminal o el fluido epididimario, ajustándose la concentración espermática en función de la glicosidasa a evaluar.

La actividad de siete glicosidasas (α -D-manosidasa, α -L-fucosidasa, β -D-glucosaminidasa, β -D-galactosaminidasa, α -D-galactosidasa, β -D-galactosidasa, y N-neuraminidasa) se determinó de manera simultánea en los espermatozoides porcinos eyaculados y epididimarios. Se trabajó con 2 concentraciones distintas para los diferentes tipos de espermatozoides (esp), debido a que con estas concentraciones las enzimas realizan su función en condiciones de linealidad, evitándose así la saturación del sistema que podría producir niveles erróneos de actividad enzimática. Las concentraciones espermáticas fueron 25×10^6 esp/ml para la determinación de la actividad enzimática de α -D-manosidasa y α -L-fucosidasa y 250×10^6 esp/ml, para las enzimas β -D-glucosaminidasa, β -D-galactosidasa, α -D-galactosidasa, β -D-galactosaminidasa y N-neuraminidasa.

Estas muestras fueron evaluadas por el protocolo descrito previamente por Avilés et al. (1996), para α -L-fucosidasa espermática en la rata. Se utilizaron sustratos sintéticos específicos unidos al grupo fluoróforo 4-metilumbeliferil-glicósido (4MUB), de manera que cuando existe la enzima correspondiente en la muestra a evaluar, ésta rompe el enlace y libera un producto fluorescente. El fluoróforo liberado emite fluorescencia a una determinada longitud de onda, siendo ésta proporcional a la actividad de la glicosidasa en el medio estudiado; por lo tanto, la actividad de las glicosidasas fue analizada midiendo la liberación del 4-metilumbeliferil-glicósido. La cantidad de fluoróforo liberado se determinó por fluorescencia con la ayuda de un espectrofluorímetro Fluostar Galaxy (BMG Lab. Technologies, Durham, Carolina del Norte, EEUU) a una longitud de onda de 340 nm y 450 nm de excitación y emisión, respectivamente. Tanto las muestras como los controles se dispusieron, para su medición, en una placa de 96 pocillos con 200 μ l de muestra/pocillo.

A partir de los valores netos de fluorescencia se transformaron éstos en cantidad de 4MUB producida y se calcularon los datos finales de actividad enzimática. La actividad enzimática (AE) se definió como la actividad de cada una de las glicosidasas expresada en unidades, considerando que 1 unidad de actividad enzimática es la cantidad de enzima necesaria ubicada en determinado número de espermatozoides (10×10^7) para liberar 1 nmol de sustrato (4-metilumbeliferil-glicósido) por minuto a 37°C y pH=7 (Avilés et al., 1996). Se comparó estadísticamente la actividad enzimática entre las distintas glicosidasas. Los resultados fueron analizados por ANOVA de una vía. Cuando el ANOVA señaló efecto significativo los valores fueron cotejados por una prueba de comparación de medias de Tukey considerando como diferencias significativas aquellas que alcanzaron niveles de probabilidad $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron las medias obtenidas en las glicosidasas encontradas en los espermatozoides porcinos tanto eyaculados como epididimarios como fase inicial del estudio de la función de las glicosidasas espermáticas durante la fecundación porcina y poder evaluar la acción de estas enzimas en espermatozoides eyaculados y epididimarios durante la fecundación *in vitro* (FIV) (Tabla 1). Los valores medios detectados para los espermatozoides eyaculados difieren de los epididimarios para la enzima α -D-manosidasa ($P \leq 0,05$) esto se podría deber a que parte de esta glicosidasa se incorpora al espermatozoide cuando entra en contacto con el plasma seminal (PS), ya que el PS contiene α -D-manosidasa. No se observaron diferencias estadísticamente significativas para las enzimas α -L-fucosidasa, β -D-glucosaminidasa y β -D-galactosaminidasa cuando se compararon espermatozoides eyaculados y epididimarios ($P > 0,05$). Tanto en espermatozoides eyaculados como epididimarios no se encontró actividad enzimática significativa para α -D-galactosidasa, β -D-galactosidasa y N-neuraminidasa, en condiciones de pH fisiológico.

Estos resultados indican que las enzimas α -D-manosidasa y α -L-fucosidasa son las glicosidasas con mayor actividad de las analizadas en los espermatozoides porcinos (eyaculados y epididimarios) a pH=7. Este resultado es similar al observado previamente para estas enzimas en los espermatozoides de otras especies (ratón, rata, hombre, cerdo) Es importante mencionar que en el cerdo los resultados previos reportados son en condiciones de pH ácido y no como las de este estudio, realizado en condiciones fisiológicas inherentes a las condiciones en las que se desarrolla la fecundación (Tulsiani et al., 1989; 1990; Cornwall et al., 1991; Avilés et al., 1996; Song et al., 2000). La actividad de todas estas glicosidasas ha sido previamente descrita en el fluido oviductal porcino (Carrasco et al., 2008). Podemos concluir que en espermatozoides porcinos y en diferentes estadios de maduración, las glicosidasas referidas anteriormente presentan actividad enzimática en condiciones fisiológicas y que estas enzimas pueden tener un papel durante el reconocimiento de gametos y la fecundación, que debemos estudiar con el fin de establecer sistemas de FIV de mayor eficiencia en esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés, M., Abascal, I., Martínez-Menárguez, J., Castells, M., Skalaban, S., Ballesta, J., Alhadeff, J. 1996. *Biochem J.* 318: 821-831.
- Avilés, M., Gutiérrez-Adán, A., Coy, P. 2010. *Mol Hum Reprod.* 16: 896-906.
- Carrasco, L., Romar, R., Avilés, M., Gadea, J., Coy, P. 2008. *Reproduction* 136: 833-842.
- Cornwall, G., Tulsiani, D., Orgebin-Crist, M. 1991. *Biol Reprod.* 44: 913-921.
- Larson, J., Miller, D. 1997. *Biol Reprod.* 57: 442-453.
- Shur, B. 2008. *Int J Dev Biol.* 52: 703-715.
- Song, X. X., Park, K. W., Iga, K., Niwa, K. 2000. *J Reprod Dev.* 46: 115-125.
- Tulsiani, D. R. P., Skudlarek, M. D., Orgebin-crist, M. C. 1989. *J Cell Biol.* 109: 1257-67.
- Tulsiani, D., Skudlarek, M., Orgebin-Crist, M. 1990. *Biol Reprod.* 42: 843-858.
- Venditti, J. J., Donigan, K. A., Bean, B.S., 2007. *Mol Reprod Dev.* 74: 758-766.
- Venditti, J. J., Swann, J., Bean, B. 2010. *Biol Reprod.* 82: 572-579.
- Wassarman, P., Jovine, L., Qi, H., Williams, Z., Darie, C., Litscher, E. 2005. *Mol Cell Endocrinol.* 234: 95-103.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyectos AGL2006-03495 y AGL2009-12512-C02-01) y la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Fundación Séneca 0452/GERM/06, 08752/PI/08 y Vitrogen Project).

Tabla 1. Actividad enzimática (AE) de las glicosidasas en espermatozoides (10×10^7) porcinos eyaculados y epididimarios.

Glicosidasas (n=8)	AE (Eyaculados)	AE (Epididimarios)
α -D-manosidasa	9,42 \pm 0,52 ^a	5,70 \pm 0,40 ^b
α -L-fucosidasa	1,93 \pm 0,09 ^a	2,00 \pm 0,23 ^a
β -D-glucosaminidasa	0,75 \pm 0,04 ^a	0,27 \pm 0,04 ^a
β -D-galactosaminidasa	0,17 \pm 0,01 ^a	0,21 \pm 0,05 ^a

^{a,b}Diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$); n= número de muestras analizadas.

GLYCOSIDASES IN EJACULATED AND EPIDIDYMAL PORCINE SPERM

ABSTRACT: Fertilization in mammals is mediated by protein receptors on the sperm plasmatic membrane attaching to carbohydrate molecules on the oocyte. Glycosidases are enzymes catalyzing hydrolytic cleavage of terminal sugar residues from glycoproteins. For this reason the glycosidases could play a role in recognition of gametes and fertilization. In this work we report the enzymatic activity of 4 glycosidases in porcine ejaculated and epididymal spermatozoa. The results showed that α -D-manosidase activity was significantly higher in ejaculated than epididimal group ($P \leq 0.05$). The activity of the others enzymes was statistically similar in both groups ($P > 0.05$). No significant enzyme activity was found for α -D-galactosidase, β -D-galactosidase and N-neuraminidase in physiological pH conditions. The highest enzyme activity was found in α -D-manosidase and α -L-fucosidase in both spermatozoa origin. We conclude that in spermatozoa at different stages of maturation, the glycosidases mentioned above have enzymatic activity under physiological conditions and that these enzymes may play a role in gamete recognition and fertilization that we must study in order to develop more efficient systems in porcine IVF.

Keywords: glycosidases, sperm, porcine.

RELACIÓN ENTRE LA CONGELABILIDAD DEL SEMEN DE VERRACOS Y LA RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO

De Mercado, E.², Tomás, C.¹, Blanch, E.¹, Gómez-Fernández, J.², Gómez-Izquierdo, E.² y Mocé, E.¹

¹ CITA-IVIA. Apdo. 187. 12400- Segorbe (Castellón). España. E-mail: moce_eva@gva.es

² Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla (Segovia). España.

INTRODUCCIÓN

El proceso de crioconservación provoca cambios muy importantes en el espermatozoide que afectarán a su calidad post-descongelación. Estas modificaciones son principalmente causadas por el estrés térmico y osmótico a los que son sometidos durante este proceso. Tradicionalmente, se ha clasificado a las especies en resistentes o sensibles a los choques térmicos, y esta sensibilidad al choque térmico de los espermatozoides se ha relacionado con la composición de su membrana plasmática (Parks y Lynch, 1992; Drobnis et al., 1993; Arav et al., 2000). Así, por la composición lipídica de su membrana plasmática, los espermatozoides de verracos han sido clasificados como muy sensibles a este fenómeno. Por otra parte, la resistencia de los espermatozoides al proceso de crioconservación también está relacionada con la composición de su membrana plasmática (Parks y Lynch, 1992), existiendo una gran variabilidad entre individuos. Ya que los espermatozoides son sometidos obligatoriamente al descenso de temperatura durante la crioconservación, la resistencia de los espermatozoides al choque térmico podría aportar información sobre la respuesta de los eyaculados al proceso de congelación. Si esto fuera así, este test de resistencia al choque térmico podría utilizarse en un futuro como un test para seleccionar los eyaculados aptos para crioconservar. El objetivo de este estudio fue determinar si puede existir alguna relación entre la resistencia de los espermatozoides al choque térmico y el proceso de congelación-descongelación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los reactivos utilizados fueron adquiridos de Sigma-Aldrich (Co., St. Louis, MO, EEUU), excepto el yoduro de propidio (PI) y el SYBR-14, que fueron adquiridos en Invitrogen (Corp., Carlsbad, EEUU). En este estudio se han utilizado un total de 8 eyaculados recuperados de diferentes verracos de raza Pietrain (Centro de Inseminación-CIAR, Peñaroya de Tastavins, Teruel). Las fracciones ricas de los eyaculados fueron recuperadas de forma manual, diluidas 1:1 en una solución comercial de Beltsville Thawing Solution (BTS; Minitüb Ibérica, La Selva del Camp, Tarragona, España) y transportadas a 16 °C hasta el laboratorio donde fueron procesadas. Todos los eyaculados procesados presentaron valores mínimos de 80% de espermatozoides vivos y 75% de espermatozoides móviles. De cada eyaculado se tomó una alícuota para el estudio del efecto del choque térmico en los espermatozoides, mientras que el resto del eyaculado fue crioconservado. Las alícuotas para choque térmico fueron diluidas a una concentración de 25×10^6 espermatozoides/mL en BTS a temperatura de 16 °C, envasadas en pajuelas de 0,25 mL para maximizar la superficie de contacto y acelerar el proceso de enfriamiento e introducidas en una cámara a 5 °C durante 10 minutos (min). La congelación se realizó siguiendo el protocolo desarrollado por Westendorf et al. (1975). Brevemente, las muestras fueron centrifugadas (16 °C, 800xg, 10 min), el sobrenadante eliminado y el pellet resuspendido en un medio de lactosa-yema de huevo [LEY; 80% (v:v) de β -lactosa y 20% de yema de huevo] a una concentración final de 1500×10^6 espermatozoides/mL. A continuación, el semen fue enfriado lentamente hasta 5 °C durante 2 h y después fue diluido (2:1; v:v) con diluyente LEY (89,5 %) suplementado con glicerol (9 %) y *Orvus Es Paste* (1,5%; Equex STM, Nova Chemical Sales Inc., Scituate, MA, EEUU), obteniendo una concentración final de 1000×10^6 espermatozoides/mL y 3% glicerol. Tras 15 min de equilibrado con este diluyente, las muestras fueron envasadas en pajuelas de 0,5 mL (French Straws; Minitüb, Alemania) y congeladas en un biocongelador programable (Mini-Digitcool, IMV, Humeco, Huesca, España) siguiendo la curva de congelación descrita por Roca et al. (2003) antes de ser sumergidas en nitrógeno líquido para ser almacenadas

hasta su análisis. Las pajuelas se descongelaron en un baño de agua a 37 °C durante 30 segundos, y las muestras fueron diluidas a una concentración de 25×10^6 espermatozoides/mL con BTS-BSA (6 mg/mL).

En cada eyaculado, la concentración se evaluó en una alícuota fijada en una solución de PBS con glutaraldehído 0,25 % (dilución 1/100) con ayuda de una cámara de recuento celular (*Neubauer improved*). La calidad del movimiento espermático fue analizada mediante un sistema CASA (Computer-Assisted Sperm Analysis System; ISAS version 1.0.17, Proiser; Valencia, España). Para cada análisis se depositaron 5 μ L de las muestras diluidas (25×10^6 espermatozoides/mL) sobre una cámara Makler atemperada a 39 °C y se analizaron un mínimo de 200 células. La viabilidad de los espermatozoides fue analizada por citometría de flujo (Coulter EPICS XL-MCL; IZASA, Barcelona, España) mediante una doble tinción fluorescente de SYBR-14/PI, siguiendo el protocolo descrito por Purdy y Graham (2004). En las muestras sometidas a choque térmico y en las muestras criopreservadas se analizaron la movilidad y la integridad de la membrana plasmática (viabilidad). Se realizó un análisis de clasificación por clusters con el programa estadístico Statgraphics (Versión 15.2.12., StatPoint Technologies, Inc. Warrenton, Virginia, EEUU), para la separación de los eyaculados en dos grupos (buenos y malos congeladores), usando como variables discriminantes el porcentaje de espermatozoides móviles totales y el porcentaje de espermatozoides vivos tras la descongelación. Las diferencias entre las variables de calidad del choque térmico entre grupos de congelación fueron contrastadas mediante un análisis GLM con el paquete estadístico SAS (Version 9.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de calidad del semen congelado-descongelado de los machos buenos y malos congeladores se encuentran en la Tabla 1. Esta clasificación obtenida por el análisis por clusters se utilizó para determinar el efecto del choque térmico en machos catalogados como buenos o malos congeladores. Según Watson (1995), uno de los signos más evidentes de daño causado por choque térmico es la pérdida irreversible de movilidad, seguida por la lesión de las membranas plasmática y acrosomal. En nuestro trabajo, el porcentaje de espermatozoides móviles totales fue estadísticamente diferente entre los machos buenos y malos congeladores tras ser sometidos a choque térmico, mientras que el resto de parámetros fue similar entre los dos grupos (Tabla 2). De acuerdo con nuestros resultados, parece que pueda existir una relación entre el porcentaje de espermatozoides móviles totales tras ser éstos sometidos al choque térmico y el porcentaje de espermatozoides móviles totales tras la descongelación, aunque esto debería ser estudiado en profundidad en futuros trabajos. Las diferencias entre machos individuales a la resistencia al choque térmico y al proceso de criopreservación ha sido asociada a diferencias en la composición de la membrana plasmática (Parks y Lynch, 1992), aunque existe controversia entre trabajos (Cerolini et al., 2001). En nuestro trabajo se observa una disminución drástica en el porcentaje de espermatozoides móviles tras la congelación en algunos machos, mientras que la integridad de la membrana plasmática no se ve tan afectada. Esta diferencia entre estos dos parámetros de calidad espermática podría ser debida a un aumento de la concentración de calcio intracelular. Así, se ha observado que durante el descenso de temperatura los espermatozoides captan calcio del medio a su interior, y este aumento en los niveles de calcio intracelular puede causar un daño en la célula y una consecuente pérdida de la motilidad sin que la membrana se vea afectada (White, 1993). No obstante, para confirmar esta hipótesis sería necesario realizar más investigaciones con un mayor número de machos y estudiar si los machos en los que se observa una pérdida de movilidad tras la descongelación presentan mayores niveles de calcio intracelular que los machos en los que no se observa una pérdida del porcentaje de espermatozoides móviles tan acusada. En conclusión, los verracos que presentaron menor porcentaje de espermatozoides móviles tras la descongelación presentaron también menor capacidad de resistencia al choque térmico (porcentaje de espermatozoides móviles). No obstante, la utilidad de este test de resistencia al choque térmico como posible predictor de la calidad del semen post-descongelación debería ser estudiada en futuros trabajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arav, A., Pearl, M. & Zeron, Y. 2000. *Cryo. Letters* 21: 179-186 • Cerolini, S., Maldjian, A., Pizzi, F. & Gliozzi, T.M. 2001. *Reproduction* 121: 395-401. • Drobniš, .EZ., Crowe, L.M., Berger, T., Anchoroguy, T.J., Overstreet, J.W. & Crowe, J.H. 1993. *J. Exp. Zool.* 265: 432-437. • Parks, J.E., & Lynch, J.V. 1992. *Cryobiology* 29: 255-266. • Purdy, P.H. & Graham, J.K. 2004. *Cryobiology* 48: 36-45. • Roca, J., Carvajal, G., Lucas, X.M., Vázquez, J.M. & Martínez E.A. 2003. *Theriogenology* 57: 385. • Watson, P.F. 1995. *Reprod. Fertil. Dev.* 7: 871-891. • Westendorf, P., Richter, L., Treu, H. 1975. *Dtsch Tierärztl Wochenschr* 82: 261-267. • White, I.G. 1993. *Reprod. Fertil. Develop.* 5: 639-658.

Agradecimientos: a CIAR (Peñarroya de Tastavins, Teruel) por proporcionarnos los eyaculados. Este trabajo ha sido financiado por AGL2006-07769/GAN, GV/2007/163 y fondos FEDER. Agradecemos la financiación del MICINN (C. Tomás, FPI Ref. BES-2007-17063; Madrid), CAPA (E. Blanch, CAPA, DOGV5324; Valencia) e INIA-CCAA cofinanciado por el Fondo Social Europeo (E. Mocé). E. Mocé está en la actualidad contratada mediante fondos del Subprograma Ramón y Cajal del MICINN (ref. RYC-2010-06162; Madrid).

Tabla 1. Clasificación por clusters de los eyaculados de verraco en dos grupos (buenos y malos congeladores), según el porcentaje de espermatozoides vivos y móviles totales (MT) tras la descongelación.

Grupo	N	MT (%)	Vivos (%)
Buenos	5	47,90	63,61
Malos	3	12,03	46,11

Tabla 2. Calidad del semen de verracos buenos o malos congeladores tras el choque térmico. Los resultados se expresan como media \pm error estándar de la media.

Grupo	Vivos (%)	MT(%)	Móviles progresivos (%)
Buenos	81,88 \pm 2,19	74,96 \pm 4,49 ^a	33,42 \pm 8,87
Malos	81,71 \pm 2,82	55,57 \pm 5,80 ^b	32,13 \pm 11,45

^{a, b}: indican diferencias significativas entre grupos de congelación ($P < 0,05$).

RELATIONSHIP BETWEEN BOAR SPERM FREEZING ABILITY AND COLD SHOCK RESISTANCE

ABSTRACT: Sperm cryopreservation involves major changes that will affect negatively the sperm quality obtained after thawing. These changes are mainly due to thermal and osmotic stress. Susceptibility of sperm to chilling injury has been related to the sperm membrane composition. The aim of this study was to determine whether individuals with greater resistance to freezing and thawing process may present also greater resistance to cold shock as a first step to develop a test to select the ejaculates worth of being cryopreserved. The cluster analysis classification according to the values of percentage of total motile sperm after thawing split ejaculates of different males into two groups ("good" and "bad freezers"). When these groups were used to evaluate the sperm quality after ejaculates were subjected to cold shock, we observed that sperm from males classified as "good freezers" exhibited also higher percentages of total motile sperm (74.96 \pm 4.49%) than the sperm from "bad freezers" (55.57 \pm 5.80%). According to our results, the sperm response to cold shock (in terms of total motile sperm) could have a relationship with the percentage of total motile sperm obtained after thawing, although the sperm membrane integrity does not seem to be involved. Nevertheless, further studies are needed to assess the usefulness of this cold shock resistance test as a possible predictor of sperm quality after cryopreservation.

Keywords: sperm, cryopreservation, cold shock, motility.

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA MEMBRANA DEL ESPERMATOZOIDE DE CERDO IBÉRICO Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA RESISTENCIA AL PROCESO DE CRIOCONSERVACIÓN

De Mercado¹, E., Tomás², C., Gómez-Fernández¹, J., Gómez-Izquierdo¹, E., Carrasco³, J.A. González-Bulnes⁴, A., Sánchez-Sánchez⁴, R.

¹Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla (Segovia). España. ²Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe (Castellón). España. ³Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición ICTAN-CSIC) ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Madrid. España. E-mail: ita-merpened@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

Las membranas celulares sufren daños durante el proceso de crioconservación y la reversibilidad de estos daños varía con la composición de dicha membrana (Quinn, 1989). En el proceso de crioconservación espermática se altera la fluidez de distintos dominios lipídicos en la membrana de la cabeza del espermatozoide (Buhr, 1991) cambiando su composición y dinámica (Pettitt y Buhr, 1998).

