

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

XVI JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

19 y 20 de mayo de 2015

Zaragoza

TOMO I

COLABORAN:

Gobierno de Aragón

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Regional

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) de Aragón

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA)

Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)



www.aida-itea.org

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título: XVI Jornadas sobre Producción Animal

Edita: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos: Autores

Colección: Congresos y Jornadas

Serie: Producción Animal

Editores:

Javier Álvarez Rodríguez
Begoña Panea Doblado
Jorge Hugo Calvo Lacosta
Mireia Blanco Alibés
Alfonso Abecia Martínez
Daniel Villalba Mata
M^a Ángeles Latorre Górriz

Secretario administrativo: Joaquín Moreno Miguel

Foto portada: Margalida Joy Torrens

XVI Jornadas sobre Producción Animal Tomo I	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN Tomo I: 978-84-606-7969-1 Depósito legal: Z-672-2015 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



PRÓLOGO

Una vez más, sed bienvenidos a las XVI Jornadas sobre Producción animal organizadas bienalmente por AIDA. Esperamos y deseamos que vuestra estancia en Zaragoza sea agradable y provechosa.

La importancia económica de la producción ganadera en España supone algo menos del 40% de la producción final agraria. En los próximos años, el sector agrario se enfrenta a la aplicación de la reforma de la Política Agraria Común (2015-2020), que introduce un nuevo pago por prácticas agrícolas beneficiosas para el medioambiente, que incluye la diversificación de cultivos, el mantenimiento de pastos permanentes y superficies de interés ecológico en las explotaciones agroganaderas, un nuevo Programa de Desarrollo Rural, así como otras medidas para la regulación de los mercados y el fomento de hábitos alimentarios saludables desde la infancia.

En estas Jornadas, los trabajos se han organizado en cinco secciones: Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión, Nutrición-Alimentación, Reproducción, Genética, y Calidad de los productos. El enfoque multidisciplinar y multiespecie de las Jornadas nos permite abordar y conocer, desde una perspectiva integral, los retos actuales y futuros de la producción animal.

En esta edición se han presentado 231 comunicaciones, lo que supone un ligero descenso respecto a ediciones anteriores. A pesar de la coyuntura económica, el recorte de fondos destinados a proyectos y recursos humanos en investigación y la abundante oferta de foros de discusión, las Jornadas AIDA siguen siendo un referente nacional para la divulgación de los últimos resultados científicos en producción animal y la creación de sinergias de colaboración entre grupos de investigación.

Agradecemos la colaboración de todas las personas que han hecho posible la celebración de estas XVI Jornadas, en especial a los coordinadores de sección, moderadores, Junta de AIDA y demás compañeros y compañeras que han realizado un trabajo magnífico y desinteresado durante los últimos meses; a Philippe Chemineau, por su amabilidad al aceptar nuestra invitación para impartir la conferencia inaugural; y a todas aquellas instituciones y organismos que han colaborado en la organización y financiación de estas Jornadas, en especial al INIA, al CITA de Aragón y al IAMZ.

Y, por supuesto, a todos los que con vuestra asistencia y trabajo contribuís al éxito de las Jornadas y hacéis que sea posible la generación de conocimiento para el sector ganadero.

JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Secretario de las XVI Jornadas sobre Producción Animal

XVI JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL, AIDA 2015

Martes, 19 de mayo de 2015

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos
Lugar	Aula A	Salón de Actos	Aula B	Aula C	Aula D
8:30 - 9:00	ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN				
9:00 - 10:30	Vacuno carne I (4c) Mod. R. Revilla	Microbiología del rumen (6c) Mod. J. Batcells	Sistemas reproductivos-Bovino (6c) Mod. A. Sanz	Expresión génica (6c) Mod. R. Pena	Manejo (5c) Mod. V. Alonso
10:30 - 11:00	Café				
11:00 - 12:15	CONFERENCIA INAUGURAL "UNA REFLEXIÓN PROSPECTIVA SOBRE TÉCNICAS SOSTENIBLES PARA CONTROLAR LA REPRODUCCIÓN EN MAMÍFEROS DOMÉSTICOS". Ponente: PhilippeChemineau (Salón de Actos)				
12:15 - 14:00/14:30	Vacuno carne II (6c) Mod. M ^o P. Lavín	Aspectos de la producción de leche y cebo de corderos (11c) Mod. X. Such	Calidad del semen (7 c) Mod. J. Yañiz	Estudios de asociación de genoma completo (4c) Mod. C. Óvilo	Meiología (8c) Mod. J.M. Lorenzo
14:00 - 15:30 14:30 - 15:30	Comida		Comida		Comida

Martes, 19 de mayo de 2015

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación	Reproducción	Genética	Calidad Productos
Lugar	Aula A	Salón de Actos	Aula B	Aula C	Aula D
15:30 - 16:30	Economía I (4c) Mod. A. Olaizola	Relación entre alimentación y sanidad animal (4c) Mod. P. Muñoz	Valoración del semen I (4c) Mod. R. Pérez-Pe	Estudios de asociación gen candidato (4c) Mod J.J. Arranz	Raza (4c) Mod. V. Sarriés
16:30 - 17:00	Pausa				
17:00 –18:30	Economía II (5c) Mod. A. Olaizola	Alimentos y digestibilidad <i>in vitro</i> (7c) Mod. E. Ramos-Morales	Valoración del semen II (3c) Mod. R. Pérez-Pe	Parámetros genéticos (8c) Mod. O. González-Récio	Caracterización de productos (7c) Mod. I. Gómez
18:30 – 19:00	Presentación proyecto Cantogather Mod. A. Olaizola				
19:00	Vino de AIDA				

Miércoles, 20 de mayo de 2015

	Sistemas - Economía	Nutrición - Alimentación		Reproducción	Genética	Calidad Productos
		Salón de Actos	Sala de Reuniones			
Lugar	Aula A			Aula B	Aula C	Aula D
9:00 - 10:30	Conejos, abejas, peces y cerdos (5c) Mod. A. Bernués	Fermentación ruminal/in vivo y metabolismo (7c) Mod. P.G. Toral		Actividad sexual (5c) Mod. A. Abecia	Selección rumiantes (6c) Moderador: N. Ibañez-Escribche	Envasado y consumidores (6c) Mod. D. Tejerina
10:30 - 11:00	Café					
11:00 - 12:00	Producción de leche (7c) Mod. R. Ruiz	Cebo de terneros (4c) Mod. I. Casasús	Aves (5c) Mod. C. Garcés	Reunión Grupo Reproducción. Mod. F. Martínez-Pastor	Selección monogástricos (8c) Mod. M. Piles	Dieta I (7c) Mod. I. Revilla
12:00 - 12:45		Conejos (5 c) Mod. M. Gómez-Conde		Patología-Genética de la Reproducción (5c) Mod. P. Santolana		
12:45 - 13:00	Pausa					Pausa
13:00 - 14:30	Sostenibilidad (5c) Mod. P. Gaspar	Porcino: alimentos, reproductoras y transición (6c) Mod. A. Daza		Alimentación-Melatonina (5c) Mod. A. Casao	Comida	Dieta II (6c) Mod. R. Bodas
14:30 - 15:30	Comida	Comida		Comida		Comida

Miércoles, 20 de mayo de 2015

	Sistemas - Economía		Nutrición - Alimentación		Reproducción	Genética	Calidad Productos
	Lugar	Salón de Actos	Aula A	Aula B			
15:30 - 16:30		Porcino: cebo (4c) Mod. M. Fondevila	Vacunolechero(4c) Mod. I. Blanco-Penedo	Embriones (5c) Mod. B. Lahoz	Huellas de selección y diversidad genética (4c) Mod.A. Cánovas	Tecnología (3c) Mod. B. Gallardo	Aula D
16:30 - 17:00	Pausa						
17:00-18:15		Porcino: cebo (3c) Mod. M.A. Latorre			Huellas de selección y diversidad genética (3c) Mod. M. Arnillas		
18:15	Asamblea de AIDA						

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

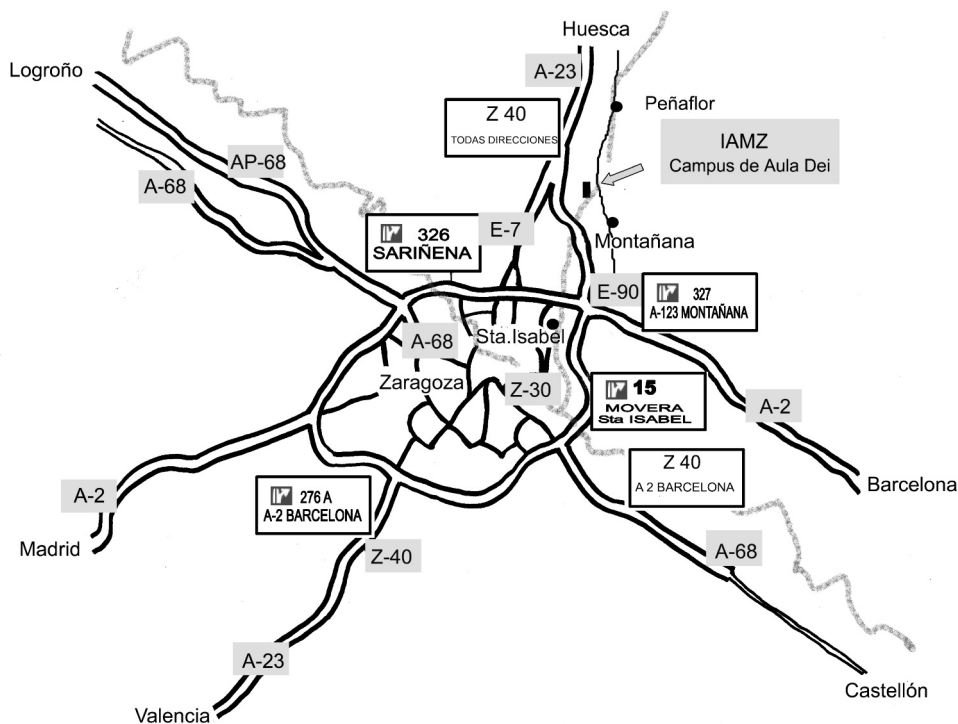
- En la A-68, tomar la dirección A-2 dirección Barcelona
- Seguir por la Z-40 hasta llegar a la Salida 15 Movera-Santa Isabel
- En Santa Isabel tomar la A-123 Montañana

BARCELONA

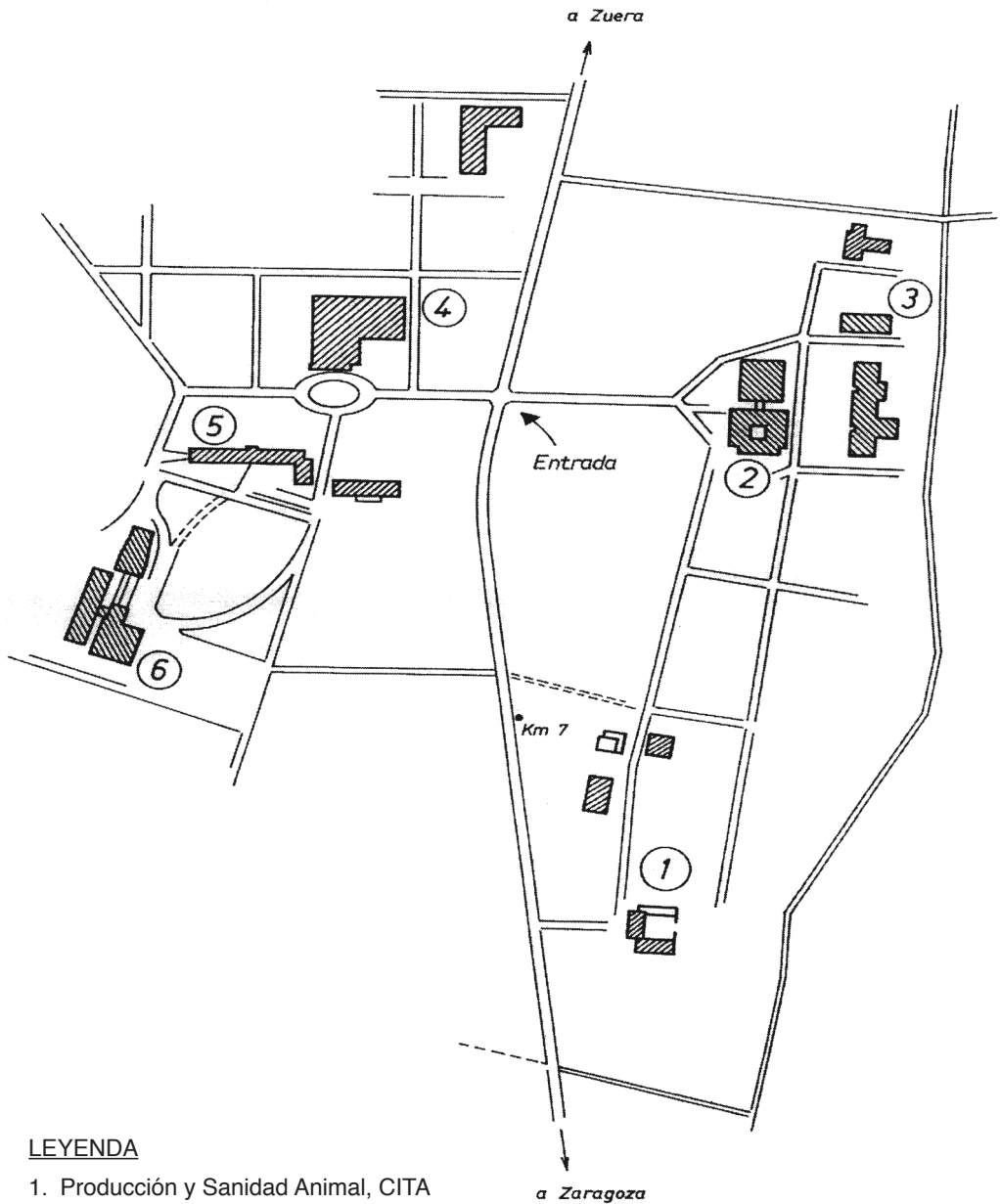
- En la A-2 tomar la Salida 327 y seguir la indicación de la A-123 Montañana

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

- “Una reflexión prospectiva sobre técnicas sostenibles para controlar la reproducción en mamíferos domésticos”.** Ponente: Philippe Chemineau. 3

SISTEMAS GANADEROS-ECONOMÍA Y GESTIÓN

Sistemas: Vacuno carne I

- CARACTERIZACIÓN DE LAS GANADERÍAS DE VACUNO DE CARNE EN LA ZONA DE LA COOPERATIVA ANDALUZA GANADERA DEL VALLE DE LOS PEDROCHES. Maroto Molina, F., Martínez Blánquez, M., Santos Alcuía, R., Díaz Buenestado, C. y Gómez Cabrera, A. 21
- FACTORES QUE CONDICIONAN EL ACABADO DE TERNEROS DE RAZA TUDANCA EN CANTABRIA. Vázquez, I., Gómez, F., Olaizola, A., Resano, H., Serrano, E. y Domínguez, M. 24
- INTERÉS ECONÓMICO DEL DESTETE PRECOZ EN EXPLOTACIONES DE VACAS DE CRÍA CON PARIDERA CONTINUA EN EL ECOSISTEMA DE LA DEHESA. Daza, A. 27
- CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA Y RELACIÓN CON EL TERRITORIO DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO BOVINO. ESTUDIO APLICADO A LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LAS SIERRAS DE BÉJAR Y FRANCIA. Vicente-Amores, F. M. . . 30

Sistemas: Vacuno carne II

- RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE TERNEROS CEBONES DE RAZAS ASTURIANAS BAJO DOS ESTRATEGIAS DE MANEJO. Román-Trufero, A., Celaya, R., Martínez, A., García-Prieto, V. y Osoro, K. 33
- ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y GENÉTICOS QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS NODRIZAS DE LA RAZA PARDA DE MONTAÑA. Cortés, X., Revilla, R., Casasús, I., Blanco, M., Sanz, A. y Villalba, D. 36
- CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTRA-RACIAL EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE AÑOJOS CEBADOS EN EL SUR DE ESPAÑA. Maroto Molina, F., Santos Alcuía, R., Gómez Rodríguez, J. y Gómez Cabrera, A. 39
- DIEZ AÑOS DE SELECCIÓN DE TOROS JÓVENES EN EL CENTRO DE TESTAJE DE LA RAZA *BRUNA DELS PIRINEUS*. Fina, M., Orriols, M., Rigau, T., Rodríguez-Gil, J.E., Casellas, J. y Piedrafita, J. 42
- PASTOREO DEL GANADO CABALLAR EN COMPARACIÓN CON EL VACUNO EN BREZALES-TOJALES PARCIALMENTE MEJORADOS DE LOS MONTES CANTÁBRICOS. López-López, C., Celaya, R., Ferreira, L.M.M., García, U., Martínez, A. y Osoro, K. 45
- RELACIÓN ENTRE LA CONDICION CORPORAL Y MEDIDAS DE GRASA Y DE MÚSCULO OBTENIDAS POR ULTRASONOGRAFÍA EN TIEMPO REAL CON VACAS

DE RAZA BARROSÃ. Almeida, J.C., Araújo, J.P., Cerqueira, J.O., Guedes, C., Santos, V., Batista, A. C. S., Fernandes, S. y Silva, S.R. 48

Sistemas: Economía I

- PRINCIPALES FACTORES ECONÓMICOS Y DE ESTRUCTURA EN EXPLOTACIONES DE VACUNO ECOLÓGICO EN DEHESAS DE BADAJOZ. Horrillo, A., Mesías, F.J., Gaspar, P., F. Pulido y M. Escribano. 51
- ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LAS EXPLOTACIONES CAPRINAS DE RAZA MALAGUEÑA: ESTRATEGIAS DE MEJORA DE SU VIABILIDAD. Gutiérrez-Peña, R., Mena, Y., Micheo, J.M. y García, S. 54
- VIABILIDAD DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN PORCINO IBÉRICO. Sahelices, A., Mesías, F.J., Escribano, M. y Gaspar, P. 57
- DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN DE BENEFICIO EN EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE DE EXTREMADURA MEDIANTE REGRESIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS PARCIALES (PLSR). Gaspar, P., Pulido, A.F., Rodríguez-Ledesma, A., Mesías, F.J. y Escribano, M. 60

Sistemas: Economía II

- PERFILES DE IDENTIDAD EN OVINOS DE RAZA CHAMARITA. Pascual-Alonso, M., Miranda-de la Lama, G.C., Aguayo-Ulloa, A., Sepúlveda, W.S. y María, G.A. 63
- CARACTERÍSTICAS SOCIOEMPRESARIALES DE EXPLOTACIONES OVINAS CON DIFERENTES ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS. Zamudio, B. A., Manrique, E. y Olai-zola, A. M. 66
- INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE RAZA ASSAF. González, M.G., Villamediana, R. , Mantecon, A.R. y Lavin, P. 69
- INFLUENCIA DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE TANQUE SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE RAZA ASSAF. González, M.G., Villamediana, R. , Mantecon, A.R. y Lavin, P. 72
- ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN RELACIÓN CON EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LECHE DE TANQUE. Arias, R., Jiménez, L., Oliete, B., Gallego, R. , Montoro, V. y Pérez-Guzmán, M.D. 75

Sistemas: Conejos, abejas, peces y cerdos

- INFLUENCIA DE LA DENSIDAD ANIMAL EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CONEJOS EN UNA EXPLOTACIÓN INDUSTRIAL. Araújo, J.P., Marques, R., Tavares, T., Cantalapiedra, J. y Cerqueira, J.L. 78
- VARIABILIDAD DE PESO VIVO: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA GESTIÓN DE LOS CEBADEROS PORCINOS. López-Vergé, S., Solà-Oriol, D. y Gasa, J. 81
- PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS ADULTAS EN DIFERENTES REGIONES DEL CENTRO DE PORTUGAL. Pires, S., Durão, L., Marques, A. y Cadavez, V. 84
- RESULTADOS PRELIMINARES DE RESPUESTA EN UN TEST DE CAMPO ABIERTO EN PECES A ALTA Y BAJA DENSIDAD. Rauw W.M., García Cortes, L.A. , Larrán, A.M., Fernández, J., Pinedo, J. , Villarroel, M., Toro, M.A., Tomás, C. y Gómez Raya, L. 87

- EFECTOS DEL USO DE LONAS TÉRMICAS DE POLIPROPILENO EN NAVES DE DESTETE DURANTE EL INVIERNO. Dolz, N., Álvarez-Rodríguez, J., Babot, D. y Forcada, F. 90

Sistemas: Producción de leche

- CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO DE CABRITOS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA COMPARANDO UN SISTEMA DE MEDIA LECHE Y UNO DE LACTACIÓN ARTIFICIAL. Vázquez-Briz, S., Pérez-Baena, I., Gómez, E.A., Rodríguez, M., Peris, C., y Fernández, N. 93
- DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE EXPLOTACIONES LECHERAS PARA VALORAR EL EFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS SOBRE EL RENDIMIENTO TÉCNICO Y ECONÓMICO. Calsamiglia, S., Castillejos, L., Astiz, S. y Baucells, Q. 96
- ANÁLISIS COMPARATIVO DE EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE ESPECIALIZADAS Y MIXTAS EN ARAGÓN. Barrantes, O., Blasco, I., Reiné, R., López, C., Regan, J., Nesme, T. y Olaizola, A. 99
- PROCEDENCIA DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS. Santiago, C., Vicente, F. y Martínez-Fernández, A. 102
- INDICADORES DEL ALIMENTADOR AUTOMÁTICO EN TERNEROS DE LA RAZA HOLSTEIN FRISIAN EN LA REGION DE ENTRE DOURO Y MINHO DE PORTUGAL. Cerqueira, J.O.L., Paço, S.M., Faria, F.C., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra J. y Araújo, J.P. 105
- ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE TERNEROS CON ALIMENTADOR AUTOMÁTICO EN LA RAZA HOLSTEIN FRISIA EN LA REGION DE ENTRE DOURO Y MINHO DE PORTUGAL. Cerqueira, J.O.L., Paço, S.M., Faria, F.C., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra J. y Araújo, J.P. 108
- EVALUACIÓN DE RESERVAS CORPORALES DE GRASA DE VACAS LECHERAS A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS DE IMAGEN. Silva, S.R., Cerqueira, J.O.L., Araújo, J.P. , Guedes, C., Santos, V., Fontes, I., Batista, A. C. S. y Almeida, J.C. 111

Sistemas: Sostenibilidad

- EL DISEÑO DE UN CONTRATO AMBIENTAL PARA LAS EXPLOTACIONES GANADERAS DE EXTENSIVO. ESTUDIO APLICADO A LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LAS SIERRAS DE BÉJAR Y FRANCIA. Azqueta-Oyarzun, D. y Vicente-Amores, F. M. 114
- EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS MIXTOS OVINO-CULTIVOS EN ARAGÓN. Nicoloso, C.S, Olaizola, A.M., Barrantes, O., Blasco, I., Reiné, R., Riaguas, L., Fantova, E., Cuartelles, I. y Manrique, E. 117
- ACTIVIDAD OVINA Y DIVERSIFICACIÓN DE LOS MODOS DE VIDA RURALES EN LA ALTA MONTAÑA MEXICANA. Estévez-Moreno, L.X., Sánchez-Vera, E. , Nava-Bernal, G. , Estrada F. J. y Gómez, W.D. 120
- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL. Nicoloso, C.S., Silveira, V.CP., Quadros, F.L.F. y Coelho Filho, R.C. 123
- EFECTOS DE LA DIVERSIFICACIÓN GANADERA DE LA EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS EN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES. Pindado, E., Sánchez, M., Tudela, L. y García Álvarez-Coque, JM. 126

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Nutrición y alimentación: Microbiología del rumen

- ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES MICROBIANAS EN FERMENTADORES DE FLUJO CONTINUO: EFECTO DE MODIFICACIONES TECNICAS. Cabeza-Luna, I., Carro, M.D., Fernández-Yepes, J. y Molina-Alcaide, E. 131
- INFLUENCIA DEL TIPO DE FILTRADO Y TRATAMIENTO CON STOMACHER® DEL CONTENIDO RUMINAL DE OVEJAS EN LAS POBLACIONES MICROBIANAS DEL FLUIDO. Mateos, I., Saro, C., Ranilla, M.J., Molina-Alcaide, E. y Carro, M.D. 134
- ESTUDIO PRELIMINAR DE LA MICROBIOTA Y METABOLOMA DEL RUMEN CUANDO SE INHIBE LA SINTESIS DE METANO EN CAPRINO. Abecia L., Martín-García, A.I., Creevey, C., Pinloche E., Newbold, C.J. y Yáñez-Ruiz, D.R. 137
- CAMBIOS TEMPORALES EN POBLACIONES BACTERIANAS DEL RUMEN Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA BIOHIDROGENACIÓN DE ACIDOS GRASOS EN OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS MARINAS. Castro-Carrera, T., Toral, P. G., Frutos, P., Hervás, G. y Belenguer, A. 140
- EFECTO DE UN EXTRACTO DE REGALIZ RICO EN FLAVONOIDEOS SOBRE LA ACTIVIDAD PROTOZOARIA Y LA FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO. Ramos-Morales E., De La Fuente, G., Braganca R. y Newbold C.J. 143
- EVOLUCION DE LAS POBLACIONES INTESTINALES DE ARQUEAS EN GANADO PORCINO DE CEBO: EFECTO DEL NIVEL DE PROTEÍNA Y FIBRA DE LA RACIÓN. Seradj, A.R., Morazán. H.J., De la Fuente, G., Babot. D., Alvarez-Rodriguez, J. y Balcells, J. 146

Nutrición y alimentación: Aspectos de la producción de leche y cebo de corderos

- LA RESPUESTA A LA ESTRATEGIA DE ESQUILEO EN VERANO VARÍA SEGÚN LA RAZA DE OVEJAS LECHERAS. Cordón, L., González-Luna, S., Caja, G., Salama, A.A.K., Such, X., Albanell E., Contreras-Jodar, A. y de Lucas, J. 149
- EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA CON ACEITE DE PESCADO SOBRE LA ABUNDANCIA DE ARNM DE GENES IMPLICADOS EN LA LIPOGÉNESIS MAMARIA EN OVEJAS LECHERAS. Carreño, D., Hervás, G., Toral, P.G., Castro-Carrera, T., Fernández, M. y Frutos, P. 152
- RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE GRASA LÁCTEA Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN RESPUESTA A LOS CAMBIOS EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES. Toral, P.G., Hervás, G., Belenguer, A., Castro-Carrera, T., Carreño, D. y Frutos, P. 155
- EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON GRASA SATURADA Y POLIINSATURADA SOBRE LA COMPOSICIÓN LÁCTEA DE OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES TRÓPICAS. Vicente, J G., Isabel, B., De Gasperín, I., Loeza, R., Martínez J M., Cervantes, P., Canudas, E., Velázquez, F. y López-Bote, C.J. 158
- EFECTO DE LA ADICIÓN DE 18:0 A UNA DIETA RICA EN ACEITE DE PESCADO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE OVEJAS LECHERAS. Toral, P.G., Hervás, G., Carreño, D., González, J.S., Amor, J. y Frutos, P. 161
- EFECTO DEL FORRAJE Y LA ADICION DE TANINOS CONDENSADOS SOBRE LA COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LA CARNE DE CORDE- ROS LECHALES. Lobón, S., Sanz, A., Blanco, M., Molino F., Ripoll G. y Joy, M. . . . 164

– EFECTO DEL SISTEMA DE MANEJO Y LA ADICION DE TANINOS CONDENSADOS EN OVEJAS EN LACTACIÓN SOBRE EL CORDERO LECHAL. Lobón, S., Sanz, A. Ripoll, G., Blanco, M. y Joy, M.	167
– CONCENTRACIÓN DE VITAMINAS LIPOSOLUBLES EN LA LECHE DE LA OVEJA Y EN LA CARNE DEL LECHAL SEGÚN LA ALIMENTACIÓN RECIBIDA. Radu, C., Lobón, S., Molino, F., Sanz, A., Joy, M., Ferrer, J. y Blanco, M.	170
– ESTUDIO DE LA RELACIÓN PROTEÍNA: ENERGÍA ÓPTIMA PARA LA FASE INICIAL DE CEBO DE CORDEROS MERINOS. López, F., Rodríguez, P.L., Agudo, B., Aceituno, O., García, G., Chaso, M.A. y Pascual, M.R.	173
– EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA EN RACIONES COMPLETAS GRANULADAS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS DE CEBO. Jaramillo, E., Fernández, P., González, E.P., Blanco, C., Andrés, S., Tejido, M.L. y Giráldez, F.J.	176
– AVERSIÓN CONDICIONADA A AROMA DE FRESA EN OVINO. Manuelian, C.L., Albanell, E., Rovai, M. y Caja, G.	179

Nutrición y alimentación: Relación entre alimentación y sanidad animal

– RELACIÓN ENTRE AGUA DE BEBIDA Y RIESGO DE INFECCIÓN POR FASCIOLA HEPÁTICA EN VACUNO LECHERO DEL CENTRO DE COLOMBIA. Bonilla, R., Miguélez, S., Sanchís, J., Arroyo, F.L., Hernández, J.A., Francisco, R., Paz Silva, A., Sánchez-Andrade, R. y Arias, M.S.	182
– PREVENCIÓN DE PARANFISTOMOSIS BOVINA MEDIANTE LA VEHICULACIÓN DE ESPORAS DE HONGOS EN CONCENTRADO ALIMENTARIO. Arroyo, F.L., Cazapal-Monteiro, C., Hernández, J.A., Sanchís, J., Miguélez, S., Bonilla, R., Piñeiro, P., Paz Silva, A., Sánchez-Andrade, R. y Arias, M.S.	185
– EMPLEO DE ESPORAS DE <i>MUCOR CIRCINELLOIDES</i> COMO ADITIVO ALIMENTARIO PARA EVITAR LA INFECCIÓN DE SUIDOS POR <i>ASCARIS SUUM</i> . Hernández, J.A., Cortiñas, F.J., Arroyo, F.L., Francisco, I., Miguélez, S., Suárez, J.L., Romasanta, A., Paz Silva, A., Sánchez-Andrade, R. y Arias, M.S.	188
– POTENCIAL DE UN NUEVO PROBIÓTICO, <i>BIFIDOBACTERIUM LONGUM</i> SUBSP. <i>INFANTIS</i> , FRENTE A <i>SALMONELLA</i> O ETEC K88 <i>COLI</i> EN LECHONES AL DESTETE. Barba-Vidal, E., Castillejos, L., Rivero, M., Moreno, J.A., Martín-Orúe, S.M.	191