Las diferencias en la composición lipídica de la membrana plasmática del espermatozoide se consideran como un factor clave en su resistencia al proceso de congelación (Parks y Lynch, 1992; White, 1993). En muchas especies de mamíferos, más del 60% del total de los ácidos grasos de la membrana espermática son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (Bannon et al., 1985; Bennet et al., 1987). La presencia de estos ácidos grasos confiere una mayor fluidez a la membrana, por la presencia de sus dobles enlaces (Bradford, 1976; Yeagle, 1992), que podría estar implicada en una mayor resistencia al daño por formación de cristales de hielo durante el proceso de crioconservación (Madjian et al., 2005; Waterhouse et al., 2006).

El objetivo de este estudio fue determinar si la composición en ácidos grasos de la membrana del espermatozoide de cerdo Ibérico pudiera presentar una relación con su resistencia al proceso de crioconservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 37 eyaculados de diferentes verracos procedentes de estirpes distintas de cerdo Ibérico. De cada eyaculado se recogieron 2 alícuotas, una para la extracción de los ácidos grasos de la membrana del espermatozoide, y otra para la congelación y posterior clasificación en función de su calidad post-descongelación.

Para la determinación de los ácidos grasos, se separó el plasma seminal de los espermatozoides por centrifugación a 1000g durante 20 min a 4°C y 2 lavados en una solución de cloruro sódico (9 g/L), para posteriormente realizar la extracción de los lípidos usando el método de Folch et al. (1956), modificado para el análisis mediante espectrometría de masas. Para la determinación de la congelabilidad de los eyaculados, éstos fueron congelados y evaluados post-descongelación para su clasificación. El método de congelación utilizado se basó en el procedimiento descrito originalmente para pajuelas de 5 mL por Westendorf et al. (1975) y posteriormente adaptado para pajuelas de 0,5 mL (Thurston et al. 1999 y Carvajal et al., 2004) utilizando el medio de congelación fructosayema de huevo (Thilmant, 1997; FAO, 1998).

Las muestras fueron descongeladas en un baño de agua a 37 °C durante 20 segundos y diluidas 1:1 en diluyente Beltsville Thawing Solution (BTS; Minitüb Ibérica, La Selva del Camp, Tarragona, España). Pasados 30 minutos de incubación, se analizó el porcentaje de espermatozoides móviles totales (% MT), mediante el sistema SCA (Sperm Class Analyzer® Microptic, Barcelona, España), así como el porcentaje de espermatozoides vivos totales (% VT), mediante una doble tinción fluorescente con yoduro de propidio (espermatozoides con membrana dañada/muertos) y SYBR-14 (espermatozoides con membrana intacta/vivos), un mínimo de 200 células fueron contadas a 400x usando un microscopio de fluorescencia (Nikon Eclipse E400, Tokyo, Japon) equipado con un filtro de excitación/barrera Nikon G-2A de 510/590.

Se realizó un análisis de clasificación por clusters con el programa estadístico Statgraphics (Versión 15.2.12., StatPoint Technologies, Inc. Warrenton, Virginia, EEUU), para la separación en 2 grupos de los distintos eyaculados (buenos y malos congeladores), usando

como variables discriminantes el % MT y el % VT, tras 30 minutos de incubación a 37 °C. Las diferencias en la proporción de ácidos grasos en la membrana espermática entre grupos de congelación fueron contrastadas mediante un análisis GLM con el paquete estadístico SAS (Version 9.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se trató de determinar si la composición en ácidos grasos de las membranas espermáticas de cerdo Ibérico podría ser un indicativo de la congelabilidad espermática, ya que la composición lipídica de la membrana puede afectar parcialmente a la supervivencia criogénica del semen (De Leeuw, 1991; Parks y Lynch, 1992).

Aunque los resultados obtenidos muestran una clara diferencia entre los 2 grupos de congelabilidad en función de su calidad post-descongelación tanto en el % VT (Buenos: 55,9%; Malos: 41,2%; $P < 0,05$, Error Estándar de la Media (EEM): 2,16), como en el % MT (Buenos: 51,8%; Malos: 28,9%; $P < 0,05$, EEM: 2,71), no se observan diferencias significativas en cuanto a la composición de ácidos grasos de las membranas entre grupos de buenos y malos congeladores (Tabla 1, 2 y 3, $P > 0,05$). Este hecho contradice lo obtenido por White (1993), que determinó que la resistencia al choque por frío estaba relacionada con altos niveles de esteroides en la membrana y un bajo ratio de ácidos grasos insaturados/saturados, que aumentan la temperatura a la cual tiene lugar la transición de fase líquido-gel y por tanto mejoran la protección en el proceso de crioconservación. Sin embargo, otros autores (Cerolini et al., 2001; Waterhouse et al., 2006; Madjan et al., 2005) han puesto de manifiesto resultados similares a los obtenidos en este ensayo en cerdo blanco, así como en otras especies de animales domésticos (Miller et al., 2004).

En resumen, según este estudio en los espermatozoides de cerdo Ibérico no parece existir una relación entre la composición de su membrana plasmática en ácidos grasos y su resistencia al proceso de crioconservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bannon, J.C.D., Craske, J.D., Hilliker, J.A.E. 1985. *J Am Oil Chem Soc* 62: 1501-1507.
- Bennet, P.J., Moatti, J.P., Mansat, A., Ribbes, H., Cayrac, J.C. Pontonnier, F., Chap, H., Douste-Blazy, L. 1987. *Biochim Biophys Acta* 919: 255-265.
- Buhr, M.M., Fiser, P., Bailey, J.L., Curtis, E.F. 2001. *J Androl* 22: 961-969.
- Bradford, M. 1976. *Anal Biochem* 72: 248-254.
- Carvajal, G., Cuello, C., Ruiz, M., Vázquez, J.M., Martínez, E.A., Roca, J. 2004. *J Androl* 25: 389-396.
- Cerolini, S., Maldjian, A., Pizzi, F. & Gliozzi, T.M. 2001. *Reproduction*. 121: 395-401.
- De Leeuw, F.E., Colenbrander, B., Verkleij, A.J. 1991. *Reprod Dom Anim* 1: 95-104.
- FAO, 1998. *FAO Publications, Rome*.
- Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H. 1956. *J Biol Chem* 497-509.
- Madjian, A., Pizza, F., Gliozzi, T. Cerolini, S., Penny, P., Noble, R. 2005. *Theriogenology* 63: 411-421.
- Miller, R.R.Jr., Sheffer, C.J., Cornett, C.L., McClean, R., MacCallum, C., Johnston, S.D. 2004. *Cryobiology* 49 137-148.
- Parks, J.E., Lynch, J.V. 1992. *Cryobiology* 29: 255-266.
- Pettiitt, M.J., Buhr, M.M. 1998. *J Androl* 19: 736-746.
- Quinn, P.J. 1989. *J Bioenerg Biomembr* 21: 3-19.
- Thilmant, P. 1997. *Ann Med Vet* 141: 457-462.
- Thurston, L.M., Watson, P.F., Holt, W.V. 1999. *Cryobiology* 39: 335.
- Waterhouse, K.E., Hofmo, P.O., Tverdal, A., Miller Jr, R.R. 2006. *Reproduction* 131: 887-894.
- Westendorf, P., Richter, L., Treu, H. 1975. *Wochenschr* 82: 261-267.
- White, I.G. 1993. *Reprod Fertil Develop* 5: 639-658.
- Yeagle, P.L. 1992. pp. 603-651. CRC Press, Boca Raton, FL.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PEP 2006/1273.

Tabla 1. Porcentaje de ácidos grasos saturados en la membrana de los espermatozoides de buenos y malos congeladores.

Grupo	C14:0	C15:0	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0
Buenos	12,88	0,23	25,46	0,26	15,27	0,75
Malos	12,07	0,24	25,9	0,24	16,5	0,89
EEM	0,805	0,016	0,42	0,012	0,47	0,06
P-Valor	0,48	0,93	0,47	0,21	0,079	0,1

Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados en la membrana de los espermatozoides de buenos y malos congeladores.

Grupo	C16:1	C18:1	C20:1
Buenos	0,62	5,94	0,18
Malos	0,65	6,75	0,2
EEM	0,03	0,38	0,008
P-Valor	0,48	0,15	0,06

Tabla 3. Porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados en la membrana de los espermatozoides de buenos y malos congeladores.

Grupo	C18:2 (n6)	C18:3 (n3)	C20:2 (n6)	C20:3 (n3)	C20:4 (n6)	C20:5 (EPA)	C22:5 (DPA)	C22:6 (DHA)
Buenos	3,05	0,05	0,82	2,67	3,53	0,25	0,51	25,57
Malos	3,26	0,06	0,7	2,34	3,51	0,19	0,42	24,99
EEM	0,15	0,007	0,06	0,14	0,11	0,025	0,07	1,42
P-Valor	0,34	0,26	0,21	0,12	0,91	0,12	0,41	0,77

Tabla 4. Porcentaje total de ácidos grasos saturados, insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados y ratio insaturados/saturados en la membrana de los espermatozoides de buenos y malos congeladores.

Grupo	Saturados	Insaturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Ratio insaturados/saturados
Buenos	56,3	43,7	6,52	37,18	0,79
Malos	56,9	43,09	7,23	35,86	0,77
EEM	1,17	1,17	0,85	1,16	0,2
P-Valor	0,72	0,72	0,33	0,43	0,72

STUDY OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF THE IBERIAN PIG'S SPERM MEMBRANE, AND ITS POTENTIAL RELATIONSHIP WITH RESISTANCE TO THE CRYOPRESERVATION PROCESS

ABSTRACT: The cryopreservation process causes damage to the sperm plasmatic membrane altering its fluidity and becoming more stiff and susceptible to breakage. The composition of the membrane seems to be a key factor in the resistance of sperm to this process. It is known that there are individual differences with regard to sperm resistance to freezing process, and these differences could be due to different fatty acid composition in plasmatic membrane. The aim of this study was to determine if fatty acid composition of the Iberian pig's sperm membrane could have a potential relationship with their resistance to freezing process. The results indicated that there were significant differences in post-thaw quality among different males in percentage of total live sperm (Good freezers: 55.9%; Bad freezers: 41.2%, $P < 0.05$) and percentage of total motile sperm (Good freezers: 51.8%; Bad freezers: 28.9% $P < 0.05$) but there were no differences between groups in their fatty acid composition (saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids). We can conclude that the fatty acid composition of the sperm membrane does not affect sperm freezability of Iberian pig.

Keywords: Iberian pig, sperm, freezability, fatty acids.

EFFECTO DE DISTINTOS CRIOPROTECTORES SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SEMEN DESCONGELADO DE CONEJO

Talaván, A.M., Mocé, E. y Viudes de Castro, M.P.

CITA-IVIA. Polígono la Esperanza, nº 100, 12400. Segorbe (Castellón). España. E-mail: viudes_mar@gva.es

INTRODUCCIÓN

Los procesos de congelación y descongelación del semen inducen daños celulares que afectan a la capacidad fecundante del espermatozoide. En el caso del conejo, los resultados de fertilidad y prolificidad obtenidos con semen congelado están por debajo de los obtenidos con semen fresco. Es habitual el uso de sustancias como la leche descremada o la yema de huevo en los medios de congelación, sin embargo, uno de los retos a la hora de formular los medios de congelación es el de crear medios químicamente definidos en los que se eliminen los productos de origen animal, lo cual facilita la evaluación de las muestras (Vicente y Viudes de Castro, 1996; Kundu et al., 2002). La utilización de crioprotectores incrementa la protección de las membranas durante los procesos de crioconservación. En general, los medios de congelación de semen de conejo utilizan medios basados en el Tris, existiendo dos crioprotectores permeables que parecen ofrecer los mejores resultados, el dimetilsulfóxido (DMSO) y la acetamida (Mocé y Vicente, 2009). Pero los crioprotectores permeables pueden provocar daños en la membrana debido al choque osmótico que se produce en el momento de su adición, por lo que es conveniente utilizar además algún crioprotector no permeable. En distintos tipos celulares se ha testado el potencial crioprotector de diferentes polímeros y se ha observado que proporcionan una protección adicional cuando están presentes en el medio (Pellerín-Mendes et al., 1997; Kuleshova et al., 2001; Viudes de Castro et al., 2010).

El objetivo del presente trabajo fue, en primer lugar, estudiar el efecto sobre la calidad seminal de distintos medios de congelación, con DMSO y acetamida por separado así como en varias combinaciones, y en segundo lugar, evaluar el efecto que tenía en uno de los medios combinados con DMSO y acetamida la sustitución de esta última por un polímero sintético como el dextrano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron mezclas heterospérmicas procedentes de 14 machos de origen neozelandés blanco alojados en la granja experimental del Centro de Investigación y Tecnología Animal de Segorbe. Sólo se utilizaron en las mezclas seminales aquellos eyaculados con valores superiores al 70% de motilidad y con menos del 15% de formas anormales o acrosomas dañados. El semen se diluyó a temperatura ambiente con el medio de congelación correspondiente (dilución 1:1; v:v), se envasó en pajuelas de 0,5 mL que se sellaron con PVA. Las pajuelas se introdujeron en una cámara a 5 °C donde permanecieron durante 45 minutos, tras lo cual se colocaron a 5 cm de la superficie del nitrógeno líquido, congelándolas en vapores de nitrógeno durante 10 minutos, antes de ser almacenadas en nitrógeno líquido. La descongelación se realizó en baño de agua a 50 °C durante 10 segundos. Los medios de congelación se prepararon utilizando como diluyente base el TCG (0,25 M de Tris [hidroximetil] aminometano, 88 mM de ácido cítrico anhidro, 47 mM de D(+) glucosa). En un primer experimento se utilizaron seis medios de congelación diferentes, dos medios controles, uno con DMSO, descrito por Vicente y Viudes de Castro (1996) y otro con 1,5 M de acetamida, y se combinaron ambos crioprotectores a distintas concentraciones, quedando de la siguiente manera: **A** (3,5 M DMSO+0,1 M sacarosa), **B** (1,5 M acetamida), **C** (3 M DMSO+0,1 M sacarosa+1,5M acetamida), **D** (3 M DMSO+0,1M sacarosa+1 M acetamida), **E** (2,5 M DMSO+0,1M sacarosa+1,5M acetamida), **F** (2,5 M DMSO+0,1 M sacarosa+1 M acetamida), y se emplearon seis mezclas heterospérmicas. En un segundo experimento, dado que no había diferencias entre los medios con ambos crioprotectores combinados, se tomó el medio de congelación con mayor concentración de DMSO y menor concentración de acetamida del experimento anterior (medio D) y se comparó con un medio en el que se sustituyó la presencia de acetamida por el dextrano (medio **G**: 3 M DMSO+0,1 M sacarosa+10% dextrano), utilizándose 9 mezclas heterospérmicas.

El porcentaje de motilidad total (espermatozoides móviles totales) y el de motilidad progresiva (espermatozoides progresivos/espermatozoides móviles) se evaluó mediante un

sistema computerizado de análisis de imagen (CASA, ISAS versión 1.0.17, Proiser, Valencia, España), para lo cual las muestras fueron diluidas con el diluyente TCG hasta una concentración de $7,5 \times 10^6$ espermatozoides/mL en varios pasos (30×10^6 , 15×10^6 y $7,5 \times 10^6$), incubándose en un baño de agua a 37°C durante 10 minutos. Se analizaron 5 μL de cada muestra en una cámara Makler atemperada a 39°C y se examinaron un mínimo de 200 espermatozoides por muestra. El análisis del estado de los acrosomas y la viabilidad espermática se llevó a cabo mediante citometría de flujo con una tinción dual de ADN. Para cada muestra se tomó una alícuota de 100 μL de semen diluido (30×10^6 espermatozoides/mL) y se diluyó con 450 μL de TCG (concentración final $5,5 \times 10^6$ espermatozoides/mL). Para el análisis de viabilidad se utilizaron SYBR-14 y yoduro de propidio y para ver el estado de los acrosomas se utilizaron FITC-PNA y yoduro de propidio. Las muestras fueron incubadas durante al menos 10 minutos a 22°C antes de ser analizadas. Para identificar las poblaciones espermáticas, sólo se seleccionaron aquellas que se teñían. A partir de los datos del citómetro se calcularon los porcentajes de: espermatozoides vivos (Viabilidad), espermatozoides totales con el acrosoma intacto (TAI) y espermatozoides vivos con acrosoma intacto (VAI).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics®Plus5.1 (Statistical Graphics Corp., Rockville, USA). El efecto del medio de congelación sobre los parámetros de motilidad espermática, viabilidad e integridad del acrosoma fueron analizados mediante un análisis de la varianza. Los datos se presentan como medias mínimo cuadráticas \pm error estándar de la media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de calidad seminal del semen fresco y del semen congelado-descongelado del primer experimento se presentan en la Tabla 1. El semen fresco presentó una media de motilidad del 80,4% y un 28,3% de motilidad progresiva, obteniéndose un descenso considerable de la motilidad tras la congelación. No se observaron diferencias significativas entre los distintos medios de congelación utilizados, si bien, el medio A mostró siempre los mejores resultados de motilidad y el medio B los peores. No obstante, los valores de motilidad del semen congelado-descongelado obtenidos en el presente trabajo fueron menores que los observados por otros autores (Mocé et al., 2005; Viudes de Castro et al., 2005; Castellini et al., 2006; Kashiwazaki et al., 2006; Cortell y Viudes de Castro, 2008).

En los resultados de viabilidad espermática del semen congelado-descongelado se observaron diferencias significativas entre los distintos medios de congelación utilizados, presentando el medio B un porcentaje de espermatozoides vivos menor que el resto de los medios utilizados (Tabla 1), siendo menores que los obtenidos por otros autores (Kashiwazaki et al., 2006; Cortell y Viudes de Castro, 2008).

En lo que se refiere a la integridad del acrosoma, los valores medios obtenidos fueron de un 44%, siendo superiores a los observados por Kashiwazaki et al. (2006) con microscopía de fluorescencia. En el porcentaje de acrosomas intactos no se observaron diferencias significativas entre los distintos medios de congelación utilizados, mientras que el porcentaje de espermatozoides vivos que presentaban el acrosoma intacto sí se veía afectado por el medio de congelación, siendo el medio B el que mostraba valores significativamente menores ($14,38 \pm 2,44$ vs. $30,46 \pm 2,67$, $26,53 \pm 2,44$, $28,20 \pm 2,44$, $25,13 \pm 2,44$ y $29,35 \pm 2,44$ para los medios B vs. A, C, D, E y F, respectivamente, $P < 0,01$).

Los resultados de integridad acrosómica del segundo experimento se muestran en la Tabla 2. Podemos observar que los daños en el acrosoma obtenidos con ambos medios son similares. Mientras que el medio G (en el que se ha sustituido la acetamida por el dextrano) muestra un porcentaje de espermatozoides vivos con acrosoma intacto significativamente superior al medio D, lo que coincide con los resultados de Kundu et al. (2002) en caprino.

Los resultados de este trabajo sugieren que un medio de congelación basado en el tris y con tan sólo acetamida como crioprotector no resulta conveniente para congelar semen de conejo, no obstante, cuando en el medio de congelación además de la acetamida, están presentes otros crioprotectores como el DMSO y la sacarosa, independientemente de la combinación utilizada, los resultados no difieren de los obtenidos con un medio control con DMSO y sacarosa exclusivamente. Por otra parte, cuando se sustituye la acetamida por dextrano, se observa un efecto estabilizador de membranas. Sería necesario realizar

estudios con medios de congelación con dextrano para ver cómo afecta la presencia de esta macromolécula a los resultados de fertilidad y prolificidad *in vivo*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● Cortell, C., Viudes de Castro, M.P. 2008. *9th WRC. Verona-Italia*. ● Castellini, C., Pizzi, F., Theau-Clément, M., Lattaioli, P. 2006. *Theriogenology* 66: 2182-2187. ● Kashiwazaki, N., Okuda, Y., Seita, Y., Hisamatsu, S., Sonoki, S., Shino, M., Masaoka, T., Inomata, T. 2006. *J Reprod Dev* 52: 511-516. ● Kuleshova, L.L., Shaw, J.M., Trounson, A.O. 2001. *Cryobiology* 43: 21-31. ● Kundu, C.N., Chakraborty, J., Dutta, P., Bhattacharyya, D., Ghosh, A., Majumder, G.C. 2002. *Reproduction* 123: 907-913. ● Mocé, E., Lavara, R., Vicente, J.S. 2005. *Reprod Dom Anim* 40: 516-521. ● Mocé, E., Vicente, J.S. 2009. *Anim Reprod Sci* 110: 1-24. ● Pellerin-Mendes, C., Million, L., Marchand-Arvier, M., Labrude, P., Vignerón, C. 1997. *Cryobiology* 35: 173-186. ● Vicente, J.S., Viudes de Castro, M.P. 1996. *Anim Reprod Sci* 44: 195-201. ● Viudes de Castro, M.P., Mocé, E., Vicente, J.S., Marco, F., Lavara, R. 2005. *Reprod Dom Anim* 40: 136-140. ● Viudes de Castro, M.P., Cortell, C., Vicente, J.S. 2010. *Theriogenology* 74: 1623-1628.

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto RTA2010-00117-00-00 del INIA. A.M. Talaván ha sido financiada por una beca de formación del IVIA.

Tabla 1. Parámetros de calidad seminal para los distintos medios de congelación (n = 6).