Nutrición y alimentación: Alimentos y digestibilidad *in vitro*

– CUANTIFICACIÓN DE PESTICIDAS EN DIETAS PARA LA ALIMENTACION DE GANADO CAPRINO ELABORADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES. Arco-Pérez, A., Yáñez-Ruiz, D.R., Ramos-Morales, E. y Martín-García, A.I.	194
– DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA Y LAS FRACCIONES DE FIBRA DE FORRAJES DE BAJA CALIDAD TRATADOS CON ENZIMAS EXÓGENAS. López-Aguirre, D., Vázquez-Armijo, J.F., Salem, A.Z.M., Hernández-Meléndez, J., Rojo, R. y Limas, A.G.	197
– ESTUDIO DEL VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO DE GRANO DE MAÍZ INMADURO [PASTONE] PARA RACIONES DE TERNEROS: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA, FERMENTACIÓN Y CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS. Sedó, F., Seradj, A. R., Mora, J., Cortés, X., Villalba, D., y Balcells, J.	200
– EFECTO DEL TRATAMIENTO DE HARINA DE GIRASOL CON ÁCIDO MÁLICO Y CALOR SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO Y FERMENTACIÓN <i>IN VITRO</i> . Vagnas, J. L., Carro, M. D., Alvir, M.D. y González, J.	203

- EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE N NO PROTEICO POR PROTEÍNA DE SOJA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO*. Vanegas J.L., González, J., Alvir, M.R. y Carro, M.D. 206
- EFECTO DEL KEFIR SOBRE EL PATRÓN DE FERMENTACIÓN IN VITRO EN MODELOS ANIMALES DE FERMENTACIÓN PRE Y POST GÁSTRICA. De la Fuente, G; Jones, S; Jones, E y Newbold, C.J. 209
- CONTROL DEL pH *IN VITRO* PARA LA SIMULACIÓN DE LA FERMENTACIÓN EN CONDICIONES DE ALIMENTACIÓN CONCENTRADA. Amanzougarene, Z., Schauf, S. y Fondevila, M. 212

Nutrición y alimentación: Fermentación ruminal *in vivo* y metabolismo

- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA DIETA DE CAPRINO LECHERO SOBRE PARÁMETROS BIOQUÍMICOS PLASMÁTICOS. Arco-Pérez A., Yáñez-Ruiz D.R., Abecia L., Ramos-Morales E., y Martín-García A.I. 215
- CARACTERIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y PERFILES METABÓLICOS DE NOVILLAS SOMETIDAS A DIVERSOS MANEJOS ALIMENTICIOS DURANTE LA LACTACIÓN Y LA RECRÍA. Casasús, I., Rodríguez-Sánchez, J.A. y Sanz, A. 218
- EFECTO DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRADO Y PAJA (POR SEPARADO O EN FORMA DE MEZCLA) SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN TERNEROS DE CEBO INTENSIVO. Gimeno, A., Al Alami, A., Schauf, S., de Vega, A., Fondevila, M. y Castrillo, C. 221
- CEBO DE TERNEROS FRISONES: VARIACIÓN DEL pH RUMINAL EN FUNCIÓN DE LA DIETA. Posado, R., Tabernero de Paz, M.J., García-García, J.J. y Bodas, R.. 224
- SEGUIMIENTO CONTINUO DE LOS CAMBIOS DE pH Y TEMPERATURA RUMINAL MEDIANTE SENSORES INALÁMBRICOS Y MODELOS LOGÍSTICOS EN CABRAS. Castro-Costa, A., Caja, G., Salama, A.A.K., Moll, X. y Aguiló, J. 227
- RESPUESTAS METABÓLICAS DE CABRAS LECHERAS EN CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO AL INICIO DE LA LACTACIÓN. Hamzaoui S., Salama A.A.K., Caja G., Albanell E. y Such X. 230
- EXPRESIÓN DE LOS RECEPTORES TIPO TOLL EN EL EPITELIO RUMINAL DE CABRAS DESDE EL NACIMIENTO HASTA LOS 28 DÍAS DE EDAD EN DOS SISTEMAS DE ALIMENTACION. Abecia, L., Jiménez, E., Martínez-Fernández, G., Ramos-Morales, E., Martín-García A.I. y Yáñez-Ruiz, D.R. 233

Nutrición y alimentación: Cebo de terneros

- INCORPORACIÓN DE ENSILADO DE PULPA DE TOMATE EN EL CEBO DE TERNEROS. ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO. López Gallego, F., Rodríguez Meilán, J. y Rodríguez Medina, P.L. 236
- EFECTO DE LA FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO Y DEL DISEÑO DE COMEDERO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS, DE CANAL, Y LA CONDUCTA ANIMAL EN TERNEROS FRISONES CON DIETAS RICAS EN CONCENTRADO. Verdu, M. y Devant, M. 239
- EFECTO DEL NÚMERO DE TOMAS (1 O 2) DE LECHE SOBRE EL CONSUMO DE PIENSO, CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO EN TERNEROS MAMONES FRISONES DE MÁS DE 55 KG DE PESO VIVO DE ENTRADA. Devant, M., Solé, A., Bach, A. y Terré, M. 242

- EFECTO DEL USO DE PAJA DE CEBADA O HENO DE ALFALFA EN DIETAS UNIFEED SOBRE LA INGESTIÓN Y EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS EN CRECIMIENTO. Madruga, A., Rodríguez-Prado, M., Mainau, E., Ruíz de la Torre, J.L., González, L.A., Manteca, X. y Ferret, A. 245

Nutrición y alimentación: Vacuno lechero

- ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO ALIMENTADAS CON DIETAS BASADAS EN ENSILADO DE RAIGRÁS ITALIANO O DE LEGUMINOSAS. Dachraoui, M., Jiménez-Calderón, J.D., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F. 248
- RELACIÓN ENTRE LOS APORTES DIETARIOS, LAS NECESIDADES HUMANAS DE CLA (ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO) Y EL IMPACTO DE ENRIQUECER LA LECHE CON CLA. Siurana A. y Calsamiglia S. 251
- ESTUDIO DEL TRANSCRIPTOMA DE VACAS RESISTENTES A LA DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA. Siurana, A., Gallardo, D., Calsamiglia S. y Cánovas A. 254
- CETOSIS EN VACAS DE LECHE DURANTE EL POST-PARTO Y SU EFECTO SOBRE LOS NIVELES DE GRASA Y PROTEÍNA DURANTE LA LACTACIÓN. Fouz, R., Viña C., Yus, E., Sanjuán, M.L. y Diéguez, F.J. 257

Nutrición y alimentación: Aves

- USO DE UNA NUEVA FITASA EN ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE Y LECHONES: EFECTOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y EXCRECIÓN DE MINERALES. Cerisuelo, A., Cambra-López, M., Gomez, E. A., Ferrer, P., Farinós, B., Añó, P., Marqués, R., Salaet, I., Aligue, R. y Pascual, J.J. 260
- EFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN CALCIO: FOSFORO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS Y FORMACIÓN ÓSEA DE POLLOS BROILER DE 0 A 35 DÍAS. Hamdi, M., Franco-Rosselló, R., Solà-Oriol, D. y Pérez, J.F. 263
- EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE POLLOS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LA INCORPORACIÓN EN LA DIETA DE MOLTURA DE AJO (ZOOALLIUM®). Martín, P., Miralles, A., Otal, J., Palacios, C., Alvarez, S., Revilla, I., León, L. y Cubero, M.J. 266
- SUPLEMENTACIÓN CON LACTOSUERO EN POLVO Y CONCENTRADO PROTÉICO DE LACTOSUERO EN DIETAS DE INICIACIÓN DE BROILERS: EFECTOS SOBRE EL REDIMIENTO PRODUCTIVO. Pineda-Quiroga, C., Atxaerandio, R., Ruiz, R. y García-Rodríguez, A. 269
- EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON LACTOSUERO EN POLVO, *PEDIOCOC-CUS ACIDILACTI* Y SU MEZCLA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS. Pineda-Quiroga, C., Atxaerandio, R., Zubiria, I., Hurtado, A., Ruiz, R. y García-Rodríguez, A. 272

Nutrición y alimentación: Conejos

- ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS DE LA PULPA DE REMOLACHA CON INÓCULOS ILEALES Y CECALES DE CONEJOS: COMPARACIÓN DE MODELOS. Abad-Guamán R., Carro M.D., Carabaño R., y García J. 275
- FERMENTACIÓN *IN VITRO* DE PEPSINA/PANCREATINA CON INÓCULO DE CONEJOS. Abad-Guamán R., Carro M.D., Larrea-Dávalos J.A., Vanegas, J., Ocasio-Vega C.E., Carabaño R., y García J. 278

- EFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTARIA SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE CONEJOS EN CRECIMIENTO. Crespo, R., Alfonso, C., Saiz, A., García-Ruiz, A.I., Marco, M. y Nicodemus, N. 281
- EFECTO DEL NIVEL DE FIBRA SOLUBLE Y DE LA RELACIÓN OMEGA-6/OMEGA-3 SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE GAZAPOS EN CEBO. Delgado, R., Menoyo, D., Abad, R., Nicodemus, N., Carabaño, R., y García, J. 284
- EFECTO DEL NIVEL DE FIBRA SOLUBLE Y DE LA RELACIÓN OMEGA-6/OMEGA-3 SOBRE LOS BALANCES DE NITRÓGENO Y ENERGÍA DE CONEJOS EN CEBO. Delgado, R., Nicodemus, N., Abad, R., Menoyo, D., Carabaño, R., y García, J. 287

Nutrición y alimentación: Porcino: alimentos, reproductoras y transición

- CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRITIVA DE LOS PIENSOS PARA PORCINO. Fabà, Ll., Solà-Oriol, D. y Gasa, J. 290
- EFECTO DE LA ADICIÓN DE FITASAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE INGREDIENTES PARA ALIMENTACIÓN PORCINA. Joven, M., Suárez-Belloch, J., Latorre, M.A. y Fondevila, M. 293
- EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE FORRAJE EN RACIONES PARA CERDAS ADULTAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y DEL FORRAJE. Aymerich, P., Solà-Oriol, D. y Gasa, J. 296
- EFECTO DE LA SATURACIÓN DE LA GRASA CONTENIDA EN PIENSOS DE GESTACIÓN Y LACTACIÓN SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE CERDAS MULTÍPARAS BAJO CONDICIONES TROPICALES. Vicente, J G., Isabel, B., De Gásperin, I., Loeza, R., Ángeles AA., Montiel F., Velázquez F. y López-Bote C.J. 299
- EFECTO DE INCREMENTAR EL NIVEL DE ALIMENTACIÓN AL FINAL DE LA GESTACIÓN SOBRE LA DURACIÓN Y EL RENDIMIENTO AL PARTO DE LA CERDA. Caballero, M., Fabà, Ll, López-Vergé, S. Solà-Oriol, D. y Gasa, J. 302
- EMPLEO DE ALBERJÓN (*VICIA NARBONENSIS*) Y GUISANTE (*PISUM SATIVUM*) COMO FUENTES PROTEICAS EN DIETAS PARA LECHONES EN TRANSICIÓN. RENDIMIENTO PRODUCTIVO. Gómez-Fernández, J., De Mercado, E., Tomás, C., Muzquiz, M., Guillamón, E., Varela, A., Martín, M., López-Nuez, P. y Gómez-Izquierdo, E. 305

Nutrición y alimentación: Porcino: cebo I

- PREDICCIÓN DEL PESO DE CANAL Y PIEZAS NOBLES EN CERDOS GRASOS ALIMENTADOS CON ALBERJONES EN DISTINTOS PORCENTAJES. De Mercado, E., Gómez-Fernández, J., Tomás, C., Muzquiz, M., Guillamón, E., Varela, A., Martín, M., López-Nuez, P. y Gómez-Izquierdo, E. 308
- EMPLEO DE GARBANZO NEGRO (*CICER ARIETINUM*) EN DIETAS PARA CERDOS DE CEBO. RENDIMIENTO PRODUCTIVO. De Mercado, E., Gómez-Fernández, J., Tomás, C., Muzquiz, M., Guillamón, E., Varela, A., Martín, M., López-Nuez, P. y Gómez-Izquierdo, E. 311
- SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AGRO-ALIMENTARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS DE ENGORDE. Sol, C., Castillejos, L. y Gasa, J. 314
- RATIOS DE DILUCIÓN DEL PIENSO EN ALIMENTACIÓN LÍQUIDA DE CERDOS DE ENGORDE. Sol, C., Castillejos, L. y Gasa, J. 317

Nutrición y alimentación: Porcino: cebo II

- LA DEFICIENCIA DE LISINA EN LA DIETA PROMUEVE UN AUMENTO DE GRASA INTRAMUSCULAR EN CERDOS IBÉRICOS Y DE GENOTIPO CONVENCIONAL. Palma-Granados, P., Haro, A., Seiquer, I., Lara. L., Aguilera, J. F. y Nieto, R. 320
- DIFERENCIAS EN EL CONTENIDO MUSCULAR DE HIERRO, COBRE Y CINC ENTRE DOS GENOTIPOS PORCINOS: IBÉRICO Y LANDRACE x LARGE WHITE. Palma-Granados, P., Haro, A., Nieto, R., Lara. L., Aguilera, J. F. y Seiquer, I. 323
- ¿PODEMOS UTILIZAR EL MISMO PIENSO EN DOS TIPOS GENÉTICOS DE PORCINO DE CEBO SIN AFECTAR A SUS RESULTADOS PRODUCTIVOS?. Álvarez-Rodríguez, J., Dolz, N., Pantrigo, M., Balcells, J., Parera, J. y Babot, D. 326

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Abad, R.	284, 287	Añó, P.	260
Abad-Guamán, R.	275, 278	Arana, A.	453, 456
Abecia, J.A.	396, 399	Araújo, J.P.	48, 78, 105, 108, 111, 636
Abecia, L.	137, 215, 233	Arco-Pérez, A.	194, 215
Abril-Sánchez, S.	358	Argente, M.J.	543
Aceituno, O.	173	Argüello, A.	624, 627
Agha, S.	555	Arias, M.S.	182, 185, 188
Aguayo-Ulloa, A.	63	Arias, R.	75, 585
Agudo, B.	173	Arias-Álvarez, M.	352, 426, 429, 432
Aguilar, D.	420	Arranz, J.J.	462, 471, 474
Aguilera, J.F.	323, 320	Arrébola, F.	399
Aguiló, J.	227	Arregui, L.	384
Al Alami, A.	221	Arroyo, F.L.	182, 185, 188
Alabart, J.L.	402, 444, 447, 498	Asensio-Vegas, C.	684
Albanell, E.	149, 179, 230	Astiz, S.	96
Albertí, C.	720	Atlija, M.	471
Albertí, P.	618, 624, 627, 672, 720	Atxaerandio, R.	269, 272
Alcalde, M.J.	624, 627	Aymerich, P.	296
Aldai, N.	633, 645, 648	Ayuso, M.	468
Alenda, R.	531	Azqueta-Oyarzun, D.	114
Alfonso, C.	281	Babot, D.	90, 146, 326
Alfonso, L.	456	Bach, A.	242
Aligue, R.	260	Badawy, A.Y.	549
Almeida, J.C.	48, 111	Ballester, M.	480, 492
Almería, S.	414	Barragán, C.	477, 486, 570, 579
Alonso, V.	660, 717	Barrantes, O.	99, 117
Altarriba, J.	495, 522, 561, 564	Batista, A.C.S.	48, 111
Álvarez, R.	624	Balcells, J.	146, 200, 326
Álvarez, S.	266, 702, 337	Barahona, M.	669, 708, 711
Álvarez-Rodríguez, J.	90, 326, 600, 657, 146	Barba-Vidal, E.	191
Álvarez-Teno, A.	651, 654	Baro, J.A.	522, 561
Alves, E.	465	Barron, L.J.R.	648
Alvir, M.D.	203, 206	Barros, M.	636
Amanzougarene, Z.	212	Baucells, Q.	96
Amills, M.	459, 573	Belaunzaran, X.	645
Amor, J.	161	Belenguer, A.	140, 155
Andrés, A.I.	690, 696	Bellés, M.	660, 717
Andrés, S.	176, 675	Beltrán, J.A.	660, 717
Ángeles, A.A.	299	Benítez, F.	399
		Benítez, R.	468, 486, 579

AUTORES	Páginas
Beriain, M.J.	621, 705
Bermejo-Poza, R.	429, 588
Blanch, E.	367
Blanco, C.	176, 675
Blanco, M.	36, 164, 167, 170
Blanco-Penedo, I.	105, 108
Blasco, A.	543, 546, 549, 552, 555
Blasco, I.	99, 117
Bodas, R.	224, 675, 684
Bodin, L.	498
Bonilla, R.	182, 185
Bowman, P.J.	519
Braganca, R.	143
Bravo-Lamas, L.	648
Brito, M.C.	343
Caballero, M.	302
Cabeza de Vaca, M.	597, 714
Cabeza-Luna, I.	131
Cabezón, O.	414
Cadavez, V.	84, 606, 636, 639, 642
Cadavez, V.A.P.	609
Caja, G.	149, 179, 227, 230
Calanche, J.B.	660, 717
Calle, E.W.	543, 546
Calsamiglia, S.	96, 251, 254
Calvo, J.H.	444
Cambra-López, M.	260
Campo, J.L.	405, 489, 513
Campo, M.M.	708, 711
Campos, J.L.	408
Canela, O.	459
Canha, A.	438
Cánovas, A.	254, 459, 468
Cantalapiedra, J.	78, 105, 108
Cantero, V.	597
Canudas, E.	158
Cañas-Álvarez, J.J.	522, 561
Carabaño, M.J.	534
Carabaño, R.	275, 278, 284, 287

AUTORES	Páginas
Cardoso, T.	459
Carreño, D.	152, 155, 161
Carril, J.A.	630
Carro, M.D.	131, 134, 203, 206, 275, 278
Casao, A.	378, 420
Casares-Crespo, L.	361, 367, 373
Casasús, I.	36, 218, 331
Casellas, J.	42, 516, 576
Castañeda, A.	370
Castaño, C.	405, 408
Castillejos, L.	96, 191, 314, 317
Castillo, M.	516
Castrillo, B.	594
Castrillo, C.	221
Castro-Carrera, T.	140, 152, 155
Castro-Costa, A.	227
Català, M.G.	441
Cava, R.	597
Cazapal-Monteiro, C.	185
Cebrián-Pérez, J.A.	378, 420
Celaya, R.	33, 45
Cerisuelo, A.	260
Cerqueira, J.	636
Cerqueira, J.L.	78
Cerqueira, J.O.	48
Cerqueira, J.O.L.	105, 108, 111
Cervantes, I.	558
Cervantes, P.	158
Charfeddine, N.	525, 528
Chaso, M.A.	173
Chemineau, P.	393, 396
Chitneedi, P.K.	471
Chomón, N.	594
Cimadevilla, C.	594
Cocero, M.J.	444
Coelho Filho, R.C.	123
Collantes-Fernández, E.	411
Coloma, M.A.	405
Contador, R.	597
Contreras, I.	441
Contreras-Jodar, A.	149
Córdoba, M.G.	624, 627

AUTORES	Páginas
Cordón, L.	149
Cortés, X.	36, 200
Cortiñas, F.J.	188
Coy, P.	387, 438
Creevey, C.	137
Crespo, R.	281
Crespo-Félez, I.	370, 384
Crespo-Piazuelo, D.	492
Cruz-Monterrosa, R.G.	663
Cuartelles, I.	117
Cubero, M.J.	266, 702
Dachraoui, M.	248
Daetwyler, H.D.	519
Darwich, L.	414
David, I.	498
Dávila, S.G.	408, 489, 513
Daza, A.	27, 334, 417, 390
De Gasperín, I.	158, 299
De la Fuente, G.	143, 146, 209
De la Fuente, J.	588
De Lucas, J.	149
De Melo, M.P.	687
De Mercado, E.	305, 308, 311
De Pedro Sanz, E.	603
De Vega, A.	221
Delgadillo, J.A.	393, 396
Delgado, D.	684
Delgado, R.	284, 287
Delgado-Adámez, J.	690
Devant, M.	239, 242
Dias, T.	636, 639, 642
Díaz, C.	522, 534, 561
Díaz, M.T.	588
Díaz Buenestado, C.	21
Diego, R.	364
Diéguez, F.J.	257
Dolz, N.	90, 326
Domínguez, M.	24
Domínguez, R.	630
Duarte, G.	393, 396
Durão, L.	84
Echegoyen, E.	402, 444, 447
Egbalsaid, S.	573

AUTORES	Páginas
Escribano, M.	51, 57, 60
Estany, J.	483, 507, 540, 600, 657
Esteban-Blanco, C.	474
Esteso, M.C.	408
Estévez-Moreno, L.X.	120
Estevinho, L.	639, 642
Estrada F.J.	120
Etaio, I.	648
Fabà, Ll.	290, 302
Fajardo, A.	367
Fathallah, S.	498
Fantova, E.	117, 444, 498
Faria, F.C.	105, 108
Farinós, B.	260
Febrel, N.	432
Fernandes, C.	642
Fernandes, E.	636
Fernandes, R. de P.P.	687
Fernandes, S.	48
Fernández, A.	468, 486, 579
Fernández, A.I.	465, 468, 492, 579
Fernández, I.G.	393
Fernández, J.	87, 537, 567
Fernández, M.	152, 630
Fernández, N.	93
Fernández, P.	176
Fernández-Novales, J.	603
Fernández-Santos, M.R.	501
Fernández-Yepes, J.	131
Ferreira, L.M.M.	45
Ferrer, J.	170
Ferrer, P.	260
Ferret, A.	245
Fina, M.	42
Fitz-Rodríguez, G.	393
Flores, J.A.	393, 396
Folch, J.	402, 444, 447, 465, 480, 492
Fondevila, M.	212, 221, 293
Fontes, I.	111
Forcada, F.	90, 396

AUTORES	Páginas
Formoso-Rafferty, N.	429, 558
Fouz, R.	257
Francisco, I.	188
Francisco, R.	182
Franco, D.	630
Franco-Rosselló, R.	263
Frutos, P.	140, 152, 155, 161
Gadea, J.	387
Galé, I.	390, 417
Gallardo, B.	678, 681, 699
Gallardo, D.	254
Gallego, R.	75
García, F.	477, 579
García, G.	173
García, J.	275, 278, 284, 287
García, M.L.	543
García, S.	54, 705
García, U.	45
García, W.	349, 423
García-Álvarez, O.	501
García Álvarez-Coque, JM.	126
García Cortes, L.A.	87, 567
García-García, J.J.	224
García-García, R.M.	352, 426, 429, 432
García-Ispierto, I.	414
García-Martínez, S.	438
García-Prieto, V.	33
García-Rodríguez, A.	269, 272
García-Ruíz, A.I.	281
García-Torres, S.	597, 714
García-Vázquez, F.A.	358, 435
Garde, J.J.	501
Garnica, F.P.	343
Garrido Varo, A.	603
Gasa, J.	81, 290, 296, 302, 314, 317
Gaspar, E.	420
Gaspar, P.	51, 57, 60
Gil, M.G.	408, 489, 513
Giménez, I.	367

AUTORES	Páginas
Gimeno, A.	221
Giráldez, F.J.	176, 675
Goddard, M.E.	519
Gol, S.	483, 600, 657
Gomes, A.	639, 642
Gómez, E.A.	93, 367, 260
Gómez, F.	24
Gómez, I.	621, 705
Gómez, W.D.	120
Gómez Cabrera, A.	21, 39
Gómez-Fernández, J.	305, 308, 311
Gómez-Izquierdo, E.	305, 308, 311
Gómez Raya, L.	87, 570
Gómez Rodríguez, J.	39
Gonzales-Barron, U.	606, 609, 636, 642
González, E.P.	176
González, J.	203, 206
González, J.S.	161
González, L.A.	245
González, M.G.	69, 72
González, M.M.	708
González-Arto, M.	420
González-Casquet, O.	399
González de Chavarri, E.	588
González-Luna, S.	149
González-Prendes, R.	459
González-Bulnes, A.	468
González-Recio, O.	519, 528
González-Rodríguez, A.	495, 522, 561, 564
Gosálvez, J.	376, 381
Gracia, A.	666
Grandía, J.	390, 417
Guedes, C.	48, 111
Guerra-Rivas, C.	678, 681, 699
Guerrero, J.E.	603
Guerrero, L.	669
Guillamón, E.	305, 308, 311
Gutiérrez, J.P.	558
Gutiérrez-Gil, B.	462, 471, 474
Gutiérrez-Peña, R.	54
Hachemi, M.A.	708, 711

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Hamdi, M.	263	Lahoz, B.	444, 447, 498
Hamill, R.M.	669	Lara, L.	323, 320
Hamilton, RST.	420	Larrán, A.M.	87
Hamzaoui, S.	230	Larrea-Dávalos J.A.	278
Haro, A.	323, 320	Latorre, M.A.	293
Hayes, B.J.	519	Lauzurica, S.	588
Henríquez, E.	600, 522	Lavín, P.	69, 72, 633, 645, 678, 681
Hernández, H.	393, 396	Laviña, A.	378
Hernández, J.A.	182, 185, 188	León, L.	266, 702
Hernández, M.	444	Limas, A.G.	197
Hernández, P.	552, 555	Lobón, S.	164, 167, 170
Hernández-Meléndez, J.	197	Loeza, R.	158, 299
Hervás, G.	140, 152, 155, 161	López, C.	99
Horrillo, A.	51	López, F.	173
Humada, M.J.	594	López, J.	711
Hurtado, A.	272	López, S.	675
Ibáñez, N.	465	López-Aguirre, D.	197
Ibáñez-Escriche, N.	504, 507, 558	López-Bote, C.J.	158, 299, 468
Iglesias, A.	630	López-Fernández, C.	376
Insausti, K.	621, 705	López-Gajardo, A.	597, 714
Iriondo de Hond, M.	651, 654	López Gallego, F.	236
Isabel, B.	158, 299, 468	López-Gatius, F.	346, 414
Izaquirre, M.	390, 417	López-Helguera, I.	346, 414
Izquierdo, D.	441	López-López, C.	45
Jaramillo, E.	176	López-Nuez, P.	305, 308, 311
Jaroso, R.	633	López-Paredes, J.	531
Jiménez, E.	233	López-Parra, M.M.	690, 693, 696
Jiménez, L.	75, 585	López-Sebastián, A.	405, 408
Jiménez-Calderón, J.D.	248, 340	López-Tello, J.	426, 429, 432
Jiménez-Hernando, M.A.	498	López-Úbeda, R.	364
Jiménez-Montero, J.A.	528	López-Vergé, S.	81, 302
Jiménez-Rabadán, P.	501	Lorenzo, J.M.	630, 687
Jones, E.	209	Lorenzo, P.L.	352, 426, 429, 432
Jones, S.	209	Macías, A.	378
Joven, M.	293	MacLeod, I.M.	519
Joy, M.	164, 167, 170	Madruga, A.	245
Jurado, J.J.	444, 498	Mainau, E.	245
Juste, V.	552, 555	Manca, M.G.	699
Keenan, D.F.	669	Mancho, C.	651, 654
Keller, M.	393	Manrique, E.	66, 117
Kleinman-Ruiz, D.	567	Manso, T.	678, 681, 699
Ladero, L.	597		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Manteca, X.	245	Miguel, E.	612, 615, 651, 654
Mantecón, A.R.	69, 72, 633, 645, 678, 681, 699	Miguélez, S.	182, 185, 188
Manuelian, C.L.	179	Millán, P.	432
Manunza, A.	573	Mínguez, C.	343
Marco, M.	281	Miralles, A.	266, 702
María, G.A.	63	Miranda-de la Lama, G.C.	63, 591, 663
Marín, R.	705	Mocé, E.	367
Marín, S.	423	Molina, A.	522, 534, 561
Maroto Molina, F.	21, 39	Molina-Alcaide, E.	131, 134
Maroto-Morales, A.	501	Molino, F.	164, 170
Marques, A.	84	Moll, X.	227
Marques, R.	78, 260	Mondéjar, I.	387
Martín, M.	305, 308, 311	Montiel, F.	299
Martín, P.	266, 702	Montoro, V.	75
Martin-García, A.I.	137, 194, 215, 233	Mora, J.	200
Martín-Orúe, S.M.	191	Morán, L.	675
Martín-Tornero, E.	597, 714	Morazán, H.J.	146
Martínez, A.	33, 45	Moreno, C.	495, 522, 564
Martínez, A.M.	480	Moreno, J.A.	191
Martínez, J.M.	158	Moreno-Gonzalo, J.	411
Martínez-Álvaro, M.	552, 555	Morrell, J.	370
Martínez Blánquez, M.	21	Mouresan, E.F.	495, 522, 561, 564
Martínez del Pino, L.	456	Mozo, R.	402, 444
Martínez-Fernández, A.	102, 248, 340	Muiño-Blanco, T.	378, 420
Martínez-Fernández, G.	233	Muller, A.	609
Martínez-Montes, A.M.	465	Munekata, P.E.	687
Martínez-Pastor, F.	370, 384	Munilla, S.	495, 522, 561, 564
Masache, J.L.	343	Muñoz, G.	486
Masdeu, M.	352	Muñoz-Regalado, B.	690, 693, 696
Masembe, C.	573	Mur, R.	346
Mata-Campuzano, M.	370, 384	Mur-Novales, R.	414
Matás, C.	358, 364, 435	Muzquiz, M.	305, 308, 311
Mateos, I.	134	Nava-Bernal, G.	120
Maza, M.T.	666	Navarro, M.A.	402
Medrano, J.F.	468, 516	Navarro-Lozano, V.	411
Mena, Y.	54	Nesme, T.	99
Mendizábal, J.A.	453, 456, 705	Newbold, C.J.	137, 143, 209
Menoyo, D.	284, 287	Nicodemus, N.	281, 284, 287
Mercadé, A.	573	Nicoloso, C.S.	117, 123
Mesías, F.J.	51, 57, 60	Nieto, R.	323, 320
Micheo, J.M.	54		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Noce, A.	573	Pérez, M.	597
Noguera, J.L.	504	Pérez-Baena, I.	93
Nudda, A.	699	Pérez-Blázquez, M.	714
Núñez, Y.	468, 477, 486, 579	Pérez-Cabal, M.A.	525
Ocasio-Vega, C.E.	278	Pérez-Guzmán, M.D.	75, 501, 534, 585
Olaizola, A.	24, 99	Pérez-Marín, D.	603
Olaizola, A.M.	66, 117	Pérez-Montarelo, D.	465
Oliete, B.	75, 585	Pérez-Pé, R.	378, 420
Olivera, J.	444	Peris, C.	93
Olleta, J.L.	708, 711	Petrón, M.J.	690, 696
Onega, E.	612, 615	Piedrafita, J.	42, 522, 561
Orriols, M.	42	Piles, M.	507, 510
Ortega-Mora, L.M.	411	Pindado, E.	126
Orús, A.	349	Pineda-Quiroga, C.	269, 272
Osorio, C.	597, 714	Pinedo, J.	87
Osoro, K.	33, 45, 411	Pinloche, E.	137
Osuagwuh, U.	349, 423	Piñeiro, P.	185
Otal, J.	266, 702	Pires, P.	636
Óvilo, C.	468, 486, 579	Pires, S.	84
Paço, S.M.	105, 108	Poindron, P.	393
Palacín, I.	355	Popova, T.	606
Palacios, C.	266, 337, 399, 702	Posado, R.	224
Palma-Granados, P.	323, 320	Prior, E.	597, 714
Palomo, M.J.	349, 423	Pryce, J.E.	519
Panea, B.	618, 624, 627, 672, 720	Puig-Oliveras, A.	480, 492
Pantrigo, M.	326	Pulido, A.F.	60
Paramio, M.T.	441	Pulido, F.	51
Pardal, S.	370, 384	Purroy, A.	453, 705
Parera, J.	326	Quadros, F.L.F.	123
Pascual, J.J.	260	Quintanilla, R.	459, 507
Pascual, M.	546	Quintín, F.	444
Pascual, M.R.	173	Radu, C.	170
Pascual-Alonso, M.	63	Rafel, O.	510
Paz Silva, A.	182, 185, 188	Ragab, M.	510
Peiró, R.	549	Ramón, J.	444, 510
Pena, R.N.	483, 540, 600, 657	Ramón, M.	501, 534
Pereira, A.P.	639, 642	Ramos-Morales, E.	143, 194, 215, 233
Pérez, C.	588	Ranilla, M.J.	134
Pérez, J.F.	263	Rauw, W.M.	87
		Rayas-Amor, A.A.	663
		Rebollar, P.G.	352, 426, 429, 432