	Viabilidad (%)	TAI (%)	VAI (%)	Motilidad total (%)	% Motilidad Progresiva
Fresco	75,83 ± 2,05	87,95 ± 0,67	83,65 ± 1,19	80,39 ± 2,14	28,28 ± 2,83
A	17,34 ± 3,44a	48,86 ± 6,31	30,46 ± 2,67y	7,63 ± 1,93	3,20 ± 1,00
B	2,23 ± 3,14b	35,10 ± 5,76	14,38 ± 2,44z	1,83 ± 1,76	0,42 ± 0,91
C	15,08 ± 3,14a	45,02 ± 5,76	26,53 ± 2,44y	5,92 ± 1,76	2,33 ± 0,91
D	15,07 ± 3,14a	47,32 ± 5,76	28,20 ± 2,44y	5,00 ± 1,76	1,92 ± 0,91
E	11,92 ± 3,14a	42,63 ± 5,76	25,13 ± 2,44y	5,58 ± 1,76	1,75 ± 0,91
F	14,27 ± 3,14a	45,63 ± 5,76	29,35 ± 2,44y	5,75 ± 1,76	2,42 ± 0,91

TAI: porcentaje de espermatozoides con acrosoma intacto; VAI: porcentaje de espermatozoides vivos con acrosoma intacto. a, b: valores con distinta letra en la misma columna difieren significativamente al 95% (P<0,05) y, z: valores con distinta letra en la misma columna difieren significativamente al 99%(P<0,01)

Tabla 2. Porcentaje de acrosomas intactos tras la descongelación (n = 9).

Medio de congelación	TAI (%)	VAI (%)
D	43,81 ± 2,81	28,70 ± 2,33a
G	48,81 ± 2,81	35,93 ± 2,33b

a, b: valores con distinta letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0,05)

EFFECT OF DIFFERENT CRYOPROTECTANS ON POST-THAWING RABBIT SPERM QUALITY PARAMETERS

ABSTRACT: The aim of this study was to assess the effects of different cryoprotectans on quality parameters of frozen-thawed rabbit semen. In the first experiment, six extenders tris-based were compared: A (3.5M DMSO+0.1M sucrose), B (1.5M acetamide), C (3M DMSO+0.1M sucrose +1.5M acetamide), D (3M DMSO+0.1M sucrose+1M acetamide, E (2.5M DMSO+0.1M sucrose+1.5M acetamide, F (2.5M DMSO+0.1M sucrose+1M acetamide). In a second experiment two extenders were compared: D and G (3M DMSO+0.1M sucrose+10% dextran). Motility was assessed using CASA and acrosomal integrity and viability were evaluated using flow cytometry. No significant differences were found between the six freezing extenders when motility was considered, while viability and acrosomal integrity were lower in the B medium than in the other extenders. The presence of dextran improved the percentage of live-acrosome intact sperm. However, it is necessary to evaluate the membrane stabilization effect of dextran on *in vivo* fertility and prolificacy.

Keywords: Sperm, cryopreservation, rabbit, dextran.

CALIDAD *IN VITRO* DEL SEMEN CRIOCONSERVADO DE GALLOS DE LA RAZA GALLINA VALENCIANA DE CHULLILLA. RESULTADOS PRELIMINARES

Blanch, E.¹, Tomás, C.¹, Sansano, S.², Gómez, E.A.¹, Casares, L.², Giménez, I.²
y Mocé, E.¹

¹CITA-IVIA. Apdo. 187. 12400-Segorbe (Castellón). España.

²Rara Avis Biotec S.L. Valencia. España.

E-mail: moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

La disminución del censo o la desaparición de razas autóctonas a favor de otras estirpes mucho más productivas ha sido un problema ligado a la implantación de los sistemas de producción intensivos. Prácticamente, la mitad de las razas de aves se encuentran en peligro de extinción (Blesbois et al., 2007). Todas estas pequeñas poblaciones están expuestas a fallos en el manejo que provocan incrementos bruscos de la consanguinidad. Es por ello que estos recursos deberían ser salvaguardados mediante programas de conservación que, idealmente, combinaran el mantenimiento de los animales *in vivo* y la creación de bancos de recursos genéticos (Blesbois, 2007). Actualmente, el método de conservación de recursos genéticos más verosímil en las aves es la crioconservación de semen, debido a las características que presentan sus óvulos (Blesbois et al., 2007).

Para el semen de gallos se han descrito varios protocolos de crioconservación, aunque los más utilizados en la actualidad son los que utilizan glicerol o dimetilacetamida (DMA) como crioprotectores. Cada uno de estos crioprotectores (CPA) necesita de un manejo y protocolo específicos, ya que el DMA ofrece buenos resultados cuando se usan velocidades rápidas de congelación mientras que el glicerol funciona mejor con pajuelas y velocidades de congelación más lentas (revisado por Mocé et al., 2010). Por otra parte, se han observado grandes diferencias en la resistencia a la congelación entre razas (Blesbois et al., 2007).

La Gallina Valenciana de Chulilla es una raza autóctona de la Comunidad Valenciana, catalogada como raza en peligro de extinción. Por ello, se ha establecido un programa de conservación de esta raza en el que se contempla la creación de un banco de semen.

El objetivo de este trabajo fue comparar la calidad *in vitro* del semen crioconservado de gallos de la raza Gallina Valenciana de Chulilla procesado con dos protocolos de congelación distintos (en uno se utilizó DMA y en otro glicerol).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los reactivos fueron adquiridos en Sigma-Aldrich (Madrid, España), excepto el yoduro de propidio (PI) y el SYBR-14, que fueron adquiridos en Invitrogen (Barcelona, España). Para la valoración del semen se utilizó el diluyente BPSE-I, para la congelación con glicerol (G) el LPC, y el FEB para el DMA. La calidad de las muestras congeladas con glicerol se evaluó con diluyente Lake 7.1 (L7.1). La composición está detallada en Mocé et al. (2010). La motilidad en las muestras frescas o congeladas con DMA se valoró con BPSE suplementado con BSA (0,3 %) y para el análisis por citometría se utilizó el BPSE. En el caso de las muestras congeladas con G, para evaluar la motilidad se utilizó el medio L7.1 suplementado con G (11 %; Purdy et al., 2009) y BSA, y para la citometría se usó L7.1-G (durante la incubación con las tinciones) y L7.1 para la dilución final y el análisis de las muestras.

Los gallos (n = 37) pertenecían a la raza Gallina Valenciana de Chulilla. El semen fue extraído por el método de masaje abdominal (Burrows y Quinn, 1937) y almacenado en baño de agua con hielo. Los eyaculados no contaminados fueron mezclados y se trasladaron al laboratorio para ser procesados.

Cada *pool* (n = 14) fue dividido y cada mitad congelada con un protocolo distinto. Para el semen congelado con G, se siguió el protocolo descrito por Blesbois et al. (2008). Brevemente, el semen fue diluido (1:1; v:v) con LPC a 5 °C, tras 5 minutos (min) a 5 °C fue diluido (2:1; v:v) con LPC suplementado con 33% de G (concentración final de G: 11%), y tras 20 min de equilibrado a 5 °C el semen se envasó en pajuelas de 0,25 mL. Para la congelación se usó un congelador programable (Mini-Digitcool, IMV, Humeco, Huesca, España) con las velocidades de congelación: de 4 °C a -35 °C, a -7 °C/min y de -35 °C a -140 °C, a -60 °C/min, siendo posteriormente las pajuelas almacenadas en nitrógeno líquido. Cuando se utilizó el DMA se siguieron los protocolos de Woelders et al. (2006) y Blesbois et al. (2007), con ligeras modificaciones. Brevemente, la concentración de las muestras se

ajustó a 1500×10^6 espermatozoides/mL con FEB atemperado a 5 °C y tras un equilibrado de 5 min a 5 °C, estas muestras fueron diluidas (dilución 4:1; v:v) con medio FEB suplementado con 25,5% de DMA (concentración final de DMA: 5,1% y 1200×10^6 espermatozoides/mL), procediendo inmediatamente a su envasado en pajuelas de 0,25 mL. La congelación se realizó en congelador programable a una velocidad de -60 °C/min de 4 °C a -140 °C, y posteriormente las pajuelas fueron almacenadas en nitrógeno líquido.

La descongelación se realizó en baño de agua a 5 °C, en 3 min (G) ó 30 segundos (DMA). En cada *pool* de semen fresco, se midió el volumen (con una pipeta), y se calculó la concentración en una alícuota fijada en una solución de PBS con glutaraldehído 0,25 % (dilución 1/200) con ayuda de una cámara de recuento celular (*Neubauer improved*). La integridad de la membrana plasmática se determinó con la tinción dual SYBR14-PI, mediante un citómetro de flujo Coulter Epics XL-MCL (Beckman Coulter Inc., Miami, FL, EEUU) con un láser argón de 488 nm según el protocolo descrito por Purdy y Graham (2004). Las morfoanomalías se determinaron en espermatozoides teñidos con eosina-nigrosina según el protocolo de Blesbois et al. (2008). Por otra parte, la motilidad individual se evaluó con un sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis system; ISAS versión 1.0.17, Proiser, Valencia, España), según el protocolo descrito por Blesbois et al. (2008). En el semen descongelado, se evaluaron la integridad de la membrana plasmática y la motilidad individual.

Los datos fueron analizados con el programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU) usando un modelo mixto en el que se incluyó el pool como efecto aleatorio. El ajuste Tukey-Kramer se utilizó para evaluar las diferencias entre medias ($P < 0,05$). Para el análisis de espermatozoides móviles totales, móviles progresivos y vivos (membrana plasmática intacta), el crioprotector fue incluido como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad del semen fresco (espermatozoides móviles, vivos y vivos con morfología normal) es elevada (Tabla 1), y similar a la de otras razas (Blesbois et al., 2008; Purdy et al., 2009; Siudzińska y Łukaszewicz, 2008, Tabatabaei et al., 2010). La concentración y el volumen (media: 0,25 mL/gallo) obtenidos, son similares o ligeramente inferiores a los observados en otras razas (Purdy et al., 2009; Siudzińska y Łukaszewicz, 2008, Tabatabaei et al., 2010).

Por otra parte, la calidad del semen descongelado fue más elevada cuando se utilizó el glicerol que cuando se utilizó el DMA como crioprotector (Tabla 2), lo que corrobora resultados previos de otros autores utilizando un nivel de DMA similar (5,6 %) aunque con protocolos de congelación ligeramente distintos (Chalah et al., 1999; Purdy et al., 2009; Mocé et al., 2010; entre otros). Estos resultados eran esperables, ya que el glicerol es el crioprotector más efectivo para el semen de gallos, aunque es anticonceptivo para las hembras y es necesaria su eliminación antes de la inseminación (Donoghue y Wishart, 2000). Además, podemos destacar que la calidad de semen obtenida con el glicerol es más elevada en nuestro trabajo (67,5 y 80,7% de espermatozoides móviles y vivos, respectivamente) que en trabajos previos en los que se evaluó la calidad antes de eliminar el glicerol (motilidad: 32-57%; viabilidad: 38-56%; Purdy et al., 2009). Las diferencias entre trabajos pueden ser debidas a las razas utilizadas o bien al protocolo de congelación utilizado (congelador programable frente a pajuelas congeladas a 6,4 cm del nitrógeno líquido, velocidad aproximada: 10 °C/min). No obstante, habrá que estudiar en futuros trabajos cómo afecta el protocolo de eliminación del glicerol a la calidad del semen. Sin embargo, la calidad del semen congelado con DMA (25,4 y 39,9% de espermatozoides móviles y vivos, respectivamente) es inferior a la observada por otros autores (alrededor de 50 y 70% de espermatozoides móviles y vivos, respectivamente; Woelders et al., 2006), probablemente debido a diferencias en la velocidad de congelación (60 °C frente a 200 °C/min). No obstante, la motilidad del semen congelado con DMA fue superior y el porcentaje de espermatozoides vivos ligeramente inferior al obtenido por otros autores (15 % móviles y 60 % vivos; Purdy et al., 2009). En este caso, las diferencias pueden deberse a la velocidad de descongelación utilizada (5 °C, 3 min frente a 50 °C, 20 segundos) y no tanto a la forma de congelación (congelador programable a 60 °C/min o a 1 cm del nitrógeno líquido, a velocidad estimada de 59 °C/min).

En conclusión, la calidad *in vitro* del semen congelado de los gallos de la raza Gallina Valenciana de Chulilla es más elevada cuando se utiliza el glicerol que cuando se utiliza el

DMA como crioprotector. No obstante, la capacidad fecundante *in vivo* de los espermatozoides congelados con estos protocolos tendrá que ser estudiada en el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Blesbois, E. 2007. *Worlds Poult Sci J* 63: 213-222. • Blesbois, E., Seigneurin, F., Grasseau, I., Limouzin, C., Besnard, J., Gourichon, D., Coquerelle, G., Tixier-Boichard, M. 2007. *Poult Sci* 87: 555-564. • Blesbois, E., Grasseau, I., Seigneurin, F., Mignon-Grasteau, S., Saint Jalme, M., Mialon-Richard, M.M. 2008. *Theriogenology* 69: 252-261. • Burrows, W.H., Quinn, J.P. 1937. *Poult Sci* 14: 251-254. • Chalah, T., Seigneurin, F., Blesbois, E., Brillard, J.P. 1999. *Cryobiology* 39: 185-191. • Donoghue, A.M., Wishart, G.J. 2000. *Anim Reprod Sci* 62: 213-232. • Mocé, E., Grasseau, I., Blesbois, E. 2010. *Anim Reprod Sci* 122: 359-366. • Purdy, P.H., Graham, J.K. 2004. *Cryobiology* 48: 36-45. • Purdy, P.H., Song, Y., Silversides, F.G., Blackburn, H.D. 2009. *Poult Sci* 88: 2184-2191. • Siudzińska, A., Łukaszewicz, E. 2008. *J Appl Poult Res* 17: 101-108. • Tabatabaei, S., Chaji, M., Mohammadabadi, T. 2010. *J Anim Vet Adv* 9: 195-198. • Woelders, H., Zuidberg, C.A., Hiemstra, S.J. 2006. *Poult Sci* 85: 216-222.

Agradecimientos: financiado por INIA RZ2008-00027-00-00 y co-financiado por fondos FEDER. Agradecemos la financiación del MICINN (C. Tomás, FPI Ref. BES-2007-17063; Madrid), CAPA (E. Blanch, CAPA, DOGV5324; Valencia) e INIA-CCAA cofinanciado por el Fondo Social Europeo (E. Mocé). E. Mocé está en la actualidad contratada mediante fondos del Subprograma Ramón y Cajal del MICINN (ref. RYC-2010-06162; Madrid).

Tabla 1. Calidad de pools de semen fresco (n=14) de gallos de raza Gallina Valenciana de Chulilla

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Nº machos en el pool	26	5	17	31
Volumen (mL)	6,5	1,4	3,9	9,8
Concentración (x 10 ⁶ /mL)	2916	503	2160	3830
Móviles totales (%)	77	7	59	85
Móviles progresivos (%)	61	8	40	73
Vivos (%)	94	2	90	96
Vivos anómalos (%)	8	3	4	13

Tabla 2. Parámetros de calidad *in vitro* de pools de semen congelado-descongelado (n = 14) de gallos de la raza Gallina Valenciana de Chulilla

Crioprotector	Móviles totales (%)		Móviles progresivos (%)		Vivos (%)	
	I.s.m.	e.e.	I.s.m.	e.e.	I.s.m.	e.e.
Glicerol (11 %)	67,5 ^a	1,7	52,1 ^a	2,7	80,7 ^a	1,8
DMA (5,1 %)	25,4 ^b	1,7	19,4 ^b	2,7	39,9 ^b	1,8

DMA: dimetilacetamida; I.s.m.: medias por mínimos cuadrados; e.e.: error estándar; ^{a, b}: dentro de la misma columna, indican diferencias entre crioprotectores (P < 0,05)

IN VITRO QUALITY OF CRYOPRESERVED ROOSTER SPERM FROM "GALLINA VALENCIANA DE CHULILLA" BREED. PRELIMINARY RESULTS

ABSTRACT: The "Gallina Valenciana de Chulilla" is an endangered autochthonous chicken breed from the Comunidad Valenciana which is currently being preserved. The objective of this study was to compare the *in vitro* quality (sperm motility and plasma membrane integrity) of sperm cryopreserved with two different protocols (each of them used a different cryoprotectant: glycerol or dimethylacetamide-DMA). Samples cryopreserved with glycerol exhibited higher *in vitro* sperm quality after cryopreservation than samples cryopreserved with DMA (67.5±1.7% vs. 25.4±1.7% total motile sperm and 80.7±1.8% vs. 39.9±1.8% sperm with intact plasma membrane). In conclusion, the protocol where glycerol was used preserved better the *in vitro* sperm quality after thawing than the DMA protocol.

Keywords: freezing, glycerol, semen, chicken.

CLONAJE DE LAS SECUENCIAS QUE CODIFICAN PARA LAS PROTEÍNAS RSVP14, RSVP20 Y RSVP22 DEL PLASMA SEMINAL OVINO

Serrano, E., Beamonte, R., Guillén, N., Calleja, L., Pérez-Pé, R., Muiño-Blanco, T. y Cebrián-Pérez, J.A.

Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza. España. E-mail: edith@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La pérdida de capacidad fecundante de los espermatozoides ovinos como resultado del proceso de congelación ha sido extensivamente estudiada siendo la presencia del plasma seminal, y/o de sus componentes, en los medios de criopreservación un aspecto controvertido. Nuestro grupo de investigación ha identificado varias proteínas del plasma (RSVP14, RSVP20 y RSVP22) sintetizadas exclusivamente en las vesículas seminales y componentes, que poseen la capacidad de reparar y prevenir los daños ejercidos a los espermatozoides por un choque térmico por frío (Barrios et al., 2000; Barrios et al., 2005; Fernández-Juan et al., 2006). La utilización de estas proteínas como agentes crioprotectores podría ser útil para el desarrollo de un protocolo de congelación con alto porcentaje final de espermatozoides viables y con una mayor capacidad fecundante. El uso de estas proteínas depende de la disponibilidad de las mismas, siendo esto dependiente de su presencia en el plasma seminal y de la posibilidad de su aislamiento a partir del mismo. Su presencia en el plasma seminal es baja y está sujeta a la estacionalidad reproductiva (Cardozo et al., 2006; Martí et al., 2007), existiendo una alta variabilidad entre individuos. Además, debido a su extraordinaria hidrofobicidad, su aislamiento constituye un proceso difícil y muy poco rentable. La alternativa de mayor interés es la posibilidad de obtenerlas *in vitro*. El objetivo final de esta línea de trabajo es llegar a conseguir la expresión de estas proteínas para su uso como agentes crioprotectores. Inicialmente, se ha pretendido desarrollar las etapas que aseguren su expresión en células eucariotas, presentándose aquí todos los pasos realizados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Amplificación del ADNc de RSVP14, RSVP20 y RSVP22

Se obtuvieron muestras de tejido de vesícula seminal de un macho de raza Rasa Aragonesa sacrificado en las instalaciones de la facultad. A partir de ARN extraído de estos tejidos mediante homogenización en Tri Reagent (Sigma, St. Louis, Missouri) según el método de Chomczynski y Sacchi (1987), se llevó a cabo la obtención de cDNA mediante transcripción reversa (RT) con el kit SuperScript III (Invitrogen, Carlsbad, California). Los oligonucleótidos se diseñaron en base a las secuencias de ARNm descritas por nuestro grupo y añadiendo las secuencias de reconocimiento de las enzimas de restricción necesarias para introducir el amplificado en plásmidos. Así, para RSVP14 (número de referencia GenBank: NM_001143665) los oligonucleótidos fueron 14Fw; 5'-ATC GGC GAT CGC CAT GGC GCC GCA GCT GGG GCT-3' y 14Rv; 5'- ATC GGT TTA AAC CTA GCA ATA CTT CCA AGC TC-3' y para RSVP20 y RSVP22 (NM_001093782 y NM_001143666) fueron 2022Fw; 5'- ATC GGC GAT CGC CAT GGC ACC GCG TCT GGG GCT CTT-3' y 2022Rv; 5'- ATC GGT TTA AAC TTA ATA CCG ATC GCA GTA CTG CC-3'. La composición las reacciones de PCR fue 2 mM MgCl₂, 200 μM dNTPs, 0,3 μM de cada oligonucleótido, 0,6 U de Taq polimerasa y 1 μl de reacción de RT en un volumen final de 25 μl. El perfil térmico para obtener RSVP14 fue de un ciclo a 94 °C-2 minutos, 30 ciclos con un primer paso de temperatura constante a 94 °C-15 segundos, un segundo paso de temperatura variable (disminuyendo un grado cada ciclo) de 70 °C a 40 °C-30 segundos y un paso final también constante a 70 °C-30 segundos, 10 ciclos a 94 °C-15 segundos, 50 °C-30 segundos, 70 °C-30 segundos y una extensión final a 72 °C-10 minutos, mientras que para RSVP20 y RSVP22 fue de un ciclo a 94 °C-1 minuto, 30 ciclos a 94 °C-45 segundos, 54 °C- 45 segundos, 72 °C-1 minuto con

extensión final a 72 °C-5 minutos. La separación de las secuencias de RSVP20 y RSVP22 se realizó por el corte con las enzimas de restricción BclI (T/GATCA) y SmaI (C/TYRAG) y posterior extracción de un gel de agarosa al 1% (Gene JET Gel Extraction Kit de Fermentas, Canadá).

Obtención de plásmidos recombinantes

El plásmido utilizado fue pF25A ICE T7 Flexi Vector (Promega, Madison, Wichita). Las secuencias se introdujeron siguiendo las instrucciones del fabricante y los plásmidos se utilizaron para transformar bacterias JM109 Competent Cells (Promega). Las bacterias se sembraron en placas con agar LB y 100 µg/ml de ampicilina y se incubaron durante 24 horas a 37 °C. Se aislaron 10 colonias de cada secuencia y se incubaron en medio LB a 37 °C, 16 horas y en agitación. Los plásmidos se extrajeron con PureYield Plasmid Miniprep System (Promega) y se comprobó mediante secuenciación qué colonias contenían el inserto correcto para posteriormente congelarlas a -80 °C en un 15% de glicerol. Las reacciones de secuenciación se llevaron a cabo en la Unidad de Genómica del Parque científico de Madrid en un equipo ABI Prism 3730 (Applied Biosystems, Foster City, California).