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Regan, J.	99	Ruiz, M.	621, 705
Reiné, R.	99, 117	Ruiz, R.	269, 272
Reixach, J.	507	Ruiz de Huidobro, F. ...	612, 615
Resano, H.	24	Ruiz de la Torre, J.L. ...	245
Resconi, V.C.	669	Sagbay, C.	343
Resino-Talaván, P.	489	Sahelices, A.	57
Revilla, I.	266, 702	Saied, M.	666
Revilla, M.	480, 492	Saiz, A.	281
Revilla, R.	36	Salaet, I.	260
Rey, A.I.	468	Salama, A.A.K.	149, 227, 230
Riaguas, L.	117	Salem, A.Z.M.	197
Rigau, T.	42	Sánchez, A.	573
Ripoll, G.	164, 167, 618, 624, 627, 672, 720	Sánchez, J.P.	507, 510
Rivas, E.	402	Sánchez, M.	126
Rivero, M.	191	Sánchez, P.	444, 447
Rodrigues, P.	642	Sánchez-Andrade, R. ..	182, 185, 188
Rodríguez, C.	465, 570, 579	Sánchez-Baltasar, R. ..	693
Rodríguez, L.	684	Sánchez-Briñas, B.	633
Rodríguez, M.	93, 426, 429, 432	Sánchez-Espada, A.I. .	381
Rodríguez, M.C.	477, 486	Sánchez-Nadal, J.A. ...	355
Rodríguez, P.L.	173	Sánchez-Ocaña, A.	337
Rodríguez-Gil, J.E.	42	Sánchez-Rodríguez, A.	352
Rodríguez-Ledesma, A.	60	Sánchez-Rodríguez, M.	534
Rodríguez Medina, P.L.	236	Sánchez-Sánchez, R. .	411
Rodríguez Meilán, J. ...	236	Sánchez-Vera, E.	120
Rodríguez-Prado, M. ...	245	Sanchís, J.	182, 185
Rodríguez-Ramilo, S.T.	567	Sanjuán, M.L.	257
Rodríguez-Sánchez, J.A.	218, 331	Sansano, S.	367
Rojo, R.	197	Santacreu, M.A.	549
Rojo-Montejo, S.	411	Santiago, C.	102
Román-Trufero, A.	33, 411	Santiago-Moreno, J. ...	405, 408
Romar, R.	438	Santolaria, P.	355, 376
Romasanta, A.	188	Santos, V.	48, 111
Romero, M.P.	591	Santos Alcudia, R.	21, 39
Roncalés, P.	660, 717	Sanz, A.	36, 164, 167, 170, 218, 331
Ros-Freixedes, R.	483, 540, 600, 657	Sañudo, C.	708, 711
Rothschild, M.F.	483, 507	Saro, C.	134
Roura, M.	441	Sarriés, M.V.	621, 705
Rovai, M.	179	Schauf, S.	212, 221
Roy, R.	381	Sedó, F.	200
		Seiquer, I.	323, 320
		Sepúlveda, W.S.	63

AUTORES	Páginas
Serradilla, J.M.	534
Seradj, A.R.	146, 200
Serrano, E.	24, 594
Serrano, M.	381, 534
Serrano-Pérez, B.	346, 414
Sevilla, E.	444
Silió, L.	465, 477, 486, 570, 579
Silva, F.	639, 642
Silva, S.R.	48, 111
Silveira, V.CP.	123
Siurana, A.	251, 254
Sol, C.	314, 317
Solà-Oriol, D.	81, 263, 290, 296, 302
Solé, A.	242
Soler, A.J.	501
Sonesson, A.K.	537
Soret, B.	453, 456
Soriano-Úbeda, C.	358, 435
Soto, S.	441
Suárez, J.L.	188
Suárez-Belloch, J.	293
Suárez-Vega, A.	462
Such, X.	149, 230
Tabárez, A.	349, 423
Tabernero de Paz, M.J.	224, 684
Talaván, A.M.	361, 373
Tamayo, K.	600
Tamayo, S.	600
Tavares, T.	78
Tejerina, D.	597, 714
Tejido, M.L.	176, 675
Terré, M.	242
Timón, M.L.	690, 696
Toledano-Díaz, A.	405, 408
Tomás, C.	87, 305, 308, 311, 367
Tor, M.	483, 540, 600, 657
Toral, P.G.	140, 152, 155, 161

AUTORES	Páginas
Toro, M.A.	87, 537, 567
Torrent, F.	588
Torres, O.	408
Trindade, M.A.	687
Tudela, L.	126
Tuono, T.	346
Urrutia, O.	453, 456
Vanegas, J.L.	203, 206, 278
Varela, A.	305, 308, 311
Varona, L.	495, 522, 561, 564
Vázquez, I.	24
Vázquez-Armijo, J.F.	197
Vázquez-Briz, S.	93
Velasco, B.	426, 432
Velázquez, F.	158, 299
Velázquez, R.	408
Ventós, A.	349
Verdu, M.	239
Vicente, J.G.	158, 299
Vicente, F.	102, 248, 340
Vicente-Amores, F.M.	30, 114
Vicente-Fiel, S.	355
Vieira, C.	678, 681
Vielma, J.	393
Vilaró, F.	600
Villagrasa, L.	657
Villalba, D.	36, 200
Villamediana, R.	69, 72
Villanueva, B.	537, 567
Villarroel, M.	87, 588
Viña, C.	257
Viudes-de-Castro, M.P.	361, 373
Webster, P.G.	343
Xavier, C.	609
Yáñez-Ruiz, D.R.	137, 194, 215, 233
Yániz, J.L.	355, 376
Yus, E.	257
Zamudio, B.A.	66
Zubiria, I.	272

Ponencia inaugural

UNA REFLEXIÓN PROSPECTIVA SOBRE TÉCNICAS SOSTENIBLES PARA CONTROLAR LA REPRODUCCIÓN EN MAMÍFEROS DOMÉSTICOS

Philippe Chemineau^{1,2}

¹UMR Physiologie de la Reproduction et des Comportements, INRA, CNRS, Univ Tours, IFCE, 37380 Nouzilly, France. *Philippe.Chemineau@tours.inra.fr*

²EAAP - The European Federation for Animal Science. Via Tomassetti 3 - 00161 Roma, Italy.

INTRODUCCIÓN

Desde hace tiempo, pero sobre todo en los últimos 50 años, los avances científicos en el área de la estimación del valor genético de los animales de granja y en el desarrollo de la inseminación artificial con semen congelado y otras técnicas de reproducción, especialmente en el ganado lechero, han permitido un aumento espectacular en la tasa del progreso genético.

Sin embargo, hay que preguntarse si hemos llegado al límite en la aplicación de estas técnicas de control reproductivo, y es interesante centrarse en su sostenibilidad en condiciones agrícolas. Estos son los objetivos del presente texto.

Por lo tanto, después de una breve visión general de los intereses del control de la reproducción de animales de granja, vamos a revisar rápidamente los principales sistemas de reproducción existentes en las diferentes especies de mamíferos de granja y sus tendencias, las debilidades y desafíos existentes en estos sistemas. Terminaremos con el examen de los temas de investigación en los cuales se podría invertir en el futuro, y la necesidad de desarrollar un enfoque integrador con el fin de introducir las tecnologías de la reproducción dentro de los sistemas ganaderos para que puedan ser eficientes y sostenibles.

(1) ¿Cuál es el interés en el control de la reproducción animal?

1.1. Progreso genético

El primer interés es aumentar la velocidad del progreso genético. Una vez que la elección de un macho o una hembra se hace con rasgos específicos e interesantes, el agricultor desea difundir estos rasgos ampliamente en sus descendientes. Así, la primera y aún vigente forma de control de la reproducción, es elegir las hembras que son apareadas con un macho previamente seleccionado, con el fin de que su cría sea identificada y criada, para ser reproducida y mejorar la producción.

Desde hace más de 50 años, el amplio uso de la inseminación artificial (IA) con esperma congelado de la especie bovina ha provocado un espectacular aumento de la velocidad de la selección, principalmente debida a tres ventajas cruciales (van Arendonk, 2011). La primera es la posibilidad, dada por las pruebas de descendencia en las granjas, de evaluar el valor genético de los toros jóvenes, para seleccionar con precisión a los mejores machos antes de su muerte. La segunda es de difundir ampliamente el semen y los alelos favorables de estos mejores toros en el espacio y el tiempo para mejorar el valor genético del rebaño completo, a pesar de no haber participado en el esquema de prueba sobre descendencia. La tercera ventaja proviene de la posibilidad, debido a la presencia de descendientes de los mismos toros en diferentes granjas, de conectar los rebaños entre sí, y comparar su valor genético, sin confundirlo con los efectos del medio ambiente.

Esto es cierto para todas las especies de animales de granja, aunque la cantidad de esperma producido por los machos y el número mínimo de espermatozoides necesarios para la IA, que determina el número de hembras que pueden ser inseminadas artificialmente por macho, varía mucho entre especies (Chemineau et al., 2001). Las especies varían también en la capacidad del semen para ser congelado, y utilizarlo en granjas a un precio razonable en comparación con los ingresos de los ganaderos. Así, en los sistemas intensivos de ganado lechero, un amplio número de hembras son inseminadas artificialmente con el esperma congelado de un toro, mientras que, en el ganado ovino, un menor número de ovejas son inseminadas con semen fresco de un borrego.

La misma lógica se puede aplicar con la transferencia de embriones o, más recientemente, la fecundación in vitro con óvulos obtenidos por "pick-up". Sin embargo, es mucho más difícil y costoso aumentar la descendencia de la hembra que la del macho.

1.2. Elección de los periodos de parto

La elección de los periodos de partos, permite hacer frente a la variación de la disponibilidad de alimentos, al sistema de producción o a la demanda de los consumidores. La concentración de los partos en unas semanas o días, reduce el tiempo invertido en ellos y los costes, y permite un mejor cuidado a las crías, disminuyendo la mortalidad temprana. Después, la presencia de grupos homogéneos de animales permite satisfacer adecuadamente sus necesidades alimenticias, proporcionando curvas de crecimiento menos variables y grupos más homogéneos para la matanza y el mercado. El impacto social del control de la reproducción para la agricultura familiar es también importante porque da tiempo para otras actividades complementarias, o para descansar. Por lo tanto, el control de la reproducción es una forma para el agricultor de encontrar un equilibrio adecuado entre productividad, adaptación al mercado y la vida familiar.

1.3. Reducción de periodos improductivos en hembras

En la mayoría de especies de animales de granja, adelantar la pubertad aumenta su productividad a lo largo de su vida (cerdos, ganado vacuno, ovejas) y permite sincronizar su período de cría con la de los adultos (cerdos, ovejas y cabras). La reducción de la duración de reposo sexual anual (ovejas y cabras) permite el aumento de la productividad durante el año.

1.4. Características comunes entre especies para el objetivo de control reproductivo

La primera de ellas es la detección de comportamiento estral, y/o, eventualmente, asociado a la ovulación, en las hembras cíclicas. Esto se puede hacer a través de la observación de los animales por el ganadero, o por detección automática mediante la ayuda de la robótica.

La segunda es la sincronización de estros y ovulaciones fértiles en un momento preciso en el año. El "deseo" de sincronización puede ser muy preciso (ovulaciones repartidas en menos de 24 horas) con el fin de realizar la IA a tiempo fijo, sin detección de celos, o menos preciso (en días) si sólo se requiere la sincronización del parto. La sincronización se asocia, sobre todo en el ganado ovino, a un aumento moderado de la tasa de ovulación para proporcionar dos corderos por parto, pero no más.

La tercera es el aumento de la potencia de distribución de los alelos favorables de machos y/o hembras específicos. Este objetivo puede ser alcanzado en los machos a través de la mejora de la producción de esperma y la tecnología de semen, pero también de la mejor sincronización de las ovulaciones y condiciones de IA, que permite una reducción del número de espermatozoides inseminados para producir descendencia. En las hembras, este objetivo, como se dijo anteriormente, es más complicado de alcanzar, ya que producen menos ovocitos por período de ovulación y porque estos ovocitos son de más difícil acceso que el esperma de los machos. Superovulación y "ovum pick-up" asociados con la fecundación in vitro, son las principales medidas para mejorar la distribución de alelos de la hembra.

(2) ¿Cuál es la situación actual de los sistemas reproductivos de los animales de granja?

2.1. Las razones de la alta variabilidad entre especies en cuanto al control reproductivo.

La situación de las especies es muy variable por cuatro razones principales. La primera proviene de las diferencias biológicas entre especies en cuanto a sus características de reproducción. En efecto, tanto las especies de animales salvajes, como las especies de los animales de granja, han desarrollado diferentes características del ciclo estral en términos de duración, de presencia en el año y de tasa de ovulación.

La segunda proviene de la disposición de sus gametos (espermatozoides y ovocitos) para soportar la "supervivencia" in vitro que se requiere para producir un aumento en la tasa de difusión, o una facilidad para ser inseminada artificialmente. Por ejemplo, la tecnología

utilizada para congelar el semen de toros no funciona tan bien en otras especies. En ovinos, caprinos y cerdos, es necesario separar el plasma seminal antes de congelar (cabras, Nunes et al., 1982). En verracos, es necesario aumentar la concentración de espermatozoides del eyaculado (Martinat-Botte et al., 2009). En las ovejas, la única manera de obtener una tasa alta de fecundidad en IA usando esperma congelado, es depositarlo directamente en los cuernos uterinos (Vallet et al., 1992).

La tercera es debido al hecho de que algunas especies de importancia económica mayor recibieron mucha atención en términos de investigación desde hace 50 años, mientras que otras especies fueron atendidas sólo por un pequeño grupo de científicos.

La cuarta es que, dentro de una sola especie, hay una gran variabilidad entre los sistemas de cría de ganado alrededor del mundo (De Roest, 2011). En cuanto al número de explotaciones o el número de animales que usan técnicas para el control de la reproducción, es muy obvio que la mayoría no usa técnicas sofisticadas, y otras no utilizan ninguna técnica, solo la cubrición natural.

A pesar de la dificultad de este contexto, se intentó hacer una descripción real de los principales sistemas reproductivos, y de los problemas o preguntas acerca de la fertilidad, entre las especies y tipos de producción.

2.2. Bovinos

En el ganado lechero intensivo, el sistema más común está representado por las vacas Holstein, en las cuales la reproducción se realiza por IA con semen congelado después de la detección del estro natural. En este sistema, la selección intensa para la producción de leche se asocia con el aumento de problemas de fertilidad (Dobson et al., 2008). La fertilidad expresada en términos de tasas de no retornos después de la primera IA ha disminuido desde hace 15 años, y hoy es de un 40% en la mayoría de los casos. Estas dificultades pueden verse incrementadas por las condiciones locales (estrés térmico, uso de hormonas exógenas para aumentar la producción de leche), o disminuidas por una adecuada selección y/o un manejo menos agresivo. En las explotaciones más intensivas, la tasa de reemplazo no llega a cubrirse, lo que muestra que este sistema no es sostenible en el medio plazo. El primer problema con respecto a la reproducción existente en este sistema es la detección del celo, que necesita ser automatizado ya sea durante el ordeño (midiendo las hormonas en la leche, Asmussen, 2010) u observando la actividad del comportamiento. El segundo problema se refiere a la fertilidad por sí misma, ya que, incluso después de una buena detección de celo, las tasas de concepción son bajas e impredecibles. Estas dos áreas son los temas de programas de investigación en varios países actualmente (Garnsworthy et al., 2008; Royal et al., 2008; Wathes et al., 2008).

En el ganado de carne, la posición es mucho más dependiente de las condiciones locales de alimentación y, como resultado, el sistema reproductivo es altamente dependiente de la disponibilidad del forraje y de la gestión de las reservas corporales de las vacas durante el ciclo anual (Blanc y Agabriel, 2008; Alvarez-Rodriguez et al., 2009). La gran mayoría de las fecundaciones se logran mediante monta natural con un muy bajo control de la reproducción, los tratamientos hormonales se utilizan en un número limitado de sistemas de los países desarrollados. En la mayoría de los sistemas, la prioridad es sincronizar el estro y la ovulación en un periodo en el cual el final de la gestación y/o el parto se produzca cuando exista la mayor disponibilidad de forraje, de tal manera que la condición corporal al parto sea buena y/o que la madre tenga forraje para el amamantamiento. El objetivo económico de obtener un ternero por vaca por año no se alcanza en muchos sistemas, especialmente los de los trópicos o subtropicos donde la temporada de lluvias no está bien definida de un año a otro.

La situación del ganado de doble propósito es interesante porque el ganadero tiene que encontrar un equilibrio entre los dos propósitos, y porque él puede utilizar la interacción entre la disponibilidad de alimentos, la producción de leche y la presencia de terneros para controlar la actividad reproductiva de las vacas (Alejandrino et al. 1999; González-Stagnaro, 2008). Excepto en condiciones muy adversas cuando los recursos alimenticios limitan la recuperación de las reservas corporales, el control de la reproducción puede ser generalmente más fácil que en los dos sistemas anteriores. En este sistema, el ganadero

está generalmente más cerca de las hembras lecheras para detectar mejor el comportamiento de estro y entonces se organiza el apareamiento o el uso de IA.

Las biotecnologías reproductivas (congelación y transferencia de embriones, fecundación *in vitro* después de la obtención de óvulos y/o maduración de ovocitos) pueden ser utilizadas tanto en vacas lecheras como de carne, para ser incluidas en los esquemas de selección. Éstas son también útiles para intercambiar genotipos con una alta seguridad sanitaria de un país a otro (intercambio de machos vivos está prohibido actualmente) (Thibier, 2006).

2.3. Ovinos

La mayoría de las razas ovinas se crían para producir carne en sistemas extensivos, en los cuales los machos están en contacto permanente con las ovejas todo el año. En los sistemas de producción de latitudes templadas y subtropicales, la actividad reproductiva es controlada por los cambios fotoperiódicos que producen la presencia de una temporada de anestro, y limita las concepciones únicamente en otoño-invierno para que los corderos nazcan en invierno-primavera (Hafez, 1952). Dentro de las zonas tropicales, es la disponibilidad alimenticia que provoca periodos de partos más dispersos y menos predecibles, que pueden ser discordantes con la disponibilidad forrajera (Chemineau et al., 2007). En los sistemas intensivos de ovinos de carne, la sincronización hormonal utiliza la secuencia progestágenos- gonadotropinas, que permite la ovulación a un momento preciso después de retirar el progestágeno; entonces se hace una sola IA con semen refrigerado a una hora fija en un amplio número de hembras. En estos sistemas, la fertilidad después de la IA es generalmente superior al 55% de partos con una prolificidad entre 1,5 y 2,0. Esto permite una buena tasa de productividad cuando las ovejas paren tres veces en dos años (Benoit et al., 2009). En los sistemas menos intensivos, o en las granjas ecológicas, y sobre todo en las razas menos estacionales, como las razas procedentes de la cuenca del Mediterráneo, se utiliza el "efecto-macho" (re-introducción de carneros sexualmente activos en un grupo de ovejas anéstricas para inducir y sincronizar las ovulaciones fértiles) (Girard, 1813; Thimonier et al, 2000). Pero hasta donde sabemos, probablemente debido a una menor sincronía de la ovulación, el efecto macho es raramente asociado con la IA.

Las ovejas lecheras están más o menos en la misma situación reproductiva que las ovejas de carne en sistemas intensivos, pero el objetivo de los ganaderos es obtener un parto al año, no más. Estas razas se crían generalmente en zonas templadas o mediterráneas, sometidas a las variaciones fotoperiódicas naturales, que inducen una estacionalidad ovulatoria y de celo como en el ovino de carne. Cuando se utiliza la IA, como en el caso de los esquemas de selección intensiva para la producción de leche (Ugarte et al., 2014), la sincronización hormonal de la ovulación y del comportamiento estral es muy utilizada para la obtención de un calendario muy preciso de la ovulación para la inseminación con semen refrigerado (Lagriffoul et al. 2010)

Las biotecnologías reproductivas (congelación y transferencia de embriones, fecundación *in vitro* después de la obtención de óvulos y/o la maduración de ovocitos) (Cognie et al., 2004; Lagriffoul et al, 2010) pueden también ser utilizadas en ovino con objetivos iguales a los del ganado bovino, pero hasta donde sabemos, no se utilizan extensivamente a nivel empresarial, excepto para los intercambios de genotipos y la gestión de los núcleos de rebaños.

2.4. Caprinos

La mayoría de rebaños de cabras en el mundo se utilizan para la producción de carne y, como en el ganado ovino, generalmente los chivos están presentes todo el año con las hembras. El control fotoperiódico de la estacionalidad reproductiva (es decir, concepciones de septiembre a enero en el hemisferio norte) es muy intenso en las razas templadas y subtropicales que tienen un anestro profundo en primavera y verano. Como en ovejas, una estrategia oportunista de la reproducción basándose en la respuesta a la disponibilidad alimenticia se desarrolla en razas tropicales (Chemineau et al., 2007).

Las cabras lecheras o de doble propósito tienen un patrón reproductivo similar a las cabras de carne. Como en el ganado ovino en sistemas intensivos, las cabras pueden cubrirse mediante tratamientos hormonales con un sola IA con esperma congelado a una hora fija después de retirar el progestágeno (Corteel et al., 1988; González Stagnaro, 1984). Este

semen congelado puede provenir de machos cabríos mantenidos bajo ritmos luminosos acelerados, que permiten una producción todo el año de semen de alta calidad para congelación (Delgadillo et al., 1991; 1992; 1993). Bajo estas condiciones, las tasas de fertilidad de las cabras lecheras mantenidas en condiciones intensivas es generalmente del 60 % (Leboeuf et al., 2008). El semen refrigerado puede también utilizarse si los tratamientos fotoperiódicos acelerados se aplican a los machos cabríos con el fin de evitar la disminución estacional de la capacidad fecundante de los espermatozoides.

El efecto chivo es muy eficiente para inducir estros y ovulaciones fértiles (Chemineau, 1983. Chemineau et al., 2006), especialmente cuando los machos son estimulados con luz de tal manera que estén sexualmente activos cuando las cabras están en anestro (Delgadillo y Vélez, 2010; Delgadillo, 2011).

Las biotecnologías reproductivas (congelación y transferencia de embriones, fecundación in vitro después de la obtención de óvulos y/o maduración de ovocitos) (Ali Al Ahmad et al., 2008), podrían también ser utilizadas en cabras, como en vacas y ovejas, pero a nuestro conocimiento, no son ampliamente utilizadas a nivel comercial, a excepción de los intercambios de genotipos y situaciones muy excepcionales ("limpieza" de un rebaño para una enfermedad, por ejemplo).

2.5. Cerdos

El ritmo de producción intensiva de los cerdos está gobernado por el rendimiento reproductivo de las cerdas, que ovulan en un tiempo fijo después del destete de los lechones (Soede et al., 2011). Esto permite que el ganadero obtenga una sincronización natural de un grupo de hembras y la oportunidad de utilizar semen para la IA. El semen refrigerado se utiliza en gran escala debido a la capacidad de los espermatozoides del cerdo para sobrevivir hasta cinco días sin disminución significativa en la tasa de fecundación (Fantinati et al., 2009). Estas características han llevado al desarrollo de sistemas de reproducción con un rendimiento excepcional a un coste relativamente bajo, permitiendo así establecer programas rápidos y eficientes de mejora genética (Tribout et al., 2010). Los tratamientos hormonales se utilizan raramente pero se pueden aplicar a las cerdas jóvenes para sincronizar el primer estro, permitiendo una buena sincronización de la pira (van Leeuwen et al., 2011). La IA con semen congelado y/o la transferencia de embriones están todavía en su etapa inicial y no se utilizan más que de forma experimental en la actualidad.

La producción porcina "extensiva" (familiar) se realiza en unidades pequeñas, donde los animales están cerca del ganadero lo que permite una detección eficiente del estro después del destete de los lechones, y el apareamiento natural.

(3) ¿Cuáles son las tendencias, las debilidades y posibles retos?

Se espera que los sistemas ganaderos seguirán una clara tendencia a la intensificación para cubrir la fuerte demanda prevista de los productos de origen animal relacionado con el aumento de la población mundial con ingresos más altos, especialmente en países emergentes (De Roest, 2011). Sin embargo, es muy claro también que la mayoría de nuestros sistemas intensivos, desarrollados durante los últimos 50 años, han alcanzado (incluso pasado) algunos límites en términos de huella en el medio ambiente mundial (por ejemplo, nitrato y fosfato en el agua, gases de efecto invernadero por la fermentación entérica de los rumiantes y/o por el estiércol o purín de los cerdos) o el bienestar de los animales (el alojamiento en grupo de los animales o alojados en espacios estrechos). Necesitamos modificar estos sistemas intensivos con el fin de orientar su producción hacia una mayor sostenibilidad y bienestar de los animales, así como para proteger el medio ambiente.

A pesar de que, por razones de salud humana (enfermedades de sobrepeso y cardiovasculares), sería necesario reducir nuestro consumo de productos de origen animal a nivel mundial (especialmente en los países industrializados), ésto no será probablemente suficiente para cubrir las necesidades en productos de origen animal (Karl-Heinz, 2009; Paillard y Treyer, 2010; Paillard y Dorin, 2010; Ronzon et al., 2011). De este modo, la industria ganadera se enfrenta al reto de aumentar su producción y, al mismo tiempo, reducir su impacto sobre el medio ambiente.

La reproducción está involucrada de tres maneras en este desafío: (a) incrementar la eficiencia reproductiva por hembra, que permita una mejor productividad reduciendo así el impacto por kg de producto de origen animal, (b) desarrollar nuevas, innovadoras y eficientes tecnologías de reproducción sin hormonas para el control de la reproducción (Martin et al., 2004) (c) desarrollar la IA y biotecnologías reproductivas para ser utilizadas en plena asociación con la selección genómica.