Expresión de las proteínas

Las proteínas se expresaron en un extracto de células de insecto usando el kit TNT T7 Insect Cell Extract Protein Expression System (Promega) y se comprobó su presencia mediante Western Blot utilizando anticuerpos policlonales generados contra ellas en conejo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de realizar diferentes intentos de amplificación de la secuencia que codifica para RSVP14, no se obtuvieron resultados hasta que finalmente se diseñó un protocolo de PCR *touchdown*, que se caracteriza por utilizar temperaturas variables durante la fase de hibridación y permitir así el uso de oligonucleótidos con diferentes Tm como ocurre en este caso. Con este protocolo se consiguió un producto de 416 pb (Figura 1) que contiene la secuencia que codifica para la proteína RSVP14 como se comprobó por secuenciación y alineamiento.

Las secuencias RSVP20 y RSVP22 son muy similares a excepción de un grupo de 30 nucleótidos entre las posiciones 147 y 178, por lo que los oligonucleótidos diseñados amplifican ambas simultáneamente (Figura 1). Usando la enzima BclI que reconoce la secuencia T/GATCA, presente en RSVP22 pero no en RSVP20, se digirió el amplificado obtenido. Tras realizar una electroforesis se extrajo la banda de mayor tamaño. Este producto fue sometido a una PCR posterior obteniéndose una única secuencia de 485 pb que se corresponde con la que codifica para RSVP20.

Para obtener RSVP22 se realizó un protocolo similar pero usando la enzima SmaI (C/TYRAG) que únicamente corta la secuencia de RSVP20. El resultado es un fragmento de 461 pb.

Las tres secuencias obtenidas se insertaron en vectores que se usaron para transformar bacterias. Posteriormente se corroboró qué líneas bacterianas contenían los plásmidos con la secuencia correctamente insertada.

Actualmente, se está poniendo a punto el protocolo para la expresión de estas proteínas en células de insecto a partir de los plásmidos conseguidos en este estudio. Se ha expresado la proteína de 20 KD en extractos de células de insecto, como se ha comprobado por Western Blot (Figura 2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrios, B., Pérez-Pé, R., Gallego, M., Tato, A., Osada, J., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 2000. *Biol Reprod* 63(5): 1531-1537. • Barrios, B., Fernández-Juan, M., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 2005. *J Androl* 26(4): 539-549. • Cardozo, J.A., Fernández-Juan, M., Forcada, F., Abecia, A., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 2006. *Theriogenology* 66(4): 841-850. • Chomczynski, P. and N. Sacchi. 1987. *Analytical Biochemistry* 162(1): 156-159. • Fernández-Juan, M., Gallego, M., Barrios, B., Osada, J., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 2006. *J Androl* 27(4): 588-595. • Martí, E., Mara, L., Martí, J.I., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 2007. *Theriogenology* 67(9): 1446-1454.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL 2010-18975, DGA A-26/2010, proyecto OTRI 2010/0597 y beca IUCA 2010.

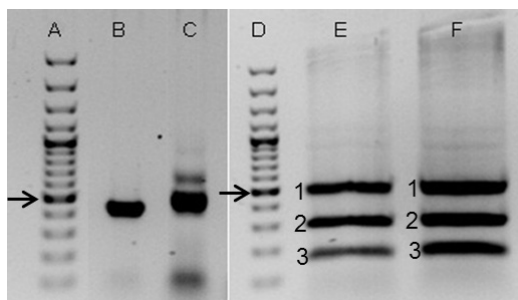


Figura 1. Amplificación de RSVP14 (B) y amplificación conjunta de RSVP20 y 22 (C). Resultado de la digestión con enzima BclI (E), RSVP20 completa (E1), fragmentos de RSVP22 (E2 y E3). Resultado de la digestión con enzima BmoI (F), RSVP22 completa (F1), fragmentos de RSVP20 (F2 y F3). Marcador de pesos moleculares (A y D), la flecha indica 500 pb.

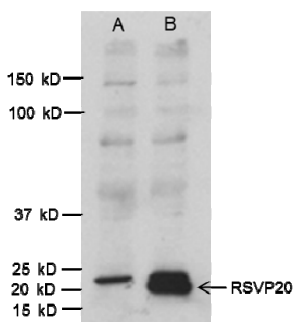


Figura 2. Western Blot de la expresión de la proteína RSVP20 en un extracto de células de insecto (B). Control negativo: extracto de células de insecto sin expresión de la proteína (A).

CLONING OF DNA SEQUENCES ENCODING RSVP14, RSVP20 AND RSVP22 PROTEINS FROM OVINE SEMINAL PLASMA

ABSTRACT: The adsorption of seminal plasma proteins (SPP) to the ram sperm surface partially restores the functional characteristics of damaged spermatozoa, reproducing those of live cells. Previously, we have reported that three ram SPP, RSVP14, RSVP20 and RSVP22 are responsible for this protective effect. They can both prevent and repair the cold-shock damage on the sperm membrane surface. Obtaining these proteins in vitro would allow us to formulate better cryopreservation diluents. In this study, we present the polymerase chain reaction (PCR) profile necessary to amplify the DNA sequences that codify for these proteins and its inclusion into plasmids. RNA extracted from the seminal vesicles of Rasa Aragonesa rams was retrotranscribed to obtain cDNA, which was used in order to carry out the PCR reactions. Primers were designed for each sequence. Direct sequencing confirmed that cycling conditions of 94 °C 1 minute; [94 °C-45 seconds; 54 °C-45 seconds; 72 °C-1 minute] x 30; 72 °C-5 minutes for RSVP20 and RSVP22 are the most appropriate conditions to obtain the desired sequences and that RSVP14 can only be amplified using a touchdown PCR protocol with cycling conditions of 94 °C-2 minutes; [94 °C-15 seconds; from 70 °C to 40 °C (decreasing the temperature one grade each cycle)-30 seconds; 70 °C-30 seconds] x 30; [94 °C-15 seconds, 50 °C-30 seconds, 70 °C-30 seconds] x 10, 72 °C-5 minutes.

Keywords: ram spermatozoa, proteins, cold-shock, cloning

IDENTIFICACIÓN DE cPARP, UN POSIBLE MARCADOR DE CALIDAD SEMINAL, EN ESPERMATOZOIDES DE OVINO

Caspio, A., Álvarez, M., Anel, L., Robles, V., de Paz, P. y Martínez-Pastor, F.
ITRA-ULE, INDEGSAL, Universidad de León, 24071 León, España. E-mail:
felipe.martinez@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Un factor crítico para la fertilidad espermática y la viabilidad de la descendencia es la integridad del ADN espermático, especialmente en la aplicación de tecnologías de reproducción asistida (Fernandez-Gonzalez et al., 2008; de Graaf et al., 2009). Se ha propuesto que el daño en el ADN espermático podría estar relacionado con la activación de vías apoptóticas, durante la espermatogénesis, o posteriormente, en el espermatozoide maduro (Aitken y De Iulius, 2010; Said et al., 2010), habiéndose detectado actividad caspasa y otros marcadores apoptóticos en espermatozoides de diversas especies (Cisternas et al., 2006; Grunewald et al., 2009; Marchetti et al., 2004; Martin et al., 2007; Martínez-Pastor et al., 2009). Aunque su presencia y significado es controvertido, estos marcadores podrían servir como indicadores de la calidad seminal.

Las enzimas de la familia poli ADP-ribosa polimerasa (PARP) están implicadas en la reparación del ADN y en la ejecución de ciertos procesos apoptóticos. PARP I es el componente más importante de la familia, e interviene en la señalización de la reparación del ADN y en el control de la estructura de la cromatina, pero su inactivación o sobreactivación desencadenan la muerte celular. La forma activada de la caspasa 3 proteoliza PARP I, dando lugar al fragmento cPARP, que es inactivo. PARP I y su regulación tiene gran importancia durante la espermatogénesis, y se ha detectado en espermatozoides humanos, así como su correlación con varios parámetros apoptóticos y de calidad seminal (Agarwal et al., 2010; Jha et al., 2009; Mahfouz et al., 2009). La evaluación de cPARP en espermatozoides de especies domésticas podría contribuir a la detección de problemas de subfertilidad en machos y a la mejora de las técnicas de conservación seminal. Algunos anticuerpos contra cPARP tienen reactividad cruzada, permitiendo la detección de cPARP en toro y, posiblemente, otros rumiantes.

En este estudio describimos la puesta a punto del marcaje con uno de estos anticuerpos (PARP [214/215] CLEAVAGE, Rabbit Polyclonal Antibody-FITC Conjugated, Invitrogen, Carlsbad, CA, USA), para la detección de cPARP en espermatozoides de carnero. En un experimento preliminar con microscopía de fluorescencia, detectamos un débil marcaje en algunos espermatozoides, pero también lo que parecía ser un marcaje inespecífico en el acrosoma, especialmente en el reborde acrosomal. Nuestros objetivos fueron: 1) eliminar el marcaje inespecífico del anticuerpo e incrementar la señal del anticuerpo en los espermatozoides de carnero y 2) realizar una evaluación de la presencia de cPARP mediante citometría de flujo, combinando el análisis de fracciones separadas por centrifugación en gradiente de Percoll, un promotor de la apoptosis y una incubación prolongada en condiciones capacitantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los reactivos utilizados fueron adquiridos en Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EEUU) excepto el PARP FITC Apoptosis kit (Invitrogen, Carlsbad, CA, EEUU), el cual contiene el anticuerpo PARP [214/215] CLEAVAGE, Rabbit Polyclonal Antibody-FITC Conjugated y los medios IC Fix™ e IC Perm™. El protocolo de marcaje con el anticuerpo se modificó para adaptarlo a los espermatozoides de carnero. Brevemente, los espermatozoides se lavaron con PBS y el pellet se fijó con 1 mL de formaldehído al 4% en PBS (IC Fix). Tras 20 min en hielo, la muestra se lavó dos veces con PBS y se resuspendió a 20×10^6 espermatozoides/mL en IC Perm. Se separaron 50 μ L y se incubaron a temperatura ambiente y oscuridad con 10 μ L del anticuerpo, durante 30 min. Después se lavó 2 veces con 0,5 mL de IC Perm y una vez con PBS suplementado con 4,5 μ M de Hoechst 33342 (H342). Finalmente, los espermatozoides se resuspendieron en 0,3 mL de PBS y se evaluaron mediante citometría de flujo o microscopía de fluorescencia. El análisis de citometría se realizó con un CyAn ADP (Beckman Coulter, Brea, CA, EEUU), utilizando un láser violeta (405 nm) para excitar el H342 y uno azul (488 nm) para excitar el FITC conjugado con el anticuerpo. La emisión azul del H342 se detectó utilizando un fotodetector provisto de un espejo 485DLP y un filtro

450/50, y la emisión verde del FITC se detectó mediante otro fotodetector provisto de un espejo 650DLP y de un filtro 530/40. Los análisis microscópicos se realizaron con un microscopio equipado con contraste de fases y una lámpara de fluorescencia (filtro de excitación: 450–490 nm; espejo dicróico a 510 nm; filtro de emisión: 520 nm).

En el experimento 1, probamos combinaciones de ditioneitol (DTT, 40 mM) y dodecil sulfato sódico (SDS, 2%). El ditioneitol debería facilitar la entrada del anticuerpo en el núcleo (por reducción de los puentes disulfuro de las protaminas), y el SDS debería facilitar la entrada del anticuerpo por ruptura de membranas y la eliminación del marcaje inespecífico. Tras la eliminación del fijador, las muestras se resuspendieron en PBS o en PBS con DTT, SDS o ambos y se incubaron 30 min a 37 °C. Las muestras se lavaron con IC Perm antes de incubarse con el anticuerpo. Las muestras se analizaron mediante microscopía.

En el experimento 2, el contenido de 10 pajuelas se sometió a una selección por gradiente 45/90 de Percoll (600×g 15 min). La interfase 45/90 como el pellet se lavaron y diluyeron a 5×10⁷ espermatozoides/mL en TALP. Tras 1 h (39 °C, 5% CO₂), se evaluó cPARP (citometría). En ese momento, se separó una alícuota y se añadió 10 μM de wortmanina (un inhibidor de las PI-3-quinasas, que acelera procesos apoptóticos). Tras 12 h de incubación se evaluó el nivel de cPARP de nuevo. Este experimento se realizó por triplicado y los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico R (<http://www.r-project.org>), mediante modelos lineales de efectos mixtos (efectos fijos: incubación y tratamiento; efectos aleatorios: replicado).

En ambos experimentos utilizamos semen de carnero congelado en medio TES-Tris-Fruetosa (20% yema de huevo, 4% glicerol), a 25×10⁶ espermatozoides/mL. Las pajuelas se descongelaron a 65 °C durante 6 s.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio informamos por primera vez de la detección de cPARP en espermatozoides de carnero. En el experimento 1, los tratamientos con SDS provocaron la aglutinación de los espermatozoides en grandes masas, que no se revirtió en los lavados subsiguientes. Por lo tanto, descartamos el uso de este surfactante. El tratamiento con DTT no sólo incrementó la fluorescencia de la muestra (aunque sólo ligeramente), sino que también redujo la fluorescencia inespecífica en el acrosoma, sin necesidad de incluir SDS en la incubación (Figura 1A).

Los resultados del experimento 2 no mostraron un efecto significativo de la fracción de Percoll ni del tratamiento con wortmanina sobre el marcaje contra cPARP. En cambio, la incubación (Figura 1B) incrementó notablemente la proporción de espermatozoides marcados por el anticuerpo (de 24,6%±3,5 a 42,5%±1,5, media±IC 95%). Estos resultados coinciden en parte con el estudio de Jha et al. (2009) con espermatozoides humanos, en el que no se encontraron diferencias en los niveles de cPARP entre las fracciones separadas por gradiente de densidad (espermatozoides “maduros” e “inmaduros”) o sometidos al inductor de apoptosis estaurosporina. No obstante, estos autores relacionaron los niveles de cPARP con niveles de caspasas y de daño en ADN, así como un aumento en la muerte celular cuando se combinó la estaurosporina con un inhibidor de PARP.

Otros autores han demostrado que la incubación de espermatozoides de carnero provoca un incremento del daño en el ADN y la aparición de marcadores apoptóticos (Lopez-Fernández, 2008; Martí et al., 2008). Es posible que estos resultados estén relacionados con el incremento de cPARP detectado en este estudio. Esta hipótesis se pondrá a prueba en futuros estudios.

En conclusión, en este estudio hemos comprobado que el anticuerpo comercial PARP [214/215] CLEAVAGE, Rabbit Polyclonal Antibody-FITC Conjugated puede ser utilizado para detectar cPARP en espermatozoides de carnero mediante inmunofluorescencia. La preincubación de las muestras con DTT mejoró los resultados de este tipo de ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, A., Mahfouz, R. Z., Sharma, R. K., Sarker, O., Mangrola, D., Mathur, P. P. 2009. *Reprod Biol Endocrinol* 7: 143.
- Mahfouz, R. Z., du Plessis, S. S., Aziz, N., Sharma, R., Sabanegh, E., and Agarwal, A. 2010. *Fertil Steril* 93: 814-21.
- Aitken, R. J., De Iulius, G. N. 2009. *Mol Hum Reprod* 16:3-13
- Cisternas, P., Moreno, R. D. 2006. *Mol Reprod Dev* 73: 1318-1325.
- de Graaf, S. P., Beilby, K. H., Underwood, S. L., Evans, G., Maxwell, W. M. C.

2009. *Theriogenology* 71:89-97. • Fernandez-Gonzalez, R., Moreira, P. N., Perez-Crespo, M., Sanchez-Martin, M., Ramirez, M. A., Pericuesta, E., Bilbao, A., Bermejo-Alvarez, P., de Dios Hourcade, J., de Fonseca, F. R., Gutierrez-Adan, A. 2008. *Biol Reprod* 78: 761-772. • Grunewald, S., Sharma, R., Paasch, U., Glander, H.-J., Agarwal, A. 2009. *Microsc Res Tech* 72: 878-88. • Jha, R., Agarwal, A., Mahfouz, R., Paasch, U., Grunewald, S., Sabanegh, E., Yadav, S. P., Sharma, R. 2009. *Fertil Steril* 91: 782-790. • López-Fernández, C., Fernández, J. L., Gosálbez, A., Arroyo, F., Vázquez, J. M., Holt, W. V., Gosálbez, J. 2008. *Theriogenology* 70: 898-908. • Mahfouz, R. Z., Sharma, R. K., Poenicke, K., Jha, R., Paasch, U., Grunewald, S., Agarwal, A. 2009. *Fertil Steril* 91: 2210-2220. • Marchetti, C., Gallego, M.-A., Defosse, A., Formstecher, P., Marchetti, P. 2004. *Hum Reprod* 19: 1127-1134. • Marti, E., Perez-Pe, R., Colas, C., Muino-Blanco, T., Cebrian-Perez, J. A. 2008. *Anim Reprod Sci* 106: 113-132. • Martin, G., Cagnon, N., Sabido, O., Sion, B., Grizard, G., Durand, P., Levy, R. 2007. *Hum Reprod* 22: 380-388. • Martínez-Pastor, F., Aisen, E., Fernández-Santos, M. R., Estes, M. C., Maroto-Morales, A., García-Alvarez, O., Garde, J. J. 2009. *Reproduction* 137: 225-35. • Said, T. M., Gaglani, A., Agarwal, A. 2010. *Reprod Biomed Online* 21:456-462.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado en parte por la CICYT (AGL2010-15758) y por el programa Ramón y Cajal (RYC-2008-02560).

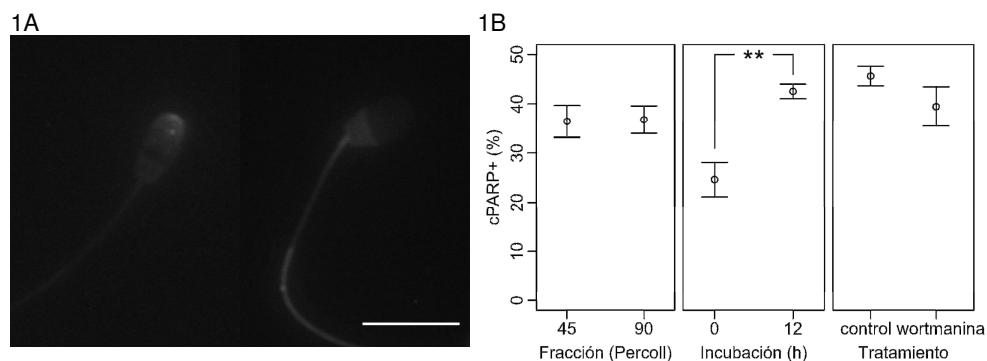


Figura 1A: Patrón de marcaje de cPARP sin (izquierda) y con incubación con DTT (derecha). Al incubar con DTT se elimina el marcaje en el reborde acrosomal. **Figura 1B:** Resultados de la evaluación de espermatozoides cPARP+ (medias e intervalos de confianza al 95%). Sólo la incubación prolongada a 39 °C tuvo un efecto significativo (** $P < 0,01$).

DETECTION OF cPARP, A POTENTIAL MARKER OF SEMINAL QUALITY, IN OVINE SPERMATOZOA

ABSTRACT: Poly ADP-ribose polymerase (PARP) is an important effector of both DNA repair and apoptotic pathways, and it takes part in spermatogenesis. It is possible that the presence of caspase-cleaved PARP (cPARP) could be used as a biomarker of sperm quality. For the first time, we have detected cPARP in frozen/thawed ram spermatozoa, using immunolabelling. In order to remove unspecific labelling from the acrosomal ridge and to increase general labelling, we incubated spermatozoa with 40 mM dithiothreitol (DTT) and/or 2% dodecil sulfato sódico (SDS). SDS was discarded because of agglutination, but DTT increased labelling while removing the labelling in the acrosomal ridge. In a second experiment, we tested cPARP presence in the interface and pellet after a 45/90 Percoll gradient, after 12 h incubation in capacitating conditions and in the presence of the PI3K inhibitor wortmannin (an apoptosis promoter). Only long incubation had a significant effect, doubling the proportion of cPARP+ spermatozoa. The detection of cPARP could improve our ability to understand and assess sperm quality.

Keywords: ram semen, cPARP, immunolabelling, apoptosis.

RELACIÓN ENTRE MARCADORES APOPTÓTICOS Y FERTILIDAD EN SEMEN OVINO

Mendoza, N.¹, Casao, A.¹, Pérez-Pé, R.¹, Quintín, F.², Sevilla, E.², Laviña, A.³, Fantova, E.⁴, Cebrián-Pérez, J.A.¹ y Muño-Blanco, T.¹

¹Dep. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Veterinaria. ²Área Técnica de Producción, Selección y Reproducción Animal. Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA).

³ANGRA. ⁴UPRA-Grupo Pastores. Zaragoza. España. E-mail: noe_magen@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

Nuestro grupo de investigación ha mostrado recientemente que la inducción de la capacitación así como el proceso de refrigeración producen un aumento de algunos marcadores relacionados con la apoptosis en esperma ovino. Esto es de vital importancia para el diseño de protocolos de criopreservación, ya que el enorme daño producido por la congelación a espermatozoides ovinos estaría relacionado, al menos en parte, con procesos apoptóticos. Sin embargo, hasta el momento, no se sabe cómo está afectando la presencia de espermatozoides apoptóticos a la fertilidad de las dosis seminales.

Los espermatozoides eyaculados presentan evidencias de fragmentación de ADN (Sakkas et al., 2004), caspasas activas (Paasch et al., 2004a; Marti et al., 2006), proteasas responsables de la fragmentación de sustratos específicos durante la apoptosis, y translocación de fosfatidilserina, un fosfolípido que en condiciones normales se encuentra en la cara interna de la membrana plasmática, y que, durante la apoptosis pasa a la cara externa (Duru et al., 2001; Paasch et al., 2003a) actuando como señal de reconocimiento para que la célula sea fagocitada sin producir respuesta inflamatoria. Y se ha sugerido que la presencia de espermatozoides apoptóticos en semen podría ser una de las razones de baja fertilidad en diversas especies (Anzar et al., 2002). Como la fecundación es un proceso que requiere varias capacidades espermáticas, la combinación de distintas técnicas de análisis de funcionalidad espermática permitiría aumentar la capacidad predictiva de la fertilidad (Amann y Hammerstedt, 1993).

Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido analizar la posible correlación entre marcadores apoptóticos, parámetros de funcionalidad espermática y fertilidad mediante inseminación artificial (IA) rutinaria con semen ovino refrigerado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para los experimentos *in vitro*, la obtención del semen se realizó mediante vagina artificial y se emplearon moruecos adultos entre 2 y 4 años, pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa Aragonesa (ANGRA). Se utilizaron espermatozoides libres de plasma seminal mediante el método de *swim-up* dextrano, y para disponer de un control positivo adecuado, pusimos a punto un método de inducción de apoptosis en espermatozoides utilizando dos agentes químicos: ácido betulínico (AB) y Fas ligando (FasL) (60 µg/ml y 2 mg/ml respectivamente, 30 minutos, temperatura ambiente). La refrigeración de las muestras se realizó en baño de agua a 15 °C durante 30 minutos.

Para los experimentos *in vivo* se empleó semen ovino procedente de moruecos de raza Rasa Aragonesa, de 3-7 años de edad, pertenecientes a ANGRA y UPRA-Grupo Pastores. La obtención del semen mediante vagina artificial, estimación de la motilidad espermática, refrigeración de las dosis, y la inseminación artificial (IA) rutinaria en campo se llevaron a cabo por el personal técnico especializado de dicho centro y de ambas empresas a lo largo de los años 2008-2009. Se inseminaron 649 ovejas de 40 granjas distintas, con 94 dosis diferentes procedentes de 15 sementales, y se registraron datos de fertilidad, prolificidad y fecundidad. Una alícuota de cada dosis inseminada se mantuvo a 15 °C hasta su llegada al laboratorio, donde se centrifugó en colchón de sacarosa para eliminar el diluyente.

La traslocación de fosfatidilserina (FS) se evaluó con Anexina V en combinación con yoduro de propidio (IP; Citometría de flujo) o con CFDA (Microscopía de fluorescencia) que permite la valoración simultánea de la viabilidad. El daño en el ADN se estudió mediante la técnica de TUNEL (*Terminal deoxynucleotidyl Transferase mediated-dUTP Nick End Labelling*) usando el kit *In situ cell death detection* kit, con fluoresceína (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania). Para la determinación de la actividad de caspasas se utilizó el kit

Vibrant FAM Caspase-3 and -7 Assay (Invitrogen, Carlsbad, CA, EEUU) combinado con homodímero de etidio. La valoración del estado de capacitación se llevó a cabo mediante la tinción con clorotetraciclina (CTC) (Pérez-Pé et al., 2002). Las diferencias significativas se determinaron mediante ANOVA, y las correlaciones usando coeficiente de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La refrigeración y la inducción de apoptosis, tanto con ácido betulínico como con Fas ligando, produjeron pérdida de viabilidad y aumento de inversión de FS (Figura 1), así como del daño en el ADN ($10,77 \pm 0,8\%$, $11,8 \pm 0,9\%$, $13,6 \pm 3,2\%$ vs. $7,8 \pm 1\%$, en muestras refrigeradas, con AB, con FasL vs. control, respectivamente) y actividad caspasa ($44 \pm 2,2\%$, $27,7 \pm 2,5\%$, $23,4 \pm 4\%$ vs. $22,7 \pm 1,2\%$, respectivamente).

En el estudio *in vivo*, se analizó la posible correlación entre marcadores apoptóticos y del estado de capacitación con la fertilidad obtenida mediante IA rutinaria en campo. Los resultados presentados en la Tabla son preliminares ya que el estudio sigue en realización.

Considerando todas las muestras en conjunto, se encontró una correlación negativa entre un parámetro apoptótico, la inversión de FS, y la motilidad ($r = -0,283$; $P < 0,01$). Estos resultados concuerdan con los resultados de fertilidad ya que se obtuvo una correlación negativa entre la inversión de FS y la fertilidad ($r = -0,256$; $P < 0,05$). Además, también se encontró correlación positiva entre la fertilidad y el porcentaje de espermatozoides no capacitados vivos ($r = 0,263$; $P < 0,05$).

Clasificando las muestras de acuerdo con la época del año, se encontraron mayores valores de marcadores apoptóticos durante la ENR. El porcentaje de espermatozoides sin inversión de fosfatidilserina fue significativamente menor ($P < 0,001$), y el de los que tienen el ADN dañado fue mayor en ENR que en ER (Tabla y Figura 2). De nuevo, los resultados de IA revelaron una correlación positiva ($r = 0,401$; $P < 0,01$) entre el porcentaje de espermatozoides sin FS invertida y la fertilidad en ER. Además, en ENR encontramos una correlación negativa entre la fertilidad y el porcentaje de espermatozoides con el ADN dañado ($r = 0,468$; $P < 0,05$).

En conclusión, la refrigeración de espermatozoides ovinos produce un aumento de marcadores apoptóticos, que podría traducirse en una pérdida de capacidad fecundante ya que los resultados de IA revelaron una correlación significativa entre algunos marcadores apoptóticos y la fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, A. y Said, T.M., 2005. *BJU int* 95, 503-507.
- Amann, RP. y Hammerstedt, R.H., 1993. *J. Androl* 14, 397-406.
- Anzar, M, He, L., Buhr, M.M, Kroetsch, T.Q., Pauls, K.P., 2002. *Biol Reprod* 66, 354-360.
- Duru, N.K., Morshedi, M. Schuffner, A. Oehninger, S. 2001. *Fertil Steril* 75(2): 263-268.
- Lopes, S., Sun, J.G., Jurisicova, A., Meriano J., y Casper R.F., 1998. *Fertil Steril* 69(3): 528-532.
- Martí, E, Perez-Pe, R., Muino-Blanco, T. Cebrian-Perez, J. A., 2006, *J. Androl* 27, 746-753.
- Paasch, U., Grunewald, S. Thomas, A. J., Jr. Glander, H. J., 2003 *J. Androl* 24(2), 246-252
- Paasch, U. Grunewald, S. Agarwal, A. Glandera, H. J., 2004, *Fertil Steril* 81, 802-809
- Pérez-Pé R, Grasa P, Fernandez-Juan M, Peleato ML, Cebrián-Pérez JA, y Muiño-Blanco T, 2002: *Mol Reprod dev* 61, 226-233.
- Sakkas, D.Seli, E.Manicardi, G. C.Nijs, M.Ombelet, W.Bizzaro, D. 2004, *Human Fertility (Cambridge)*7(2), 99-103.

Agradecimientos: CICYT-FEDER AGL 2007-61229, AGL 2008-01476, DGA A-26 y 040/08.

Tabla 1. Calidad espermática y parámetros reproductivos obtenidos de todas las muestras en total, y clasificadas según la época del año, reproductiva (ER) o no reproductiva (ENR). Valores medios \pm error estándar de la media. * $P < 0,001$.

Eyacuados	Total (n=94)	ER (n=67)	ENR (n=27)
Vivos sin inversión de FS (%)	$36,11 \pm 1,5$	$40 \pm 1,8$	$27,44 \pm 2,0^*$
Daño en ADN (%)	20 ± 1	$19,36 \pm 1,7$	$21,85 \pm 1,8^*$
No capacitados vivos (%)	$15,9 \pm 1,18$	$13,66 \pm 1,23$	$21,33 \pm 2,4$
Motilidad individual (%)	$83,5 \pm 0,24$	$83,2 \pm 0,31$	$84,25 \pm 0,3$
Fertilidad (%)	$38,86 \pm 3,33$	$32,9 \pm 2,9$	$54,00 \pm 4,8$
Prolificidad	$1,39 \pm 0,06$	$1,33 \pm 0,07$	$1,54 \pm 0,11$
Fecundidad	$1,07 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,10$

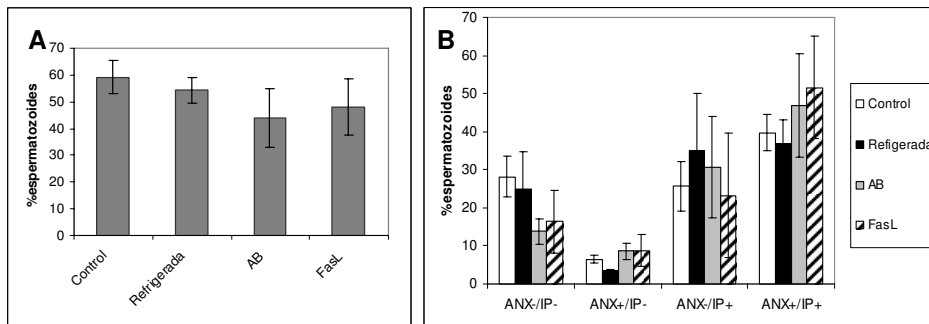


Figura 1. Influencia de la refrigeración, y la inducción de apoptosis con AB y con FasL en el porcentaje de espermatozoides viables (A) y porcentaje de espermatozoides con traslocación de fosfatidilserina (FS) (ANX+) mediante la tinción con AnexinaV/IP (B). Valores medios \pm error estándar de la media de 3 ensayos.

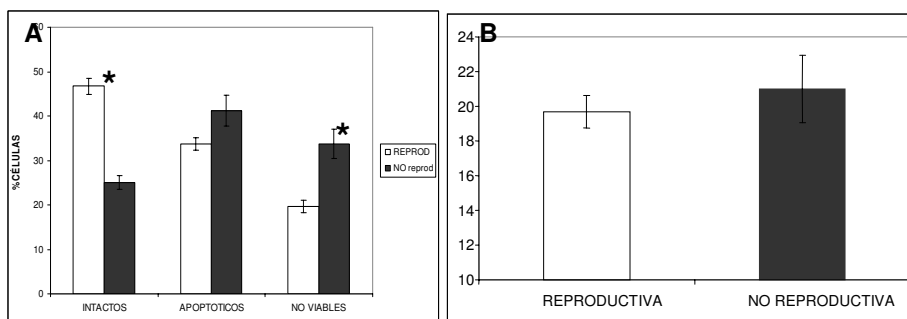


Figura 2. Diferencias entre estación reproductiva y no reproductiva en las tres subpoblaciones espermáticas distinguidas mediante la tinción con AnexinaV/CFDA (A): Intactos, sin inversión de FS; apoptóticos, CFDA+/PS traslocada; no viables, CFDA-/PS traslocada; (B): Porcentaje de espermatozoides con ADN dañado. Valores medios \pm error estándar de la media. *: $P < 0,01$.

RELATIONSHIP BETWEEN APOPTOTIC MARKERS AND FERTILITY IN RAM SEMEN

We have previously shown that semen refrigeration and *in vitro* capacitation induce increases in certain apoptotic-related markers, although the influence of apoptotic sperm in fertility has not been determined yet. Therefore, in this study, we analysed the relationship between apoptotic and sperm functionality markers and fertility rate obtained by routine artificial insemination (AI) with refrigerated ram semen. A total of 649 ewes were inseminated with 94 different doses. The obtained results showed a negative correlation ($r = -0,283$; $P < 0,01$) between the proportion of sperm with inverted phosphatidylserine (PS) and motility. These findings agree with the obtained fertility data as we found correlation between fertility and PS inversion ($r = -0,256$; $P < 0,05$), and the percentage of viable, non-capacitated sperm ($r = 0,263$; $P < 0,05$). Furthermore, we found a negative correlation between fertility and damaged-DNA in the non-reproductive season ($r = 0,468$; $P < 0,05$).

Keywords: sperm, phosphatidylserine, damaged-DNA.

EFFECTO DEL SISTEMA TAMPON SOBRE LA CONSERVACIÓN DEL SEMEN DE MORUECO EN REFRIGERACIÓN

Mateos, J.A.¹, Santolaria, P.¹ y Yániz, J.L.¹

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza. Campus de Huesca. España.
E-mail: jamateos@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los componentes básicos de los diluyentes semi-sintéticos para el almacenamiento de semen ovino han cambiado poco desde que fueron elaborados en la primera parte del siglo XX (Maxwell y Salomon, 1993; Yániz et al., 2005, 2010, 2011). En este sentido, un estudio sistemático del efecto de cada componente del diluyente sobre la conservación del semen puede ayudar a desarrollar un diluyente sintético de manera más racional. El sistema tampón es un componente básico de diluyentes sintéticos, ya que permite mantener el pH en un rango tolerable para los espermatozoides. Sin embargo, muy pocos trabajos han estudiado diferentes alternativas para su inclusión en los diluyentes utilizados para la conservación de semen ovino en refrigeración. El Tris y el citrato son los tampones más frecuentemente utilizados en la composición de los diluyentes sintéticos (Maxwell y Salomon, 1993; Salomon y Maxwell, 2000; Yániz et al, 2011), y existe poca información sobre el uso de otros sistemas tampón en diluyentes para la conservación de semen. El objetivo general de este trabajo fue evaluar *in vitro* el efecto de diversos sistemas tampón incluidos en la composición de diluyentes sintéticos, sobre parámetros de calidad seminal durante la conservación del semen ovino de la raza Rasa Aragonesa en refrigeración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron seis diluyentes en este estudio, diluyentes que se diferencian por el sistema tampón; Tes Hepes y Mops son tampones que pertenecen al grupo Zwitterion: diluyente basado en citrato (80,6 mM de citrato de sodio ajustando el pH a 7,0 con una solución de ácido cítrico 1M, 55,6 mM de glucosa, 0,8% de BSA y 0,1% PVA) (CITRATO); diluyente basado en Tris (250 mM TRIS ajustando el pH a 7,0 con una solución de ácido cítrico 1M, 55,6 mM de glucosa, 0,8% de BSA y 0,1% PVA) (TRIS), diluyente basado en Tes (80 mM TES ajustando el pH a 7,0 con una disolución de NaOH 1M, 55,6 mM de glucosa, 0,8 % de BSA y 0,1% PVA) (TES), diluyente basado en Hepes (125 mM HEPES ajustando el pH a 7,0 con una solución de NaOH 1M, 55,6 mM de glucosa, 0,8% de BSA y 0,1% PVA) (HEPES); diluyente basado en MOPS (125 mM MOPS ajustando el pH a 7,0 con una solución de NaOH 1M, 55,6 mM de glucosa, 0,8% de BSA y 0,1% PVA) (MOPS); diluyente basado en fosfato (80 mM $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ajustando el pH a 7,0 con una solución de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (¿falta mM?), 55,6 mM de glucosa, 0,8% de BSA y 0,1% PVA) (FOSFATO). Los antibióticos (2000 UI/ml de penicilina y 0,4 mg/ml de estreptomycin) se incluyeron en todos los diluyentes. La osmolaridad se ajustó cuando fue necesario añadiendo cloruro sódico hasta los 290 mM.

Las muestras de semen procedentes de segundos eyaculados se recogieron mediante una vagina artificial de machos de la raza Rasa Aragonesa. Se evaluó la movilidad del semen diluido en un microscopio de contraste de fases negativa y la concentración espermática se calculó utilizando un equipo de análisis espermático computerizado (ISAS, Versión 1.0, PROISER, Valencia, España). El semen de cada eyaculado se diluyó en medios a base de citrato, HEPES, MOPS, fosfato, TES y TRIS en una proporción de uno a dos y se conservó en tubos de vidrio almacenados en un frigorífico a 15 °C. A las 0, 24 y 48 horas se evaluaron la movilidad y la integridad de la membrana plasmática. El protocolo seguido a la hora de evaluar la integridad de la membrana y la movilidad mediante CASA fue el descrito por Yániz et al. (2008). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS, versión 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU). La normalidad de la distribución y la homogeneidad de la varianza se verificaron mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y los test de Levene, respectivamente. Como todos los datos se distribuyeron normalmente, se utilizaron pruebas paramétricas. Las diferencias entre la integridad de membrana y la movilidad del semen entre los diferentes diluyentes se evaluó utilizando el análisis de varianza (ANOVA) utilizando modelos lineales generalizados. Si el valor de P era

significativo, se utilizó el test de Tukey para comparaciones múltiples entre diluyentes *a posteriori*. El nivel de significación estadística se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos del diluyente y el tiempo de almacenamiento sobre ciertos parámetros de movilidad determinados por CASA, y sobre la viabilidad espermática se representan en la Tabla 1. Las muestras conservadas en diluyentes basados en los sistemas tampón del grupo zwitterion (MOPS, TES y HEPES) mostraron una mayor proporción de espermatozoides con movilidad progresiva (PS) a las 0 horas y un mayor porcentaje de movilidad (MS) y de PS a las 24 y 48h que las muestras que se diluyeron con los diluyentes TRIS, CITRATO o FOSFATO. Los espermatozoides diluidos en el diluyente TRIS mostraron un marcado incremento en el porcentaje de trayectorias circulares y una disminución de la velocidad media, mientras que la reducción en el vigor de los espermatozoides fue menos pronunciada que en los otros grupos. Al mismo tiempo, se redujo la velocidad progresiva (VSL, micras/s) pues los espermatozoides nadaban en círculos, y la amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza aumentó drásticamente. El CITRATO mostró resultados intermedios entre el TRIS y los otros grupos en las variables relacionadas con la calidad del movimiento linealidad (LIN), rectitud (STR), zigzag (WOB) y desplazamiento lateral de la cabeza (ALH) a 0 h de almacenamiento, pero experimentó una clara mejoría a las 24 y 48 horas, por lo que las diferencias con los tampones del grupo zwitterion se atenuaron o desaparecieron. En cuanto a la viabilidad, los diluyentes que peores resultados ofrecieron fueron el TRIS y el FOSFATO.

Un aspecto crucial para la preservación del semen es el mantenimiento del pH del medio. El pH del semen de morueco recién eyaculado ronda los valores de 6,7 a 6,8. Durante el almacenamiento, los espermatozoides y la contaminación bacteriana producen metabolitos que pueden reducir el pH del medio. La adición de agentes tamponantes a la dilución ayuda a controlar el pH, pero hay una importante variación en el rango y la capacidad tamponante de estas moléculas, y muchas especies tamponantes tienen un impacto en los sistemas biológicos, actividad de las enzimas, los sustratos, o cofactores. Este estudio muestra que los buffers del grupo Zwitterion (Tes, Mops y Hepes) pueden ser una buena alternativa para ser incluidos en la composición de diluyentes para el almacenamiento de semen de morueco en refrigeración. Por el contrario el TRIS provoca drásticas modificaciones en ciertos parámetros cinéticos durante el almacenamiento a 15 °C, aunque queda por verificar la incidencia del sistema tampón sobre la fertilidad tras la IA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Maxwell, W.M.C., Salomon, S., 1993. Liquid storage of ram semen-a review. *Reprod Fertil Dev* 5: 613-638. • Salomon, S., Maxwell, W.M.C., 2000. Storage of ram semen. *Anim Reprod Sci* 62: 77-111. • Yániz, J.L., Martí, J.I., Silvestre, M.A., Folch, J., Santolaria, P., Alabart, J.L., López-Gatius, F. 2005. Effects of solid storage of sheep spermatozoa at 15 degrees C on their survival and penetrating capacity. *Theriogenology* 64: 1844-1851. • Yániz, J.L., Santolaria, P., Marco-Aguado, M.A., López-Gatius, F. 2008. Use of image analysis to assess the plasma membrane integrity of ram spermatozoa in different diluents. *Theriogenology* 70 192-198. • Yániz, J.L., Marco-Aguado, M.A., Mateos, J.A., Santolaria, P. 2010. Bacterial contamination of ram semen, antibiotic sensitivities, and effects on sperm quality during storage at 15 °C. *Anim Reprod Sci* 122: 142-149. • Yániz, J.L., Mateos, J.A., Santolaria, P. 2011. Zwitterionic buffers preserve ram semen quality more efficiently than TRIS during storage at 15 °C. *Small Rum Res* 95: 54-60.

Agradecimientos: Los autores agradecen al CITA (DGA) por su ayuda en la obtención de las muestras de semen. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INNPACTO (IPT-010000-2010-33), la Fundación ARAID (OTRI 2010-0464), y Oviaragón S.C.L. (OTRI 2010-0465)

Tabla 1. Efecto de los diferentes sistemas tampón sobre los parámetros cinéticos del semen y su viabilidad durante el almacenamiento a 15 °C

	Tiempo de almacenamiento (h)	Diluyente					
		MOPS	TRIS	CITRATO	TES	HEPES	FOSFATO
Movilidad espermática (%)	0	67,9 ^a	67,4 ^a	70,3 ^b	68,2 ^a	69,8 ^b	61,0 ^c
	24	68,4 ^a	63,3 ^b	64,6 ^c	68,3 ^a	70,3 ^d	20,8 ^e
	48	62,7 ^a	56,0 ^b	56,7 ^b	64,9 ^c	63,3 ^a	17,6 ^d
Movilidad progresiva (%)	0	49,8 ^a	34,7 ^b	39,5 ^c	48,3 ^d	50,1 ^a	45,0 ^e
	24	50,6 ^a	28,5 ^b	42,7 ^c	48,5 ^d	50,3 ^a	12,5 ^e
	48	46,3 ^a	27,8 ^b	40,4 ^c	46,0 ^a	46,2 ^a	11,7 ^d
VCL	0	151,7 ^a	141,8 ^b	143,5 ^c	149,2 ^d	150,8 ^a	140,5 ^e
	24	127,7 ^a	129,3 ^b	128,1 ^a	125,7 ^c	128,2 ^a	102,5 ^d
	48	119,1 ^a	121,4 ^b	114,1 ^c	119,3 ^a	116,7 ^d	98,7 ^e
VSL	0	120,6 ^a	87,8 ^b	99,2 ^c	116,7 ^d	118,7 ^e	113,1 ^f
	24	101,4 ^a	64,7 ^b	95,6 ^c	96,3 ^c	98,4 ^d	75,1 ^e
	48	92,5 ^a	62,5 ^b	89,6 ^{ac}	90,3 ^c	88,5 ^{bd}	77,0 ^e
LIN	0	77,6 ^a	61,7 ^b	68,3 ^c	76,1 ^d	76,7 ^d	78,0 ^a
	24	77,3 ^a	50,3 ^b	73,2 ^c	74,9 ^d	75,2 ^d	68,6 ^e
	48	75,9 ^a	52,2 ^b	76,3 ^a	74,0 ^c	74,1 ^c	73,4 ^c
ALH	0	2,9 ^a	3,8 ^b	3,2 ^c	2,9 ^a	2,8 ^a	2,6 ^d
	24	2,6 ^a	4,4 ^b	2,9 ^c	2,7 ^d	2,7 ^d	2,6 ^a
	48	2,7 ^a	4,1 ^b	2,5 ^c	2,8 ^d	2,8 ^e	2,3 ^f
Viabilidad (%)	0	65,2 ^a	58,7 ^b	64,3 ^a	58,9 ^b	60,7 ^{ab}	63,0 ^{ab}
	24	62,1 ^a	53,8 ^b	62,4 ^a	60,2 ^a	59,4 ^a	46,2 ^c
	48	57,6 ^{ab}	48,3 ^c	62,1 ^a	55,0 ^b	57,9 ^{ab}	7,5 ^d

a-f: Diferencias dentro de cada línea, $P < 0,05$; VCL (Velocidad Curvilínea, micras/s), VSL (velocidad progresiva, micras/s), LIN (índice de linealidad, VSL/VCL) y ALH (desplazamiento lateral de la cabeza, micras).