3.1. El aumento de la eficiencia reproductiva.

El incremento de la eficiencia reproductiva debe llevarse a cabo como en el pasado, pero no únicamente para mejorar mediante el aumento de la media, sin tener en cuenta la variabilidad. Para las especies lecheras, el objetivo sigue siendo conseguir la máxima fertilidad, teniendo en cuenta que la selección para la fertilidad podría hacerse sin dejar la selección para la producción de leche (Barbat et al., 2010), debemos centrarnos en una mejor gestión de toda la vida útil de las hembras, tratando de encontrar una optimización entre la producción de leche y la fertilidad (Coyral-Castel et al., 2011). En el ganado vacuno de carne, una mejor gestión de las reservas corporales y de su reconstitución en momentos cruciales durante el ciclo reproductivo puede ser un objetivo con el fin de obtener un ternero por año y por vaca (Blanc et al., 2006). Para las especies polítopas criadas para la producción de carne, como ovejas y cerdos, la prolificidad seguirá siendo un componente importante de la rentabilidad para los ganaderos, por lo que sigue siendo un objetivo de mejorarla cuando sea posible (es decir, cuando la prolificidad es baja). Sin embargo, en los sistemas más intensivos, un control preciso de la variabilidad de tamaño de la camada sería un objetivo razonable para impedir el nacimiento de crías pequeñas, que tienen bajas probabilidades de supervivencia. En todos los sistemas ganaderos, el aumento de la eficiencia reproductiva es un gran contribuyente a la disminución de la huella ambiental por kg de producto de origen animal proveídos al consumidor. Sin embargo, ésta tendrá que ser calculada teniendo en cuenta el conjunto del sistema de producción, no solamente en la producción de la hembra.

3.2. Desarrollo de nuevas tecnologías de reproducción sin hormonas

Necesitamos desarrollar nuevas, innovadoras y eficientes tecnologías de reproducción sin hormonas para controlar la reproducción en el futuro. Desde hace aproximadamente 50 años, con el descubrimiento de los efectos muy potentes de los esteroides (progestágenos) y las gonadotropinas, la industria ha sido capaz de desarrollar formas altamente eficientes para controlar el momento y las tasas de concepción. Pero, por un lado, cada vez más discusiones parecen cuestionar el uso de estas hormonas en la producción animal, al menos en Europa, por razones sanitarias y éticas. Por otro lado, los propios productores se ven tentados a desarrollar sistemas nuevos y libres de hormonas de la reproducción de sus animales. La investigación en el área de las relaciones socio-sexuales entre animales se ha hecho, sobre todo, en los pequeños rumiantes (ovejas y cabras), en distintos sistemas de producción, para desarrollar sistemas innovadores basados en el «efecto-macho» (Girard, 1813; Underwood et al., 1944; Shelton, 1960; Chemineau, 1983; Thimonier et al., 2000) para el control fuera de la temporada de actividad reproductiva. Los avances también se realizaron en el ganado vacuno para manipular la duración del anestro posparto mediante la separación temporal corta (30 minutos por día) o larga (un día) del ternero (Stumpf et al., 1992; Soto Belloso et al., 1997; Fagundes et al., 2006; Escrivao et al., 2009; Alvarez-Rodríguez et al., 2010), asociado o no, con la presencia de los toros. Esto parece una técnica interesante para seguir investigándola (Bonavera et al., 1990; Monje et al., 1992; Gazal et al., 1999; Molina et al., 2002; Berardinelli y Joshi, 2005a, 2005b; Berardinelli et al., 2005; 2007; Berardinelli y Tauck, 2007; Miller y Ungerfeld, 2008). En los animales cíclicos, el desafío es encontrar formas eficientes y de bajo coste para la detección del comportamiento estral. Esto es claramente un área muy activa en cuanto a la investigación aplicada, al menos en el ganado vacuno y ovino.

3.3. Desarrollo de la IA y biotecnologías reproductivas

Por último, sigue siendo muy importante el desarrollo de la IA y biotecnologías reproductivas que se utilizarán en plena asociación con la selección genómica (Merton, 2011). La inseminación artificial es todavía una forma muy eficiente para llevar a cabo la mejora

genética, como se explicó anteriormente, y todavía es necesario mejorar su eficiencia y ampliar sus ámbitos de aplicación en el futuro. Esto significa que el semen refrigerado podría ser utilizado en asociación con esperma congelado. También tenemos que seguir investigando para determinar el número mínimo de espermatozoides que se pueden inseminar en las diferentes especies. Con las nuevas técnicas de selección genómica, probablemente será importante continuar con la investigación en biotecnologías reproductivas básicas y aplicadas para disminuir el intervalo entre generaciones, obteniendo lo antes posible (embrión) tejidos para la evaluación genómica, después la recolección de semen y ovocitos de animales muy jóvenes, una vez que su valor genético es conocido (Merton, 2011). El continuo desarrollo de estas biotecnologías reproductivas debe hacerse en estrecha asociación con los programas desarrollados simultáneamente en la selección genómica.

(4) ¿En qué ámbitos sería útil invertir en el futuro?

4.1. La primera dirección podría ser un mejor conocimiento de las bases fisiológicas y etológicas de las interrelaciones socio-sexuales entre animales. Los recientes resultados obtenidos en cabras lecheras utilizando machos sexualmente activos para inducir celos y ovulaciones fuera de la temporada (Delgadillo et al., 2009, 2011) o para mantener cabras (Delgadillo et al., 2015) y ovejas (Abecia et al., 2015) cíclicas todo el año, mostraron el potencial de estas relaciones socio-sexuales. También demostraron que probablemente las hemos subestimado como un medio para desarrollar técnicas nuevas y sostenibles para controlar la reproducción. La identificación de la responsabilidad relativa de la comunicación feromonal frente a la actividad de comportamiento en la respuesta al «efecto macho» podría ser de gran interés. Las feromonas se han identificado en cabras como productos de la degradación oxidativa de los ácidos grasos sintetizados y secretados por las glándulas sebáceas del cuello del chivo (Iwata et al., 2003; Okamura y Mori, 2005). Sin embargo, estos compuestos están involucrados en el atracción al macho, y la demostración formal de su eficacia para estimular la secreción de LH fue hecha recientemente (Murata et al., 2014).

En los sistemas de ganado vacuno de carne, la misma observación puede hacerse mediante la separación temporal de los terneros (Berardinelli y Joshi, 2005a; Kawashima et al., 2008) y la presencia del toro (Zalesky et al., 1984; Larson et al., 1994; Landaeta-Hernández et al., 2004; Landaeta-Hernández et al., 2006) para acortar el anestro posparto. Ésta es un área ya explorada (Custer et al., 1990; Burns y Spitzer, 1992; Fernández et al., 1996; Fike et al., 1996; Bolaños et al., 1998; Rekwot et al., 2000a, 2000b; Ruas et al., 2001; Rekwot et al., 2004; Calegare et al., 2009; Fiol et al., 2010; Tauck et al., 2010), pero requiere continuar con la investigación para entender mejor las razones de la variabilidad de la respuesta ovárica al amamantamiento (Alvarez-Rodríguez et al., 2009, 2010). Se han realizado también intentos para identificar las feromonas responsables de los efectos de la presencia del toro en la reducción del anestro posparto (Tauck et al., 2006; Tauck y Berardinelli, 2007; Tauck et al., 2010).

En los cerdos, la eficiencia del destete de los lechones para la inducción de celos fértiles podría ser un modelo interesante para entender mejor cuáles son los mecanismos subyacentes implicados en este efecto del destete. De la misma manera que en el bovino, el amamantamiento temporal de los lechones produce resultados variables que sería interesante estudiar con más detalle (Gerritsen et al., 2008). En todas estas especies, podría ser útil conocer cuáles son las señales sensoriales implicadas en la percepción de la pareja para entender mejor la importancia de la actividad sexual y/o social en la obtención de una respuesta reproductiva.

En todas las especies de mamíferos de granja, un mejor conocimiento de los mecanismos utilizados por los machos (o hembras) para detectar las hembras en celo también podría ser de gran interés (Delgadillo et al., 2009). Las feromonas asociadas al estro han sido identificadas en algunas especies silvestres (elefante: Lazar et al., 2002; Goodwin et al., 2006) y también algunos productos han sido identificados en bovino, aunque su actividad biológica no es tan clara como en especies silvestres (Kumar et al., 2000; Sankar y Archunan 2004; Sankar et al., 2007). Recientemente, tres productos asociados con el estro

de vaca demostraron ser activos para mejorar el comportamiento de toros (Le Danvic et al., 2015).

4.2. La segunda dirección podría ser una inversión importante en el control genético de los caracteres reproductivos. Desde la secuenciación de los genomas de nuestras especies domésticas y con el desarrollo muy fuerte de la selección genómica, ahora es posible tener en cuenta los caracteres menos heredables dentro de los programas de mejora genética. Éste es el caso de los caracteres de fertilidad que tienen baja heredabilidad y que son difíciles de fenotipar. La fertilidad de vacas lecheras en sistemas intensivos ya se tiene en cuenta en los planes de selección (Berglund, 2008; Barbat et al., 2010). Los otros caracteres descritos anteriormente (estacionalidad, duración del anestro post-parto, comportamiento sexual, superovulación, etc.) podrían ser explotados mejor en términos de su control genético (AlShorepy y Notter, 1997; Hanocq et al., 1999), y luego identificar los genes y alelos responsables de fenotipos favorables y usados en esquemas de selección.

4.3. La tercera dirección es el esfuerzo continuo en el desarrollo de la eficiencia de las biotecnologías reproductivas «clásicas» (IA, transferencia de embriones, fecundación in vitro, etc.), al mismo tiempo que una inversión en nuevas biotecnologías (clonación y recombinación homóloga) (Merton, 2011) que podrían permitir el acceso a los animales muy jóvenes, incluso al embrión mismo, en el cual se podría utilizar sólo un pequeño conjunto de células para evaluar polimorfismos marcadores (Le Bourhis et al., 2011). Una vez conocidos, los animales jóvenes se utilizarán para producir descendientes tan pronto como sea posible. Se prevé nuevamente interés por las hembras de élite para que la estimación del valor genómico sea mucho más fácil, y que podría ser una interesante manera de producir descendientes de alto valor.

Las nuevas biotecnologías de la reproducción, que se definen aquí como las que tienen por objeto modificar la secuencia del genoma y/o la expresión del genoma, son también un área en la cual los laboratorios más avanzados pueden invertir. Por lo menos en Europa, debido a la renuncia de la sociedad hacia estas técnicas, hay poca posibilidad de utilizarlas en condiciones de campo en un futuro próximo, sino más bien a utilizarlas como herramientas para explorar el papel de los genes sospechosos de controlar un carácter específico y la importancia de la epigenética en la construcción de los fenotipos adultos.

4.4. La cuarta dirección está claramente dirigida hacia la ingeniería de nuevas e innovadoras técnicas de reproducción para ser utilizadas en condiciones de granja. Las técnicas más antiguas, como la secuencia progestágenos-gonadotropinas y/o el uso de prostaglandinas (Macmillan, 2010; Islam, 2011), que actualmente se utilizan en millones de hembras cada año, han requerido al menos diez años y fuertes esfuerzos para pasar del descubrimiento en el laboratorio a un uso correcto en condiciones de campo. Este será el caso para las técnicas nuevas y sostenibles descritas anteriormente, que requerirán la ingeniería específica para una aplicación correcta en las condiciones de granja. Esta ingeniería es claramente parte de la investigación y debe ser realizada por los propios laboratorios, que invierten de forma simultánea en investigación más básica.

La ingeniería para la detección del celo sigue siendo un área de mucho interés en el ganado lechero, donde la supervisión del estado endocrino dos veces al día de las hembras de ordeño fue propuesto como una técnica automática para detectar el final de una fase lútea y el inicio de la siguiente fase folicular asociado con una probabilidad alta del estro (Asmussen, 2010). Como se mencionó anteriormente, la identificación de las feromonas asociadas a un comportamiento estral (Le Danvic et al., 2011) podría ser el comienzo de un programa de ingeniería usando ya sea proteínas olfativas vinculantes y/o la proteína del receptor de feromonas capaces de detectar automáticamente el estado de la hembra, así como perros entrenados que son capaces de hacerlo (Fischer-Tenhagen et al., 2011) y de esta forma reemplazar machos detectores. La cuantificación del comportamiento animal también podría intentarse automáticamente ya sea mediante la detección visual con cámaras de video, la estimación de la situación de las hembras, o equipar las hembras o los machos detectores con un aparato electrónico capaz de registrar los movimientos, y luego estimar su valor predictivo para el comportamiento estral (Lee et al., 2008). Recientemente, un delantal electrónico se desarrolló en ovejas y cabras para equipar carneros detectores.

Éste cuenta el número de montas para una hembra específica por período de tiempo, después calcula la probabilidad de que pueda estar en celo (Bocquier et al., 2006).

El uso de nuevas moléculas no hormonales, podría ser de gran interés en el control de la reproducción de animales de granja. Las moléculas pueden provenir de plantas que contienen esteroides nativos (especialmente progesterona, como la hoja de nogal, Pauli et al., 2010) o compuestos desconocidos, a partir de plantas que son conocidas en la farmacopea local que tienen efectos en la reproducción (en animales o seres humanos), como análogos de progesterona en raíces de la farmacopea china (Manir-Hamed et al., 2014). Pero estas moléculas también pueden proceder de descubrimientos de investigación y podrían ser péptidos y/o anticuerpos capaces de estimular las hormonas endógenas (Hervé et al., 2004).

(5) Necesidad de un enfoque sistémico dentro de los sistemas agrícolas

Además de ser técnicamente eficientes, las técnicas de reproducción deben desarrollarse respetando los tres pilares de la sostenibilidad: medio ambiente, economía y sociedad. Por lo tanto, deben ser incluidas dentro de los sistemas ganaderos en los que se supone que deben ser aplicadas, teniendo en cuenta estos tres elementos. Así, se debe evaluar la sostenibilidad del sistema agrícola por sí mismo, en lugar de la técnica reproductiva propiamente aplicada (Gamborg y Sandoe, 2005; Neeteson-van Nieuwenhoven et al., 2006). Respetar el medio ambiente es el primer objetivo para los sistemas reproductivos sostenibles. En este sentido, la reducción del uso de hormonas exógenas es un objetivo a alcanzar, con el fin de reducir los posibles efectos sobre los ecosistemas, especialmente en la biodiversidad. Sin embargo, como se explicó anteriormente, la sostenibilidad no debe ser sólo evaluada en el nivel de la técnica en sí, sino más bien a nivel del sistema agrícola, para impedir la adopción de una nueva técnica que puede tener efectos positivos, pero efectos adversos para el sistema completo (Baxter et al., 2011).

El segundo pilar es económico, y es obvio que una nueva técnica para el control de la reproducción de los animales debe tener un interés económico para el ganadero con el fin de ser adoptada a gran escala (Moyo et al., 2009). Este interés económico no es fácil de estimar, ya que puede contener una ventaja en términos de mano de obra o en términos de imagen del sistema ganadero por sí mismo, que puede proporcionar una ventaja para comercializar los productos (por ejemplo, las granjas ecológicas que prohíben el uso de hormonas exógenas para la sincronización del celo). Sin embargo, igual que en el caso del medio ambiente, la sostenibilidad económica debe apreciarse más allá de la granja para apreciar su eficacia (por ejemplo, la posible exclusión de la inseminación artificial en las granjas ecológicas, y por tanto del progreso genético) (Brocard y Portier, 2008 ; Pellicer-Rubio et al., 2008; Benoit et al., 2009; Nauta, 2009).