EFFECT OF THE BUFFER SYSTEM ON THE RAM SEMEN PRESERVATION DURING COOLED STORAGE

ABSTRACT: This study was designed to evaluate the effect of various buffers on the storage of ram semen at 15 °C. Second ejaculates from six adult males were collected using an artificial vagina and diluted in either MOPS, TRIS, TES, HEPES, citrate, or phosphate-based extenders. Semen samples were stored at 15°C and the sperm motility and viability (membrane integrity) variables assessed after 0, 24 and 48 h intervals. Significantly higher progressive sperm motility rates were recorded at 0 h of storage, and higher motile and progressive sperm motility at 24 and 48 h, when zwitterionic-based extenders (MOPS, TES and HEPES) were used, compared to citrate, TRIS, and phosphate-based extenders—with the last group showing a drastic reduction in sperm motility during storage. It was concluded that zwitterion-based buffers may be an acceptable alternative for inclusion in the composition of diluents for chilled ram semen storage. On the other hand, TRIS may be seen as having caused drastic modifications of certain sperm kinematic parameters during storage at 15 °C.

Keywords: buffers, ram semen, sperm quality, cooled storage.

REEVALUANDO DIFERENTES TEMPERATURAS DE DESCONGELACIÓN EN DOSIS DE SEMEN BOVINO

Muiño, R.¹ y Peña, A.I.¹

¹ Unidad de Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria de Lugo (USC), 27002 Lugo. España. E-mail: rodrigomuino@colvet.es

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los estudios realizados para evaluar las diferentes temperaturas de descongelación en semen bovino, datan de los años 80. En esta época, para evaluar la motilidad total, la morfología y la integridad espermática se utilizaban tinciones simples sobre extensiones espermáticas y la motilidad total se valoraba de forma subjetiva. Actualmente, la citometría de flujo y los sistemas CASA (*computer assisted sperm analyzer*) permiten valorar características estructurales y funcionales de la célula espermática de forma objetiva y precisa. Con la citometría de flujo se pueden evaluar miles de células espermáticas por muestra, y obtener información sobre la viabilidad y supervivencia espermática con mayor precisión que utilizando la valoración visual bajo microscopio (Harrison et al., 1998). Además, los sistemas CASA permiten obtener información precisa sobre la proporción de espermatozoides móviles en una dosis seminal, así como conocer sus velocidades y trayectorias individuales; información que no puede ser obtenida al hacerlo de forma subjetiva (Holt, 1996).

La aplicación de actuales tecnologías para reevaluar algunos de los aspectos del protocolo de criopreservación, tal como, por ejemplo, utilizar temperaturas superiores a los 35 °C, podría permitir obtener información relevante, y de darse el caso, replantearse el protocolo de criopreservación bovino.

El objetivo del presente estudio fue evaluar dos temperaturas de descongelación más elevadas que la recomendada (35°C durante 40 segundos) para la descongelación de dosis seminales bovinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 10 toros Holstein (1 eyaculados por toro) entre 15 y 24 meses de edad. Se evaluaron 18 dosis seminales de cada toro, 9 dosis para el experimento uno y 9 dosis para el experimento dos.

Tras la recogida seminal se tomó una alícuota de semen fresco, para una valoración inicial de los eyaculados, el resto del eyaculado se procesó con un diluyente comercial (Biladyl®, Minitüb Ibérica, Tarragona, España) el cual fue añadido en 2 pasos. El semen diluido fue envasado en pajuelas de 0,25 ml y congelado en vapores de nitrógeno líquido siguiendo una curva estandarizada para semen bovino (IMV® Digit-cool, IMV Technologies, Francia).

Nueve dosis de cada toro fueron descongeladas respectivamente siguiendo las siguientes temperaturas de descongelación: a) 35°C durante 40 segundos (estándar), b) 50°C durante 15 segundos, y c) 70 °C durante 5 segundos. La descongelación se hizo en un baño de agua a la temperatura adecuada. Inmediatamente después de la descongelación, el contenido de 3 pajuelas se depositó en un tubo falcon de 5 ml que contenía 250 µl de PBS. La solución espermática fue incubada a 37 °C post-descongelación.

Experimento 1: Se evaluó el efecto de las diferentes temperaturas de descongelación sobre la motilidad total (valorada subjetivamente) y sobre la integridad de la membrana plasmática y acrosomal (utilizando el citómetro de flujo). El análisis espermático se realizó inmediatamente después de la descongelación y después de 5 horas de incubación a 37 °C. Para evaluar el daño plasmático y acrosomal se utilizó la triple tinción (Peña et al., 1999). Brevemente, se dispensaron 5 µl de yoduro de propidio (PI), 2 µl de lectina de cacahuete marcada con isotiocianato de fluoresceína (FITC-PNA) y 20 µl de carboxy-SNARF1 en su forma acetoximetil éster (SNARF) que fueron añadidos a 200 µl de semen descongelado hasta alcanzar una concentración de 8×10^6 espermatozoides/ml, homogeneizado, e incubado a 37 °C en oscuridad durante 10 minutos. Después de la incubación la suspensión de semen teñido fue diluida con 300 µl de PBS a 37 °C y analizado en el citómetro (Epics XL flow cytometer, Coulter Corporation, Miami, FL, EEUU) que poseía un láser de argón de 15 mW con una longitud de onda de 488 nm.

Experimento 2: Al igual que en el experimento 1, se utilizaron 9 dosis seminales de cada toro que fueron descongeladas según las tres temperaturas de descongelación descritas. Luego, la motilidad espermática fue evaluada con un sistema CASA, para investigar la existencia de subpoblaciones espermáticas móviles en las muestras de semen descongelado y la influencia de las diferentes temperaturas de descongelación sobre la estructura de tales subpoblaciones. La evaluación se realizó inmediatamente después de la descongelación, y después de 2 horas de incubación a 37 °C. El estudio de subpoblaciones espermáticas con patrones de movimiento específico se realizó mediante un análisis de clusters multivariante, utilizando el procedimiento k-medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método de descongelación (35 °C/40 segundos; 50 °C/15 segundos; o 70 °C/8 segundos) no tuvo efecto significativo ni sobre la motilidad espermática, determinada subjetivamente o con un sistema CASA, ni sobre el porcentaje de espermatozoides vivos con el acrosoma intacto, en ninguna de las evaluaciones post-descongelación (Tabla 1). A diferencia de lo obtenido por otros autores (Senger 1980; Nur et al., 2003) que obtuvieron a temperaturas de descongelación superiores a 35°C, mejoría en la motilidad y la integridad acrosomal de las muestras descongeladas. Independientemente del método de descongelación, el tiempo de incubación causó una reducción significativa ($P < 0,001$) tanto de la motilidad (subjetiva o determinada con CASA) como de la viabilidad espermática.

Tras un análisis de clusters multivariante sobre un total de 6115 espermatozoides móviles, se identificaron cuatro subpoblaciones espermáticas con patrones de movimiento específicos.

El método de descongelación *per se* no tuvo influencia significativa sobre la distribución de los espermatozoides en las distintas subpoblaciones, sin embargo, la interacción entre método de descongelación y tiempo de incubación tuvo un efecto significativo sobre el porcentaje de espermatozoides asignado a la subpoblación 4.

En las muestras de semen descongeladas a 35 °C, la subpoblación 4 (subpoblación de espermatozoides muy rápidos y progresivos) se redujo de forma importante ($P = 0,017$) tras 2 h de incubación post-descongelación (24,1% a las 0 horas vs. 8,3% a las 2 horas); en cambio, esta subpoblación no varió de forma significativa cuando el semen fue descongelado a 50 °C (16,7% a las 0 horas vs 18,1% a las 2 horas) o a 70 °C (24,1% a las 0 horas vs 16,5% a las 2 horas). Las otras 3 subpoblaciones no se vieron influidas por la interacción entre el método de descongelación y el tiempo de incubación.

Para los tres métodos de descongelación, algunos de los parámetros cinéticos que definían a cada subpoblación, variaron de forma significativa durante las 2 horas de incubación post-descongelación. El cambio más interesante se observó en muestras descongeladas a 50 °C: los espermatozoides asignados a la subpoblación 4 mostraron un movimiento aún más rápido y progresivo tras 2 horas de incubación que justo tras la descongelación.

En resumen, cuando el semen se descongeló a las temperaturas más altas, la proporción de espermatozoides con movimiento rápido y progresivo fue mayor que cuando la descongelación fue a menor temperatura. Si esta pequeña diferencia podría afectar a la fertilidad *in vivo* del semen descongelado todavía se desconoce, pero lo que sí parece indicar es que la descongelación del semen a 35 °C es más perjudicial que a 50 °C o a 70 °C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Harrison, R.A.P., Miller, N.G.A. 1998. Applying flow cytometry to the investigation of live sperm suspensions. *Proc BAS Advanced Topics in Andrology. Sperm Biology: New Techniques, New Insights*, pp. 1-3.
- Holt, W.V. 1996. Can we predict fertility rates? Making sense of sperm motility. *Reprod Dom Anim* 31: 17-24.
- Nur, Z., Dogan, I., Soyulu, M.K., Ak, K. 2003. Effect of different thawing procedures on the quality of bull semen. *Revue Méd Vét* 154: 487-490.
- Peña, A., Johannisson, A., Linde-Forsberg, C. 1999. Post-thaw evaluation of dog spermatozoa using new triple fluorescent staining and flow cytometry. *Theriogenology* 52: 965-980.

Senger, P.L. 1980. Handling frozen bovine semen-factors which influence viability and fertility. *Theriogenology* 13: 51-62.

Tabla 1. Porcentajes (medias±desviación estándar) de motilidad (determinada subjetivamente y mediante un sistema CASA) y de viabilidad espermática (determinada por citometría de flujo) en muestras de semen bovino con diferentes protocolos de descongelación (n=10).

Evaluaciones post-descongelación	Temperatura /tiempo de descongelación		
	35 °C/40 segundos	50 °C/15 segundos	70 °C/8 segundos
Motilidad Subjetiva 0 h	64,0±14,5	59,0±11,0	61,0±13,3
Motilidad Subjetiva 5 h	7,4±9,1	17,4±11,7	6,3±8,8
Motilidad CASA 0h	82,7±7,5	80,9±10,3	86,1±6,7
Motilidad CASA 2h	66,7±17,1	67,4±17,7	78,6±13,8
Viabilidad 0 h	73,4±15,0	73,3±13,3	74,4±7,7
Viabilidad 5 h	55,5±19,9	62,1±9,7	66,7±11,0

RE-ASSESSING DIFFERENT THAWING TEMPERATURES IN BULL SEMEN DOSES

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate three thawing rates for bull semen frozen in 0.25 ml-straws: placing straws in a water bath at 35 °C for 40 s, at 50 °C for 15 s or at 70°C for 5 s. In a first experiment, the 3 thawing rates were compared in relation to post-thaw sperm motility determined subjectively, and sperm plasma and acrosomal membrane integrity were examined by flow cytometry after 0 and 5 h of incubation at 37°C. In a second experiment, the three thawing rates were evaluated based on post-thaw sperm motility, determined using a CASA system, after 0 and 2 h of incubation at 37 °C. Then, the individual motility descriptors were analysed using a multivariate clustering procedure to test the presence of separate sperm subpopulations with specific motility characteristics. There were no significant differences between the 3 thawing methods on post-thaw motility or plasma and acrosomal sperm membrane integrity. The thawing rate had no significant influence on the frequency distribution of spermatozoa within the 4 subpopulations, but higher proportions of spermatozoa with fast and progressive movement were observed after post-thaw incubation when faster thawing rates were used.

Keywords: bovine, thawing rates, kinematic parameters, sperm subpopulations.

DIFERENCIAS EN LA CINÉTICA ESPERMÁTICA ENTRE TOROS DE RAZA HOLSTEIN Y ASTURIANA DE LOS VALLES

Tamargo, C.¹, Muíño, R.², Rodríguez, A.¹ y Hidalgo, C.O.¹

¹Área de Selección y Reproducción Animal, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Gijón. España.

² Unidad de Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria de Lugo (USC). Lugo. España. E-mail: rodrigomuino@colvet.es

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio, fue comparar la estructura cinética de las subpoblaciones espermáticas, en semen fresco y descongelado, entre toros de leche (Holstein) y toros de aptitud cárnica (Asturiana de los Valles) de los cuales, *a priori*, se conoce que presentan diferentes tasas de fertilidad en campo. Los datos que disponemos de fertilidad, obtenidos durante todo el año 2009 (datos facilitados por la Asociación Asturiana para el control lechero (ASCOL)) en novillas al primer servicio, evidenciaron que la tasa de no retorno (TNR) a los 90 días fue mucho menor en toros Holstein (57,0%) frente a los toros de raza Asturiana de los Valles (67,6%). El dato de la TNR, es sin duda el mejor indicador de fertilidad de los toros. Sin embargo, hasta el momento no se ha podido establecer una correlación concreta entre la motilidad de las subpoblaciones espermáticas y su fertilidad real en campo. Debido a que en España es muy difícil obtener este dato para un lote de semen congelado concreto, puesto que, en los programas de testaje de toros se recoge el dato de TNR global de todo el año, y por lo tanto, de todos los lotes de semen utilizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 114 eyaculados fueron recolectados de 19 toros (9 Holstein y 10 Asturiano de los Valles; seis eyaculados por toro), con edades comprendidas entre los 14 y 24 meses de edad. Estos toros permanecían en el centro de IA de Cenero (Gijón, Asturias). La recolección se realizó durante 3 semanas consecutivas, con dos recogidas a la semana. Después de la recolección se realizó una evaluación inicial de cada eyaculado para determinar su volumen, concentración espermática y motilidad subjetiva. Se tomó inicialmente una alícuota del eyaculado para realizar una evaluación de la motilidad espermática en el sistema computerizado de análisis de imagen (CASA.) El sistema CASA utilizado fue un Sperm Class Analyzer(SCA 2002[®] Micoptic, Barcelona, España) y el resto del eyaculado fue procesado para la congelación. Los resultados de motilidad espermática, así como los parámetros cinéticos de cada espermatozoide individual fueron determinados usando el CASA, para determinar la existencia de las subpoblaciones espermáticas en semen fresco de las dos razas. Después de 4 semanas de almacenamiento de las dosis seminales, fueron descongeladas a 37 °C y evaluadas en el momento de la descongelación y después de 2 horas de incubación con el CASA para determinar el efecto de la criopreservación y el estrés térmico sobre la distribución de los espermatozoides dentro de cada subpoblación espermática. Tras el análisis de clusters multivariante realizado sobre 30.397 espermatozoides móviles se identificaron cuatro subpoblaciones espermáticas con diferentes patrones de motilidad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor medio (\pm desviación estándar) de la motilidad total espermática en los eyaculados de toros Holstein fue $82,3 \pm 9,8\%$, mientras que para los toros Asturianos de los Valles fue $95,0 \pm 4,5\%$. Después de la descongelación e incubación de 2 horas, la motilidad total decreció, aunque no de forma significativa, $78,5 \pm 12,8\%$ y $69,8 \pm 16,3\%$, respectivamente, en semen de toros Holstein, y $78,8 \pm 16,7\%$ y $76,9 \pm 16,7\%$ respectivamente, para los toros Asturianos. La motilidad total está influenciada de forma significativa por la raza ($P < 0,001$), el tiempo de incubación (semen fresco comparado con las 0 h o las 2 horas post-descongelación) ($P < 0,001$) y la interacción entre ambos efectos ($P < 0,05$). Dentro de la raza, el toro tuvo un efecto significativo en la motilidad total ($P < 0,05$) a lo largo de los diferentes tiempos de evaluación, sin embargo, el día experimental no tuvo un efecto significativo sobre la motilidad total.

Al estudiar el efecto de la raza sobre la estructura cinética que define las subpoblaciones espermáticas, fue posible determinar la existencia de cuatro subpoblaciones espermáticas bien definidas:

Subpoblación 1, representada por espermatozoides con velocidad relativamente baja (media VCL (velocidad curvilínea), VSL (velocidad rectilínea) y VAP (velocidad media)) pero con trayectoria muy progresiva (alta LIN (índice de linealidad de la trayectoria curvilínea), STR (índice de rectitud), WOB (índice de oscilación), BCF (frecuencia de batido) y baja ALH (amplitud media del desplazamiento lateral). Esta subpoblación está constituida por un 28% de espermatozoides móviles.

Subpoblación 2, contiene espermatozoides muy activos y no progresivos, como indica elevados valores de VCL y ALH junto con bajos valores de LIN y STR, y moderada BCF. Esta subpoblación se considera que tiene un movimiento similar a al hipercinesis, y está constituida por un 19% del total de espermatozoides móviles.

Subpoblación 3, incluye un 23% del total de espermatozoides con una pobre motilidad y un movimiento no progresivo, como indican sus bajos valores de VCL, VSL, VAP, y BCF junto con baja LIN, STR y WOB.

Subpoblación 4, contiene un 30% del total de la población móvil, representada por espermatozoides con el movimiento más rápido y progresivo, como indican los altos valores de VCL, VSL, VAP y BCF junto con una alta LIN, STR, WOB y moderada ALH.

La frecuencia de distribución de los espermatozoides dentro de cada subpoblación fue significativamente diferente ($P < 0,001$) para los toros de las dos razas (datos no mostrados). Por ejemplo, en muestras de semen fresco de toros Holstein alrededor de un 36% de espermatozoides móviles fueron asignados a la subpoblación 3, mientras que, para toros Asturianos de los Valles, esta subpoblación representaba solo el 13% del total de espermatozoides móviles. En contraste, la subpoblación 4 (la más rápida y progresiva) fue significativamente mayor en Asturiana de los Valles que en toros Holstein (36% vs. 21%).

En los resultados es notable reseñar, en eyaculados en fresco, que la frecuencia de distribución de espermatozoides dentro de las subpoblaciones difirió significativamente entre ambas razas, pero casi no hubo diferencias entre toros de la misma raza (Figura 1, a-b).

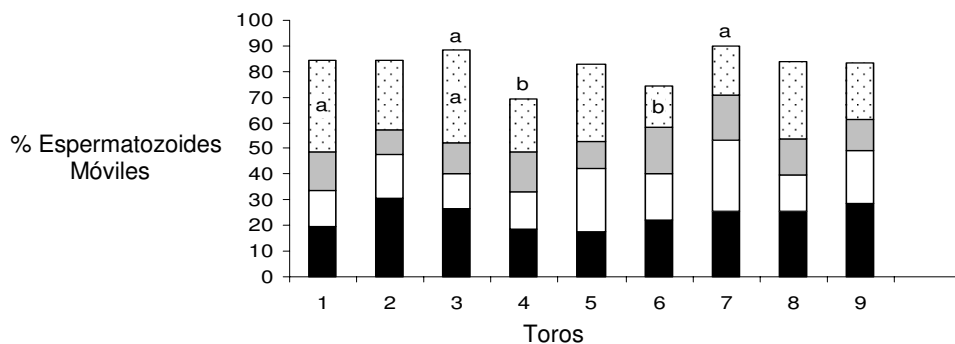
En un estudio reciente (Hoflack *et al.*, 2007) encontró diferencias en la motilidad valorada objetivamente y en los parámetros cinéticos entre toros Holstein y Azul Belga. Estos autores sugieren que un componente genético podría ser el responsable de la diferencias en motilidad entre ambas razas. Nuestros resultados también parecen corroborar dicha hipótesis, de una diferencia genética entre toros Asturiano de los Valles y Holstein, aunque sería necesario evaluar mayor número de eyaculados.

Los resultados del presente estudio sugieren que la motilidad espermática subpoblacional de los eyaculados de los toros podría ser indicativa de su fertilidad *in vivo*. Nosotros no hemos podido valorar las posibles correlaciones matemáticas entre la existencia de las subpoblaciones espermáticas móviles y su fertilidad *in vivo*, puesto que la TNR recogida en campo, representa la fertilidad global de cada toro a lo largo del año que está siendo testado, y no disponemos de la fertilidad de los eyaculados valorados en este estudio. Sin embargo, la diferencia de 10,6 puntos en la TNR a los 90 días entre ambas razas, sugiere que la calidad del semen fresco, o el efecto directo de la congelación o ambas causas no tienen el mismo efecto en ambas razas. Por otro lado, la diferencia observada en la TNR entre ambas razas no puede estar relacionada con diferencias en la detección de celo o con otras prácticas de manejo, puesto que, todas las inseminaciones registradas para los toros Asturiano de los Valles y los Holstein fueron hechas en novillas primíparas de raza Holstein (datos facilitados por la Asociación Asturiana para el control lechero (ASCOL), 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hoflack, G., Opsomer, G., Rijsselaere, T., Van Soom, A., Maes, D., De Kruijff, A., Duchateau, L. 2007. Comparison of computer-assisted sperm motility analysis parameters in semen from Belgian Blue and Holstein-Friesian Bulls. *Reprod Dom Anim* 42: 153-161.

A) Eyaculados Holstein



B) Eyaculados Asturianos de los Valles

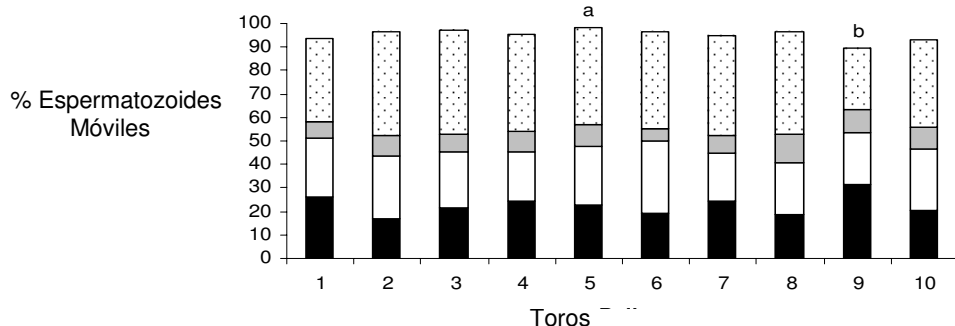


Figura 1. Frecuencia relativa de la distribución de espermatozoides móviles dentro de cada subpoblación (subpoblación 1: columnas negras, 2: columnas blancas, 3: columnas grises, 4: columna punteada). Letras diferentes (a, b) dentro de las columnas indican diferencias significativas dentro de las subpoblaciones entre toros. Letras (a, b) encima de las columnas indican diferencias significativas entre los toros en la motilidad espermática total.

KINETIC DIFFERENCES IN SPERM FROM HOLSTEIN AND ASTURIANA DE LOS VALLES BULLS

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the motile sperm subpopulational structure in fresh and frozen-thawed semen from dairy (Holstein, n= 9) and beef bulls (Asturiana de los Valles, n=10) which were known to have different field fertility (90 day non-return rates: 57.0 vs. 67.6%). The overall sperm motility and the kinematic parameters of individual spermatozoa were evaluated in fresh semen and after 0 and 2 h post-thawing. A multivariate clustering procedure separated 30,397 motile spermatozoa into 4 subpopulations with different motility patterns: subpopulation 1 showed medium velocity and high progressiveness, subpopulation 2 included spermatozoa with high velocity but non progressive trajectory, subpopulation 3 represented slowly motile and non progressive sperm, and subpopulation 4 included very rapid and highly progressive sperm. The kinetic parameters defining the four subpopulations, and the spermatozoa distribution frequency within them significantly differed between breeds. Fresh and frozen-thawed semen samples from Asturiana de los Valles bulls showed higher proportion of spermatozoa in the most rapid and progressive sperm subpopulation (36.2 vs. 21.3%) whereas those from Holstein bulls showed a higher percentage of spermatozoa in the subpopulation of poorly motile and non progressive sperm (35.7 vs. 13.0%).

Keywords: Kinetic parameters, breed, motility, cryopreservation.

EFFECTO DEL DILUYENTE, DEL TIEMPO Y DE LA ALTURA DE CONGELACIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN CRIOCONSERVADO DE MACHOS CABRÍOS

Tomás, C., Blanch, E. y Mocé, E.

CITA-IVIA. Apdo. 187. 12400-Segorbe (Castellón). España.

E-mail: moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

Para la crioconservación del semen de los machos cabríos se han descrito varios diluyentes y protocolos de congelación (revisado por Leboeuf et al., 2000; Purdy, 2006). Los diluyentes más utilizados son aquellos compuestos por leche descremada (SM) y/o yema de huevo (EY), y que incluyen glicerol como crioprotector permeable. Por otra parte, y debido a las características que presenta el plasma seminal (PS) en esta especie, los protocolos pueden requerir la eliminación del PS (al utilizar diluyentes con SM o con niveles elevados de EY) o no (si se utilizan diluyentes con 1,5-2 % de EY; Ritar y Salamon, 1982). Además, la concentración óptima de glicerol se encuentra entre 4 y 7 % (Leboeuf et al., 2000), y la altura y el tiempo de congelación óptimos cuando se utilizan cajas de poliestireno expandido varía entre 3 y 5 cm sobre la superficie del nitrógeno líquido durante 4-5 minutos a 7-8 minutos (revisado por Leboeuf et al., 2000; Purdy, 2006).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tipo de diluyente, tiempo de congelación y altura de congelación sobre la superficie del nitrógeno líquido en la calidad del semen congelado-descongelado de machos cabríos de la raza Murciano-Granadina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los reactivos fueron adquiridos en Sigma-Aldrich (Madrid, España), excepto el yoduro de propidio (PI) y el SYBR-14, que fueron adquiridos en Invitrogen (Barcelona, España). El diluyente base utilizado fue el Tris- cítrico- glucosa (TCG; Mocé y Graham, 2006). Para la evaluación de las muestras se utilizó el diluyente TCG suplementado con albúmina sérica bovina (BSA 0,6%; p/v). Para la congelación se utilizaron tres diluyentes (concentraciones finales): TCG-20 % yema de huevo (EY)- 4% glicerol (G), TCG- 20% EY- 7% G y TCG- 2% EY- 4% G. Cada uno de los diluyentes tenía dos partes: una sin glicerol para diluir el semen a 22 °C (medio I- MI) y otra con glicerol (con el doble de concentración; medio II- MII) que fue añadida al semen a 5 °C.

Los machos (n=7) pertenecían a la raza Murciano Granadina. El semen fue extraído con una vagina artificial según el protocolo descrito por Silvestre et al. (2004). En cada eyaculado se midió el volumen. La concentración se midió mediante un espectrofotómetro calibrado para caprino en una alícuota diluida (1/400; v/v) con una solución 0,9 % de cloruro sódico (p/v), y la motilidad se evaluó de forma subjetiva a 400 aumentos y 37 °C.

Cuando se utilizaron los diluyentes con 20% EY, el PS fue eliminado previamente a la dilución con MI. Este paso se omitió para el diluyente con 2% EY. Para eliminar el PS, los eyaculados fueron diluidos con TCG (hasta 10 mL), y centrifugados a 22 °C, 500xg, 15 minutos (min). El sobrenadante fue eliminado, el pellet fue resuspendido en 10 mL de TCG y centrifugado en las mismas condiciones. Después el pellet fue resuspendido y se calculó la concentración. Ésta fue ajustada a 200×10^5 espermatozoides/mL con MI, y los tubos se colocaron en un vaso de precipitados con 80 mL de agua a 22 °C, siendo enfriados en una cámara a 5 °C durante 2 horas. Cada muestra fue después diluida (1:1; v/v) con su correspondiente MII atemperado a 5 °C, se equilibraron durante 15 min, y se envasaron en pajuelas de 0,5 mL que se sellaron con PVA. Las pajuelas se congelaron en una caja de poliestireno expandido, sobre el nivel del nitrógeno líquido (altura diferente según el experimento) durante 5 o 10 min, y posteriormente éstas fueron almacenadas en nitrógeno líquido (LN). La descongelación se realizó en baño de agua a 38 °C durante 30 segundos.

En el semen congelado-descongelado, se determinó la integridad de la membrana plasmática mediante tinción dual SYBR14-PI, con un citómetro de flujo Coulter Epics XL-MCL (Beckman Coulter Inc., Miami, FL, EEUU) con un láser argón de 488 nm, según el protocolo descrito por Purdy y Graham (2004). Por otra parte, la motilidad individual se evaluó en una alícuota diluida a una concentración de 15×10^5 espermatozoides/mL con TCG-BSA, mediante un sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis system; ISAS versión 1.0.17, Proiser, Valencia, España). Para cada análisis se depositaron 5 µL de la

muestra sobre una cámara Makler atemperada a 39 °C y se analizaron un mínimo de 200 espermatozoides.

En el primer experimento, se evaluó el efecto del diluyente (TCG- 20% EY y 4 ó 7% G o TCG- 2% EY- 4% G) y del tiempo de congelación (5 ó 10 min) sobre la superficie del LN (4,5 cm) en la calidad del semen criopreservado. Se utilizaron un total de 6 eyaculados.

En el experimento 2, partimos del protocolo con el que se obtuvieron mejores resultados en el experimento previo (TCG- 20% EY- 4% glicerol, 10 min de congelación), y para cada eyaculado (n=6) se utilizaron distintas alturas de congelación (desde 3 a 8 cm).

Los datos fueron analizados con el programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU) usando un modelo mixto en el que se incluyó el macho como efecto aleatorio. El ajuste Tukey-Kramer se utilizó para evaluar las diferencias entre medias ($P < 0,05$). Para el análisis de espermatozoides móviles totales, móviles progresivos y vivos (membrana plasmática intacta), el diluyente y el tiempo de congelación fueron incluidos como efectos fijos en el experimento 1, ya que su interacción no fue significativa, mientras que en el experimento 2 la altura de congelación fue incluida como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los eyaculados utilizados presentaron un volumen medio de 1,2 mL, una concentración media de 3187×10^6 espermatozoides/mL y 89% de espermatozoides móviles.

Los mejores resultados tras la descongelación se obtuvieron con el diluyente TCG- 20% EY- 4% G (Tabla 1), lo que corrobora resultados previos (Kozdrowski et al., 2007). El mecanismo protector de la yema de huevo reside en sus fosfolípidos y componentes lipoproteicos de baja densidad (Medeiros et al., 2002), y es posible que a bajos niveles de yema este mecanismo protector no actúe adecuadamente. No obstante, los efectos negativos del PS no pueden ser descartados aún cuando se usan bajos niveles de yema, ya que la composición del PS puede variar a lo largo del año y esto puede provocar cambios en la congelabilidad dependiendo de la estación (Cabrera et al., 2005). Es posible que el PS contenga otros factores perjudiciales, aparte de las enzimas que hidrolizan los componentes de la EY y la SM, que también serían eliminados mediante el lavado (Cabrera et al., 2005). Por otra parte, el nivel de glicerol también es importante, ya que de los dos diluyentes con 20% EY, los mejores resultados se observaron cuando éste se utilizó al 4%. Estos resultados corroboran los obtenidos por Ritar y Salamon (1982) con niveles más bajos de EY, quienes observaron mejores resultados al utilizar 4% de glicerol que 2,5 ó 5,5%.

Por otra parte, observamos mejores resultados post-descongelación cuando las pajuelas de 0,5 mL fueron congeladas durante 10 min que durante 5 min, independientemente del diluyente (Tabla 1). Estos resultados fueron inesperados, ya que se han utilizado 5 min en protocolos de congelación para esta especie (Leboeuf et al., 2000). Es posible que 5 min no sean suficientes para las pajuelas de 0,5 mL, aunque sí sea un tiempo adecuado para las pajuelas de 0,25 mL. No obstante, nuestros resultados contrastan con los de otros autores, que obtuvieron buenos resultados post-descongelación (31-54% de espermatozoides móviles) con pajuelas de 0,5 mL congeladas durante 4,5 min a 4 cm del nitrógeno líquido (Gravance et al., 1997). Quizás estas diferencias entre trabajos sean debidas a las razas utilizadas. Con respecto a la altura de congelación, ésta no tiene gran influencia sobre los resultados obtenidos, cuando las pajuelas son congeladas durante 10 min (Tabla 2). Es probable que la altura a la que las pajuelas son congeladas tenga mayor importancia para menores tiempos de congelación, aunque esta hipótesis debería ser estudiada en futuros trabajos.

En conclusión, la calidad *in vitro* del semen congelado de los machos cabríos de la raza Murciano-Granadina es más elevada cuando se utiliza un diluyente TCG- 20% EY- 4% glicerol que cuando se utiliza un 7% de glicerol o un 2% EY. Además, la calidad del semen mejoró cuando las pajuelas de 0,5 mL fueron congeladas durante 10 min, mientras que a este tiempo la altura de congelación no tuvo ningún efecto sobre los parámetros de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabrera, F., González, F., Batista, M., Calero, P., Medrano, A., Gracia, A. 2005. *Reprod Dom Anim* 40: 191-195. • Gravance C.G., White, C., Robertson, K.R., Champion, Z.J., Casey, P.J. 1997. *Anim Reprod Sci* 49: 37-43. • Kozdrowski, R., Dubiel, A., Bielas, W., Dzięcioł, M. 2007. *Acta Vet Brno* 76: 601-604. • Leboeuf, B., Restall, B., Salamon, S. 2000.

Anim Reprod Sci 62: 113-141. • Medeiros, C.M.O., Forell, F., Oliveira, A.T.D., Rodrigues, J.L. 2002. *Theriogenology* 57: 327-344. • Mocé, E., Graham, J.K. 2006. *J Anim Sci* 84: 826-833. • Purdy, P.H. 2006. *Small Rumin Res* 63: 215-225. • Purdy, P.H., Graham, J.K. 2004. *Cryobiology* 48: 36-45. • Ritar, A.J., Salamon, S. 1982. *Aust J Biol Sci* 35: 305-312. • Silvestre, M.A., Salvador, I., Sanchez, J.P., Gómez, E.A. 2004. *J Anim Sci* 82: 1641-1645.

Agradecimientos: a J. Bernacer por la extracción del semen y a AMURVAL por los animales. Agradecemos la financiación del MICINN (C. Tomás, FPI Ref. BES-2007-17063; Madrid), CAPA (E. Blanch, CAPA, DOGV5324; Valencia) e INIA-CCAA cofinanciado por el Fondo Social Europeo (E. Mocé). E. Mocé está en la actualidad contratada mediante fondos del Subprograma Ramón y Cajal del MICINN (ref. RYC-2010-06162; Madrid).

Tabla 1. Calidad del semen congelado de machos cabríos congelados con distintos diluyentes y durante 5 ó 10 min a 4,5 cm de la superficie del nitrógeno líquido (n=6)

	Móviles totales (%)		Móviles progresivos (%)		Vivos (%)	
	l.s.m.	e.e.	l.s.m.	e.e.	l.s.m.	e.e.
Diluyente						
20 % yema, 4 % gli	15,7 ^a	2,0	9,9 ^a	1,3	15,2 ^a	2,2
20 % yema, 7 % gli	8,3 ^b	2,0	4,8 ^b	1,3	9,7 ^b	2,2
2 % yema, 4 % gli	6,8 ^b	2,0	3,3 ^b	1,3	8,4 ^b	2,2
Tiempo						
5 min	3,1 ^b	1,8	1,7 ^b	1,2	2,6 ^b	2,1
10 min	17,4 ^a	1,8	10,3 ^a	1,2	19,7 ^a	2,1

gli: glicerol; l.s.m.: medias por mínimos cuadrados; e.e.: error estándar; ^{a, b}: dentro de la misma columna y para cada efecto, indican diferencias (P < 0,05).

Tabla 2. Calidad del semen congelado de machos cabríos congelados a distintas alturas de la superficie del nitrógeno líquido durante 10 minutos (n=6)

Altura de congelación (cm)	Móviles totales (%)		Móviles progresivos (%)		Vivos (%)	
	l.s.m.	e.e.	l.s.m.	e.e.	l.s.m.	e.e.
3	58,7	9,6	44,7	8,9	44,0	8,1
4,5	50,2	9,6	37,7	8,9	45,1	8,1
5	55,9	9,6	41,4	8,9	43,4	8,1
6	45,7	9,6	32,9	8,9	43,5	8,1
8	47,2	9,6	31,4	8,9	42,1	8,1

l.s.m.: medias por mínimos cuadrados; e.e.: error estándar.

EFFECT OF FREEZING EXTENDER, FREEZING TIME AND HEIGHT ABOVE THE LIQUID NITROGEN LEVEL ON THE QUALITY OF CRYOPRESERVED BUCK SEMEN

ABSTRACT: Several freezing extenders and protocols have been described for buck semen. The objective of this study was to determine the effect of freezing extender, freezing time and height above the liquid nitrogen (LN) level for buck sperm cryopreservation. In the first experiment, three freezing extenders were compared (two with 20% egg-yolk (EY) and 4 or 7% glycerol, and one with 2% EY and 4% glycerol), and two freezing times (5 or 10 min, 4.5 cm above LN) for 0.5 mL straws. The best results were obtained for the freezing extender containing 20% EY and 4% glycerol, and the best freezing time was 10 min, irrespective of the freezing extender used. In the second experiment, the effect of the height above LN level (from 3 to 8 cm) of 0.5 mL straws frozen for 10 min with an extender containing 20% EY and 4% glycerol on buck sperm quality after thawing was studied. The height did not affect buck sperm quality (total motile sperm varied from 47.2 to 58.7% and live sperm from 42.1 to 44.7 % for the heights studied). In conclusion, the samples frozen with an extender containing 20% EY and 4% glycerol exhibited the highest quality after thawing, and 0.5 mL straws should be frozen during 10 min to achieve optimal results, while for this freezing time the height above the liquid nitrogen level (from 3 to 8 cm) slightly affected the results obtained.

Keywords: goat, freezing extender, freezing protocol.

INFLUENCIA DE *MYCOPLASMA AGALACTIAE* Y *MYCOPLASMA MYCOIDES* SUBSP. *CAPRI* EN LA VIABILIDAD Y MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN DOSIS SEMINALES DE MACHO CABRÍO

Gómez-Martín, A¹., Uc, N¹., Gadea, J.², De Ondiz, A.², Vieira, LA.², Amores, J.¹, Rabal, F³. y De la Fe, C¹.

¹Grupo de Investigación Sanidad de Rumiantes. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30100 Murcia. España. E-mail: cdelafe@um.es

²Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30100 Murcia. España.

³ACRIMUR, Centro de Selección y Mejora Genética de la Raza Murciano-Granadina. Lorca. Murcia. España.

INTRODUCCIÓN

Mycoplasma (M) agalactiae y *M. mycoides* subsp. *capri* (Mmc) son las principales especies de micoplasma asociadas al síndrome de agalaxia contagiosa (AC) (De la Fe et al., 2010). Pese a la falta de datos existentes en referencia al papel epidemiológico desempeñado por los sementales caprinos, en los últimos años se ha podido constatar la presencia de portadores auriculares asintomáticos serológicamente negativos en los que además se ha podido describir en algunos casos la presencia de forma natural de Mmc en el aparato genitourinario masculino (Mmc) o la excreción de *M. agalactiae* en muestras de semen (Gómez-Martín et al 2008; De la Fe et al., 2009).

La capacidad de algunas especies de micoplasmas para ser vehiculados a través del semen es un hecho previamente descrito en otras especies como el bovino o el equino e incluso se ha determinado igualmente su presencia en la especie humana. En estos trabajos, se ha estudiado el efecto que ejercen los micoplasmas sobre diversos parámetros espermáticos tales como la viabilidad, la morfología o la motilidad espermática (Reichart et al., 2001; Sylla et al., 2005; Spergser et al., 2002). Sin embargo, no se han realizado estudios similares en la especie caprina.

Ante la importancia que desempeñan los sementales caprinos en los esquemas de mejora genética de muchas razas selectas mediante el empleo de la inseminación artificial con semen fresco, es necesario estudiar el efecto sobre la calidad espermática de las especies de micoplasma que afectan al ganado caprino previamente mencionadas (*M. agalactiae* y Mmc). El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de la presencia de *M. agalactiae* y Mmc sobre la viabilidad y motilidad espermática en dosis seminales de machos caprinos tras la inoculación experimental.

MATERIAL Y METODOS

Para este estudio se han utilizado un total de 12 eyaculados recuperados de 10 sementales de raza Murciano-Granadina. Cada uno de los eyaculados fueron obtenidos mediante la utilización de vagina artificial y fueron diluidos en un medio preparado a base de leche desnatada hasta alcanzar la concentración final de 200 millones de espermatozoides/mL, fueron enfriados de forma progresiva y se mantuvieron a 4 °C hasta 10 minutos antes de su inoculación experimental, momento en el cual se colocaron a temperatura ambiente. En ese momento, se preparó un pool con muestras seminales de varios animales y tras homogeneizar, se procedió a distribuir en eppendorf estériles 3 alícuotas de 1,5 ml. Una alícuota fue inoculada con 10⁷ UFC/ml (40µl) de *M. agalactiae* (cepa PG2), otra alícuota con 10⁷ UFC/ml (40µl) de Mmc (cepa Y-goat) y a la tercera alícuota se añadió 40 µl de medio de cultivo de micoplasmas (Kirchhoff y Rosengarten, 1984), sirviendo de control.

Las muestras fueron incubadas a 37 °C, temperatura ideal para el crecimiento de estos microorganismos utilizando un bloque calefactor (Eppendorf). Tras 30 minutos de incubación, se procedió a evaluar la viabilidad espermática mediante tinción de eosina-negrosina y los parámetros de motilidad mediante un sistema CASA (ISAS, Proiser, Valencia, España) en los siguientes tiempos: 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 150 minutos. Durante el experimento, también se procedió a medir el pH de cada una de las condiciones estudiadas en dichos tiempos. Todo este proceso fue realizado por triplicado. Se aplicó un análisis de varianza de una vía, siendo el tratamiento el factor principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La viabilidad espermática decreció significativamente a lo largo del estudio (Figura 1, $P < 0,05$) y de la misma forma para los tres tratamientos analizados (control, cepa PG2 y cepa Y-goat). La presencia de micoplasmas produjo una reducción moderada pero significativa de la viabilidad ($P=0,03$) comparada con la del grupo control, sin diferencias significativas entre ambos tipos de micoplasmas. Del mismo modo, la presencia de micoplasmas produjo una reducción de las motilidades totales y progresivas espermáticas así como de los parámetros de motilidad VCL y ALH siendo este efecto más marcado en el semen inoculado con la cepa Y-goat de Mmc (Tabla 1).

En este sentido, Sylla et al., (2005) observaron que la presencia de Mmc en muestras de semen bovino estaba asociado con descensos en la motilidad espermática aunque otros trabajos similares realizados con otras especies de micoplasma como *M. hominis* apenas han evidenciado un ligero efecto a corto plazo en la viabilidad espermática (Díaz-García et al., 2006). Para algunos autores, la capacidad de adhesión espermática y la producción de metabolitos citotóxicos por parte de algunas especies de micoplasma influyen significativamente en la calidad espermática (Sylla et al., 2005; Díaz-García et al., 2006). También pudimos observar como el pH resultante de la mezcla de los tres inóculos y las dosis seminales se estabilizó en torno a valores medios de 6 y 6,25 a partir de los 60 minutos de experiencia. En estas condiciones de aerobiosis y pH ácido, en que la actividad espermática depende de la fosforilación oxidativa mitocondrial, estudios similares han observado una inhibición de la actividad espermática de entre el 8% y el 25% debidas a la competencia de *Ureaplasma urealyticum* por la producción energética mitocondrial reduciéndose la viabilidad y motilidad espermática (Reichart et al., 2001).

Estos datos, suponen la primera evidencia de que la presencia de *M. agalactiae* y Mmc pueden producir efectos nocivos sobre la viabilidad y motilidad espermática en muestras seminales de macho cabrío. Estudios posteriores deberán ser realizados para comprender el proceso de alteración espermática ejercido por los micoplasmas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De La Fe, C., Amores J., Martín AG., Sánchez A., Contreras A., Corrales, J.C. 2009. *Theriogenology* 72: 1278-1281
- De la Fe, C., Gómez Martín, A., Amores, J., Corrales, J.C., Sánchez, A., Poveda, J.B., Contreras, A. 2010. *Vet J* 186: 113-115.
- Díaz-García, F.J., Herrera-Mendoza, A.P., Giono-Cerezo, S., Guerra-Infante, F.M., 2006. *Hum Reprod* 21: 1591-8.
- Gómez Martín, A., Corrales, J.C., Sánchez, A., Amores, J., Martínez-Parra, J., Contreras, A., De La Fe, C. 2008. *Producción ovina y caprina* 29: 318-323.
- Kirchhoff, H., Rosengarten, R. 1984 *J Gen Microbiol* 130: 2439-2445.
- Reichart, M., Levi, H., Kahane, I., Bartoov, B. 2001. *J Androl* 22: 404-412.
- Spergser, J., Aurich, C., Aurich, J.E., Rosengarten, R. 2002. *Vet Microbiol* 87: 119-29.
- Sylla, L., Stradaoli, G., Manuali, E., Rota, A., Zelli, R., Vincenti, L., Monaci, M. 2005. *Anim Reprod Sci* 85: 81-93.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Fundación SENECA, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (Proyecto número 11785/PI/09). Ángel Gómez-Martín disfruta de una beca predoctoral FPU de la Universidad de Murcia.

Figura 1: Viabilidad espermática a lo largo del tiempo en las tres condiciones estudiadas.

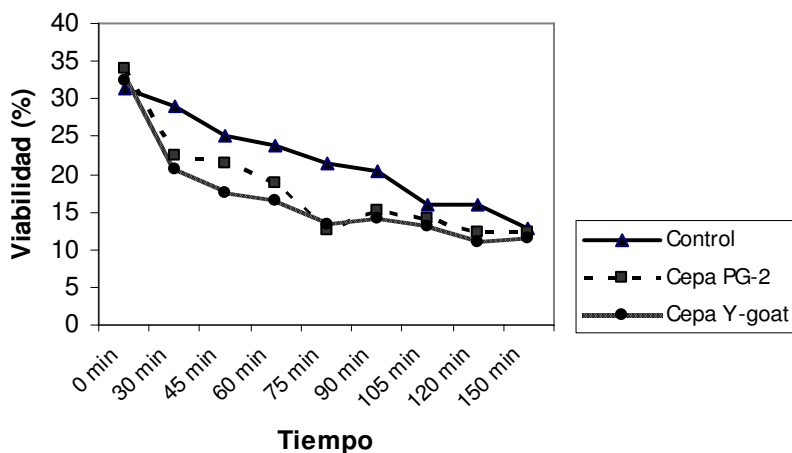


Tabla 1: Porcentajes medios obtenidos de los diferentes parámetros de motilidad analizados por el sistema CASA.

Grupo	MOTIL	MOTi PR	VCL	VSL	VAP	LIN	STR	WOB	ALH	BCF
Control	34,29 (±2,25 ^a)	26,8 (±1,9 ^a)	111,65 (±3,56 ^a)	69,24 (±2,97)	78,46 (±3,03)	57,65 (±1,2)	81,39 (±0,83)	68,76 (±0,91)	2,05 (±0,04 ^a)	19,03 (±0,53)
PG	28,11 (±2,2 ^b)	22,1 (±2,0 ^{ab})	108,38 (±3,58 ^{ab})	65,9 (±3)	75,3 (±3,09)	56,23 (±1,09)	80,68 (±0,78)	67,76 (±0,84)	2,08 (±0,05 ^a)	18,37 (±0,56)
Y	27,49 (±3,03 ^b)	20,8 (±2,4 ^b)	99,09 (±4,14 ^b)	60,65 (±3,94)	69,85 (±4,02)	55,55 (±1,83)	79,27 (±1,54)	67,95 (±1,29)	1,88 (±0,04 ^b)	17,61 (±0,78)

VCL: *velocidad curvilínea*, VSL: *velocidad rectilínea*, VAP: *velocidad media*, LIN: índice de linealidad (VSL/VCL), STR: *índice de rectitud* (VSL/VAP), WOB: *índice de oscilación* (VAP/VCL), ALH: *amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza*, BCF: *frecuencia de cruces*.

^{a,b} Diferencias significativas entre los valores de la misma columna (P<0,05).

INFLUENCE OF *MYCOPLASMA AGALACTIAE* AND *MYCOPLASMA MYCOIDES* SUBSP. *CAPRI* IN SPERM VIABILITY AND MOTILITY FROM FRESH GOAT BUCK SEMEN SAMPLES

ABSTRACT: This study was designed to study the influence of *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri* in goat buck semen quality. Fresh goat buck semen samples were experimentally inoculated with both mycoplasma species and subjected to 37 °C. After 30 minutes of incubation, viability and motility were determined at storage times (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 150 minutes). Our findings reveal a harmful effect of both mycoplasma species in both parameters of semen quality (motility and viability) in comparison with the control group under the conditions examined (2.5 h).

Keywords: *M. agalactiae*, *M. mycoides* subsp. *capri*, fresh semen, viability, motility.

VIABILIDAD DE *MYCOPLASMA AGALACTIAE* Y *MYCOPLASMA MYCOIDES* SUBSP. *CAPRI* EN DOSIS SEMINALES DE MACHO CABRÍO

Gómez-Martín, A.¹, Gadea, J.², Rabal, F.³, De Ondiz, A.², Vieira L.A.², Sánchez, A.¹ y De la Fe, C.¹

¹Grupo de Investigación Sanidad de Rumiantes. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30100 Murcia. España. E-mail: cdeafe@um.es

²Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30100 Murcia. España

³ACRIMUR, Centro de Selección y Mejora Genética de la Raza Murciano-Granadina. Lorca. Murcia. España.

INTRODUCCIÓN

Entre las enfermedades infecto-contagiosas que afectan de forma endémica a la cabaña caprina española, la agalaxia contagiosa (AC) es una de las enfermedades con mayor repercusión socio-económica ocasionando pérdidas directas e indirectas difícilmente evaluables (Corrales et al., 2007). En la actualidad, muchos aspectos relacionados con la epidemiología de la enfermedad permanecen sin aclarar, incluyendo entre ellos, el papel real que pueden desempeñar los sementales en la transmisión y mantenimiento de la enfermedad en los colectivos caprinos.

Diversos trabajos realizados en los últimos años han demostrado la presencia de un número elevado de sementales caprinos que son portadores auriculares de *Mycoplasma* (*M.*) *agalactiae* y *M. mycoides* subsp. *capri* (Mmc) y no presentan síntomas de enfermedad (portadores asintomáticos) (De la Fe et al., 2010). Además, la mayor parte de estos portadores eran serológicamente negativos, un factor previamente observado sólo en algunos colectivos de cabras estudiadas (De la Fe et al., 2005).

En todos estos animales portadores asintomáticos ha podido constatarse la presencia de ambas especies de micoplasma en diversas localizaciones orgánicas internas que han sido sometidos a un estudio microbiológico completo (Gómez-Martín et al., 2008). En este sentido, estudios posteriores confirmaron la presencia de micoplasmas en el aparato respiratorio y en el aparato genito-urinario de varios de los sementales infectados (De la Fe et al., 2010), y la primera descripción de *M. agalactiae* en el semen de varios animales infectados de modo natural (De la Fe et al., 2009). Estos datos confirman la difusión de estos microorganismos en otras localizaciones anatómicas del animal, un hecho importante a la hora de considerar su posible participación en la transmisión.

Todos los datos obtenidos, parecen sugerir la posibilidad real de la participación de los sementales en la transmisión de la enfermedad a través de la eliminación de estos microorganismos en diferentes secreciones, incluyendo la muestra de semen, lo cual podría tener una repercusión importante en la difusión de la enfermedad. El primer paso para confirmar esta hipótesis y valorar la posible importancia de la vía seminal es estudiar el comportamiento de estas bacterias en el semen, al objeto de evaluar su supervivencia en el mismo. El presente trabajo evalúa la viabilidad de *M. agalactiae* y Mmc en muestras de dosis seminales de machos cabríos inoculadas experimentalmente con ambas especies de micoplasma.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio se han empleado un total de 7 eyaculados obtenidos de 5 sementales de raza Murciano-Granadina. Cada uno de los eyaculados fueron obtenidos mediante la utilización de vagina artificial y fueron diluidos en un medio preparado a base de leche desnatada hasta alcanzar la concentración final de 200 millones de espermatozoides/mL, fueron enfriados de forma progresiva y se mantuvieron a 4 °C hasta 10 minutos antes de su inoculación experimental, momento en el cual se colocaron a temperatura ambiente. En ese momento, se preparó un pool con muestras seminales de varios animales y tras homogeneizar, se procedió a distribuir en eppendorf estériles 3 alícuotas de 1,5 ml. Una alícuota fue inoculada con 10⁷ UFC/ml (40 µl) de *M. agalactiae* (cepa PG2), otra alícuota con 10⁷ UFC/ml (40 µl) de Mmc (cepa Y-goat) y a la tercera alícuota se añadió 40 µl de medio de

cultivo de micoplasmas (Kirchhoff y Rosengarten, 1984), sirviendo de control. El volumen restante se destinó a la realización de los controles microbiológicos (inoculación en agar sangre y medio específico para micoplasmas, extracción de ADN y detección por PCR de *Mycoplasma* spp.).

Las tres alícuotas fueron incubadas a 37°C, temperatura ideal para el crecimiento de estos microorganismos utilizando un bloque calefactor (Eppendorf). Se procedió a cuantificar la presencia de micoplasmas en cada alícuota en los siguientes tiempos: 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 150 minutos, realizándose igualmente la determinación del pH. Para la cuantificación se utilizó el método de dilución seriada descrito por Albers y Fletcher (1982), utilizando placas de microtitulación y medio para micoplasmas en agar (Kirchhoff y Rosengarten, 1984) a partir de 50 µl de cada muestra de semen y por duplicado. Las placas se incubaron un total de 48 horas a 37°C, en atmósfera húmeda y 5% de CO₂. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente con posterioridad, evaluándose el efecto del tratamiento, del tiempo y la interacción de ambos (SAS). Todo este procedimiento fue repetido en tres ensayos diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuantificación de los micoplasmas permitió realizar la curva de viabilidad de cada especie a lo largo del tiempo (Figura 1). En el caso de *M. agalactiae*, observamos un descenso significativo en su concentración ($P < 0,05$) a partir de los 30 minutos de ensayo (de 7,94 a 7,38 log UFC/ml), mientras que en el caso de Mmc, el descenso comienza a ser significativo a partir de los 45 minutos (de 7,72 a 6,99 log UFC/ml). Este descenso inicial en la concentración bacteriana podría deberse a la reducción del pH del medio en el que se desarrolla el estudio, ya que el medio de cultivo de micoplasma presenta pH 7,4 y el de la dosis seminal pH 6,0. Este hecho, podría originar la muerte de las poblaciones bacterianas menos adaptadas a dichos cambios, dada la sensibilidad de estos microorganismos carentes de pared celular a los cambios externos del medio y a la acidificación del mismo (Howard y Gourlay, 1978).

Posteriormente, se observó la estabilización de la concentración de ambos microorganismos a lo largo del tiempo y hasta la finalización del ensayo, oscilando la misma entre 6,95 y 7,10 log UFC/ml en el caso de Mmc, y entre 7,04 y 7,124 log UFC/ml en el caso de *M. agalactiae*. En este sentido, este periodo se caracteriza por la estabilización del pH en ambos casos, oscilando los valores entre 6 y 6,25 a partir de los 60 minutos. Es interesante mencionar que los valores de pH registrados en la muestra control son similares a los observados en las muestras inoculadas lo que parece sugerir que la presencia de ambos microorganismos no produce cambios en el pH extracelular como consecuencia del metabolismo microbiano.

No obstante, a pesar del descenso significativo en la concentración de ambas especies, los resultados confirman que *M. agalactiae* o Mmc podrían mantenerse viables y en altas concentraciones en muestras de semen caprino fresco durante al menos 2 horas y media tras la preparación de la dosis seminal. Esto puede sugerir que si en las muestras seminales están presentes los micoplasmas podrían mantenerse viables en concentraciones similares en la dosis seminal por lo que las repercusiones de este posible fenómeno deben ser estudiadas en profundidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albers, C.A., Fletcher, R.D., 1982. *Appl Environ. Microbiol* 43: 958-960
- Corrales, J.C., Esnal, A, De La Fe, C, Sánchez, A, Assunção, P, Poveda, J.B., Contreras, A. 2007. *Small Rum Res* 68: 154–166.
- De La Fe, C., Assunção P., Rosales, R.S., Antunes, T., Poveda, J.B. 2005. *Vet J* 170: 257-259.
- De La Fe, C., Amores J., Martín AG., Sánchez A., Contreras A., Corrales, J.C. 2009. *Theriogenology* 72: 1278-1281
- De la Fe, C., Gómez Martín, A., Amores, J., Corrales, J.C., Sánchez, A., Poveda, J.B., Contreras, A. 2010. *Vet J* 186: 113-115.
- Gómez-Martín, A., Corrales, J.C., Sánchez, A., Amores, J., Martínez-Parra, J., Contreras, A., De La Fe, C. 2008. *Producción ovina y caprina* 29: 318-323.
- Howard,

C.J., Gourlay, R.N. 1978. *Sci Prog Oxf* 65: 313-329 • Kirchoff, H., Rosengarten, R. 1984 *J Gen Microbiol* 130: 2439-2445 •

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Fundación SENECA, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (Proyecto número 11785/PI/09). Ángel Gómez-Martín disfruta de una beca predoctoral FPU de la Universidad de Murcia.

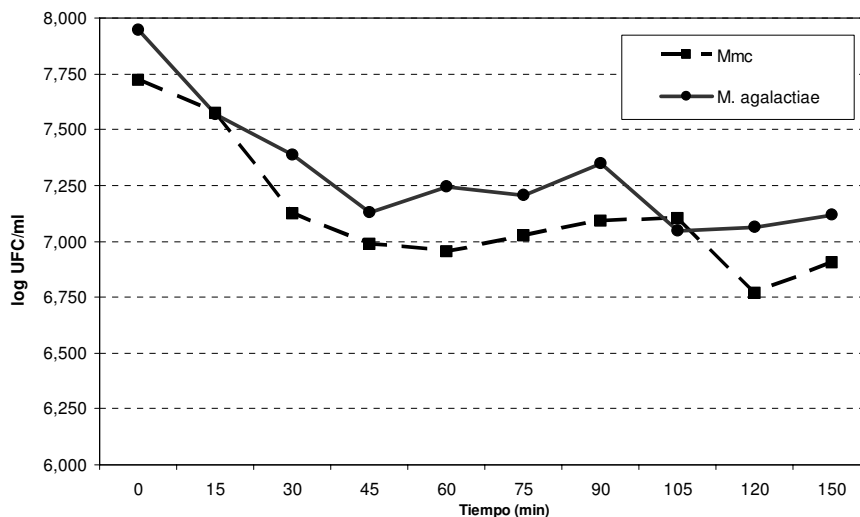


Figura 1. Valores medios del logaritmo de la concentración de micoplasmas (UFC/ml) en función de la especie y el tiempo en dosis seminales de machos cabríos

VIABILITY OF *MYCOPLASMA AGALACTIAE* AND *MYCOPLASMA MYCOIDES* SUBSP. *CAPRI* IN FRESH GOAT BUCK SEMEN SAMPLES

ABSTRACT: This study was designed to determinate the viability of *Mycoplasma agalactiae* (Ma) and *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri* (Mmc), the two species most frequently involved in contagious agalactia, in seminal doses from goat bucks. Samples were inoculated and maintained at 37 °C. After 30 minutes of incubation, a total of 24 determinations were conducted for each mycoplasma species and storage times (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 150 minutes). Our findings reveal an initial and significant decrease in the UFC/ml of both mycoplasma species during the first 30 minutes for Ma (7,94 to 7,38log UFC/ml) and 45 minutes for Mmc (7,72 to 6,99 log UFC/ml) followed by a period time of sustained viability of *M. agalactiae* and Mmc under the conditions examined (2.5 h).

Keywords: *M. agalactiae*, *M. mycoides* susp. *capri*, fresh semen, viability.



CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2010-11-12

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	* MEJORA GENÉTICA VEGETAL	4 Oct. 10/10 Jun. 11	Zaragoza	IAMZ/UdL
	* OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	26 Sep. 11/31 Mayo 12	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/ INIA/IAMZ
	USO DE LA TELEDETECCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIEGO	21-26 Nov. 11	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto Telerieg
	PRODUCCIÓN DE MEDICAMENTOS A PARTIR DE PLANTAS	16-20 Ene. 12	Zaragoza	IAMZ
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	20 Feb./2 Mar. 12	Barcelona	IAMZ/IRTA/CRAG
	GESTIÓN DE MALAS HIERBAS EN LA AGRICULTURA ACTUAL	16-20 Abr. 12	Zaragoza	IAMZ/EWRS/SEMh/ IWSS
PRODUCCIÓN ANIMAL	PRODUCCIÓN CAPRINA	15-26 Nov. 10	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS ANIMALES	17-21 Ene. 11	Zaragoza	IAMZ/FAO
	APLICACIONES DE LA GENÓMICA EN MEJORA ANIMAL	21-25 Mar. 11	León	IAMZ/Univ. León
	PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN CLIMAS CÁLIDOS	9-14 Mayo 11	Zaragoza	IAMZ
	* NUTRICIÓN ANIMAL	3 Oct. 11/8 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA/ UPM
	* MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	3 Oct. 11/29 Jun. 12 Barcelona	Valencia/ IVIA/INIA/IRTA/	UPV/UAB/IAMZ/ AGROALIMED

(*) **Cursos de Especialización de Postgrado** del correspondiente Programa Master of Science (+marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 10-11; 12-13; 14-15
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 11-12; 13-14; 15-16
- NUTRICIÓN ANIMAL: 11-12; 13-14; 15-16
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 11-12; 13-14; 15-16
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 10-11; 12-13; 14-15
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 11-12; 13-14; 15-16
- ACUICULTURA: 10-11; 12-13; 14-15
- GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE: 11-12; 13-14; 15-16

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en unidades independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2011. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción, Marketing agroalimentario y Gestión pesquera sostenible finaliza el 4 de Mayo 2011. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente y Acuicultura finaliza el 4 de Mayo 2012. El Estado Español reconoce el título Master of Science del CIHEAM otorgado a través del IAMZ como equivalente al título oficial de Máster del sistema universitario español.

Los cursos de corta duración están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Libano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

No obstante, en algunos cursos coorganizados con otras instituciones pueden existir becas destinadas a candidatos de algunos países no miembros del CIHEAM. Se recomienda consultar el correspondiente apartado de becas en el folleto informativo que se edita específicamente para cada uno de los cursos programados.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	* PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	4 Oct. 10/10 Jun. 11	Zaragoza	IAMZ/UdL
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	7-18 Feb. 11	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RÍOS MEDITERRÁNEOS	19-24 Sep. 11	Zaragoza	IAMZ
	LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PERSPECTIVA DEL CAMBIO GLOBAL	13-17 Feb. 12	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto FUME
	SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ZONAS RURALES	19-23 Mar. 12	Zaragoza	IAMZ
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS GEOESPACIALES EN ESTUDIOS AMBIENTALES	11-22 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	MARKETING DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS	18-22 Oct. 10	Zaragoza	IAMZ
	INCORPORACIÓN DE LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LOS PLANES DE MARKETING	4-8 Abr. 11	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING PARA LOS PRODUCTORES AGRARIOS LOCALES	13-17 Jun. 11	Zaragoza	IAMZ
	* MARKETING AGROALIMENTARIO	3 Oct. 11/8 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ
	* ACUICULTURA	18 Oct. 10/31 Mayo 11	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
PESCA Y ACUICULTURA	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN MOLUSCOS BIVALVOS	27 Sep./1 Oct. 10	Santiago de Compostela	IAMZ/Univ. Santiago de Compostela/FAO
	CULTIVO DE ALGAS MARINAS: TÉCNICAS, USOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	22-26 Nov. 10	Zaragoza	IAMZ
	HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA EN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LA PESCA	14-18 Mar. 11	Zaragoza	IAMZ/FAO
	MONITORIZACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA	23-27 Mayo 11	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	* GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE	17 Oct. 11/15 Jun. 12	Alicante	UA/MARM/IAMZ
	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD DEL PESCADO Y DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	17-21 Oct. 11	Derio	IAMZ/AZTI-Tecnalia/FAO
	ANÁLISIS DEL RIESGO SANITARIO EN ACUICULTURA	12-16 Dic. 11	Zaragoza	IAMZ
	AVANCES EN REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	23-27 Ene. 12	Castellón	IAMZ/CSIC-IATS
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	14-18 Mayo 12	Zaragoza	IAMZ

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de solicitud de admisión pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Avenida de Montañana 1005, 50059 Zaragoza (España)
 Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

Tomo I (2011)

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

www.aida-itea.org