Por último, la sostenibilidad también debe ser de tipo social, con el fin de validar el hecho de que la técnica considerada es socialmente aceptable (por ejemplo, no ir en contra del bienestar de los animales) y podría ser aceptada por los propios ganaderos y por los agentes sociales que tienen algún interés en la zona (Costa-Neto, 2000; Cristofori et al., 2005; Mwacharo y Drucker, 2005; Kosgey et al., 2006; Getachew et al., 2010; Murage y Ilatsia, 2011). Finalmente, en la aceptación social, también podríamos plantear la importancia de las nuevas ideas, en parte procedentes de observaciones científicas de la naturaleza y las prácticas de los ganaderos, que pueden jugar un papel en el desarrollo de nuevas técnicas para el control de la reproducción (Mesa y Machado, 2009).

CONCLUSIÓN

Como para muchos otros ámbitos de la agricultura, el control de la reproducción de los mamíferos de granja se enfrenta a un nuevo y contradictorio desafío: se debe seguir mejorando la productividad (es decir, la fecundidad de las hembras) con el fin de reducir la huella ambiental indirecta del ganado produciendo más con el mismo número de animales, pero, al mismo tiempo, reducir el impacto directo de los sistemas ganaderos en el medio ambiente y en el bienestar de los animales. La exploración de nuevas y más respetuosas formas de control de la reproducción animal no es sólo una necesidad, sino que también

parece factible, sobre todo mediante la inversión en un mejor conocimiento de las bases fisiológicas y etológicas de las relaciones socio-sexuales entre animales. La identificación de las feromonas sexuales, asociada a un mejor conocimiento de las señales sensoriales utilizadas por las hembras para percibir la actividad sexual del macho, puede llevar a la ingeniería de bio-técnicas nuevas y sostenibles, capaces de evaluar el estado de comportamiento y/o endocrino de las hembras, e inducir su actividad sexual durante el anestro. El reemplazo de hormonas exógenas también parece factible si se invierte en la identificación de nuevas fuentes de hormonas naturales, por ejemplo en las plantas. Sin embargo, debemos recordar aquí que la sostenibilidad debe ser evaluada al nivel de todo el sistema de explotación y no sólo a nivel de la propia técnica de reproducción. Esta evaluación no es trivial y necesita una buena visión general del sistema considerado para conseguir una alta eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J.A., Flores, J.A., Keller, M., Duarte, G., Forcada, F., Chemineau, P. Delgadillo, J.A. 2015. Permanent contact with sexually active rams extends oestrous activity of ewes in spring (in preparation).
- Alejandrino, A.L., et al. 1999. Constraints on dairy cattle productivity at the smallholder level in the Philippines. *Prev. Vet. Med.* 38: 167-178.
- Ali Al Ahmad, M.Z., et al. 2008. Lack of risk of transmission of caprine arthritis-encephalitis virus (CAEV) after an appropriate embryo transfer procedure. *Theriogenology* 69: 408-415.
- AlShorepy, S.A., Notter, D.R. 1997. Response to selection for fertility in a fall-lambing sheep flock. *J. Anim. Sci.* 75: 2033-2040.
- Alvarez-Rodriguez, J., et al. 2009. Performance and nursing behaviour of beef cows with different types of calf management. *Animal* 3(6): 871-878.
- Alvarez-Rodríguez J., et al. 2010. Metabolic and luteal function in winter-calving Spanish beef cows as affected by calf management and breed. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94: 385–394.
- Asmussen, T. 2010. Herd Navigator or "how to benefit from frequent measurements". ICAR Technical Series, 291-293.
- Barbat, A., et al. 2010. Female Fertility in French Dairy Breeds: Current Situation and Strategies for Improvement. *J. Reprod. Dev.* 56: S15-S21.
- Baxter, E.M., et al. 2011. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal* 5: 580-600.
- Benoit, M., et al. 2009. Is intensification of reproduction rhythm sustainable in an organic sheep production system? A 4-year interdisciplinary study. *Animal* 3: 753-763.
- Berardinelli, J.G., Joshi, P.S. 2005a. Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows. *J. Anim. Sci.* 83: 2495-2500.
- Berardinelli, J.G., Joshi, P.S. 2005b. Introduction of bulls at different days postpartum on resumption of ovarian cycling activity in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 83: 2106-2110.
- Berardinelli, J.G., et al. 2005. Postpartum resumption of ovarian cycling activity in first-calf suckled beef cows exposed to familiar or unfamiliar bulls. *Anim. Reprod. Sci.* 90: 201-209.
- Berardinelli, J.G., et al. 2007. Conception rates to artificial insemination in primiparous, suckled cows exposed to the biostimulatory effect of bulls before and during a gonadotropin-releasing hormone-based estrus synchronization protocol. *J. Anim. Sci.* 85: 848-852.
- Berardinelli, J.G., Tauck, S.A. 2007. Intensity of the biostimulatory effect of bulls on resumption of ovulatory activity in primiparous, suckled, beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 99: 24-33.
- Berglund, B. 2008. Genetic improvement of dairy cow reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals* 43: 89-95.

- Blanc, F., Agabriel, J. 2008. Modelling the reproductive efficiency in a beef cow herd: effect of calving date, bull exposure and body condition at calving on the calving-conception interval and calving distribution. *J. Agric. Sci.* 146: 143-161.
- Blanc, F., et al. 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research* 55: 489-510.
- Bocquier, F., et al. 2006. Utilisation de l'identification électronique pour la détection automatisée du comportement sexuel chez les ovins : perspectives pour la détection des chaleurs chez la brebis, 13. *Rencontres Recherches Ruminants. 2006/12/06-07*, INRA-Institut National de la Recherche Agronomique (FRA), Institut de l'Élevage (FRA), Paris (FRA), pp. 155-162.
- Bolanos, J.M., et al. 1998. Biostimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anestrous Zebu (*Bos indicus*) cows in the humid tropics. *Theriogenology* 49: 629-636.
- Bonavera, J.J., et al. 1990. A note on the effects of 72-hour calf removal and or bull exposure upon postpartum reproductive-performance of angus cows. *Animal Production* 50: 202-206.
- Brocard, V., Portier, B. 2008. Impacts of compact calvings and once-a-day milking in grassland based systems. *Biodiversity and animal feed: future challenges for grassland production. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008*: 789-791.
- Burns, P.D., Spitzer, J.C. 1992. Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef-cows. *J. Anim. Sci.* 70: 358-362.
- Calegare, L., et al. 2009. Cow/calf preweaning efficiency of Nellore and *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses. *J. Anim. Sci.* 87: 740-747.
- Chemineau, P. 1983. Effect on estrus and ovulation of exposing creole goats to the male at 3 times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67: 65-72.
- Chemineau, P., et al. 2001. La maîtrise de la reproduction des mammifères domestiques. , In: Thibault, M.C.L.C. (Ed.), *La reproduction chez les mammifères et l'homme*, Ellipses, Paris, pp. 792-801.
- Chemineau, P., et al. 2007. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal* 1: 419-432.
- Chemineau, P., et al. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 417-429.
- Cognie, Y., et al. 2004. State-of-the-art production, conservation and transfer of in-vitro-produced embryos in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 437-445.
- Corteel, J.M., et al. 1988. Artificial breeding of adult goats and kids induced with hormones to ovulate outside the breeding season. *Small Rumin. Res.* 1(1): 19-35.
- Costa-Neto, E.M. 2000. Knowledge and traditional uses of animal resources by an Afro-Brazilian community. Preliminary results. *Interiencia* 25: 423-+.
- Coyral-Castel, S., et al. 2011. Ovarian parameters and fertility of dairy cows selected for one QTL located on BTA3. *Theriogenology* 75: 1239-1250.
- Cristofori, F., et al. 2005. Artificial insemination using local cattle breeds in Niger. *Trop. Anim. Health Prod.* 37: 167-172.
- Custer, E.E., et al. 1990. Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *J. Anim. Sci.* 68: 1370-1377.
- De Roest, K. 2011. Competition between production systems facing an increase of world demand for dairy and meat., In: EAAP (Ed.), *62nd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*, Stavanger, Norway.
- Delgadillo, J.A. 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. *Animal* 5: 74-81.
- Delgadillo, J.A., et al. 2015. Sexually active males prevent the display of seasonal anestrus in female goats, *Hormones and Behavior* 69: 8-15. (DOI: [10.1016/j.yhbeh.2014.12.001](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2014.12.001))

- Delgadillo, J.A., et al. 2009. The 'male effect' in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200: 304-314.
- Delgadillo, J.A., et al. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36: 755-770.
- Delgadillo, J.A., et al. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Rumin. Res.* 9: 47-59.
- Delgadillo, J.A., et al. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a 3rd year of short photoperiodic cycles. *Reprod. Nutr. Dev.* 33: 609-617.
- Delgadillo, J.A., Velez, L.I. 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal* 4: 2012-2016.
- Dobson, H., et al. 2008. Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal* 2: 1104-1111.
- Escrivao, R.J.A., et al. 2009. Effects of 12 hour calf withdrawal on conception rate and calf performance of *Bos indicus* cattle under extensive conditions. *Trop. Anim. Health Prod.* 41: 135-139.
- Fagundes, N.S., Nascimento, M.R.B.M., Diniz, E.G. 2006. Effect of biostimulation and shang on the pregnancy rate and postpartum oestrus manifestation of nursing beef cows. *Veterinaria Noticias* 12: 123-126.
- Fantinati, P., et al. 2009. Evaluation of swine fertilisation medium (SFM) efficiency in preserving spermatozoa quality during long-term storage in comparison to four commercial swine extenders. *Animal* 3: 269-274.
- Fernandez, D.L., et al. 1996. Acute and chronic changes in luteinizing hormone secretion and postpartum interval to estrus in first-calf suckled beef cows exposed continuously or intermittently to mature bulls. *J. Anim. Sci.* 74: 1098-1103.
- Fike, K.E., et al. 1996. Influence of fenceline bull exposure on duration of postpartum anoestrus and pregnancy rate in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 41: 161-167.
- Fiol, C., et al. 2010. Response to biostimulation in peri-puberal beef heifers: influence of male-female proximity and heifer's initial body weight. *Theriogenology* 74: 569-575.
- Fischer-Tenhagen, C., et al. 2011. Training dogs on a scent platform for oestrus detection in cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131: 63-70.
- Gamborg, C., Sandoe, P. 2005. Sustainability in farm animal breeding: a review. *Livest. Prod. Sci.* 92: 221-231.
- Garnsworthy, P.C., et al. 2008. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal* 2: 1144-1152.
- Gazal, O.S., et al. 1999. Effects of time of suckling during the solar day on duration of the postpartum anovulatory interval in Brahman x Hereford (F1) cows. *J. Anim. Sci.* 77: 1044-1047.
- Gerritsen, R., Soede, N.M., Langendijk, P., Hazeleger, W., Kemp, B. 2008. The intermittent suckling regimen in pigs: Consequences for reproductive performance of sows. *Reprod. Dom. Anim.* 43: 29-35.
- Getachew, T., et al. 2010. Herd management and breeding practices of sheep owners in a mixed crop-livestock and a pastoral system of Ethiopia. *Afr. J. Agric. Res.* 5: 685-691.
- Girard, L., 1813. Moyens employés avec succès, par M. Morel de Vindé, Membre de la Société d'Agriculture de Seine et Oise, pour obtenir, dans le temps le plus courts possible, la fécondation du plus grand nombre des brebis portières d'un troupeau. . *Ephémérides de la Société d'Agriculture du Département de l'Indre pour l'An 1813, Séance du 5 septembre, Chateauroux, Département de l'Indre, France* VII: 66-68.
- Gonzalez-Stagnaro, C. 1984. Hormonal control of the oestrous cycle in small ruminants in tropical areas. *Reproduction des ruminants en zone tropicale. Reunion internationale, Pointe-a-Pitre, Guadeloupe, 8-10 juin 1983: 433-471.*
- Gonzalez-Stagnaro, C. 2008. Benchmarking in Reproductive Control Programs of tropical dual purpose crossbred herds. *Reprod. Domestic Anim.* 43: 42-42.

- Goodwin, T.E., et al. 2006. Insect pheromones and precursors in female african elephant urine. *J. Chem. Ecol.* 32: 1849-1853.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci.* 42: 189-265.
- Hanocq, E., et al. 1999. Genetic parameters of spontaneous spring ovulatory activity in Merinos d'Arles sheep. *Genet. Sel. Evol.* 31: 77-90.
- Hervé, V., et al. 2004. Antiequine chorionic gonadotropin (eCG) antibodies generated in goats treated with eCG for the induction of ovulation modulate the luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone bioactivities of eCG differently. *Endocrinology* 145: 294-303.
- Islam, R. 2011. Synchronization of estrus in cattle: a review. *Veterinary World* 4: 136-141.
- Iwata, E., et al. 2003. Substances derived from 4-ethyl octanoic acid account for primer pheromone activity for the "male effect" in goats. *J. Vet. Med. Sci.* 65: 1019-1021.
- Karl-Heinz, E., et al. 2009. Eating the Planet: Feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely – a scoping study., In: Vienna, I.o.S.E.a.P.P. (Ed.), *Social Ecology Working Paper No. 116*.
- Kawashima, C., et al. 2008. Effect of suckling on the reproductive performance and metabolic status of obese Japanese black cattle during the early postpartum period. *J. Reprod. Dev.* 54: 46-51.
- Kosgey, I.S., et al. 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Rumin. Res.* 61: 13-28.
- Kumar, K.R., et al., 2000. Chemical characterization of bovine urine with special reference to oestrus. *Vet. Res. Commun.* 24:445-54
- Lagriffoul, G., et al. 2010. Sheep breeding programs in France using modern reproductive methods: application for genetic improvement of scrapie resistance in the national sheep flock. *Proceedings of the 8th World Merino Conference, Merinoscope 2010, Rambouillet, France, 3-5 May 2010: 2-01*.
- Landaeta-Hernandez, A.J., et al. 2004. Effect of biostimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cows. *Theriogenology* 61: 1521-1532.
- Landaeta-Hernandez, A.J., et al. 2006. Effect of biostimulation on the expression of estrus in postpartum Angus cows. *Theriogenology* 66: 710-716.
- Larson, C.L., et al. 1994. Effect of postpartum bull exposure on calving interval of 1st-calf heifers bred by natural service. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 153-154.
- Lazar, J., et al. 2002. Molecular and functional characterization of an odorant binding protein of the Asian elephant, *Elephas maximus*: Implications for the role of lipocalins in mammalian olfaction. *Biochemistry* 41: 11786-11794.
- Le Bourhis, D.A., et al. 2011. 193 bovine embryo genotyping using a 50k single nucleotide polymorphism chip. *Reprod. Fertil. Dev.* 23: 197.
- Le Danvic, C., et al. 2011. Identification of oestrus chemical cues in the dairy cow, *Chemical Signals in Vertebrates XII, Berlin, August 28-31*.
- Le Danvic, C., et al. 2015. Enhancing bull sexual behaviour using oestrus-specific molecules identified in cow urine. *Theriogenology* (accepted for publication).
- Leboeuf, B., et al. 2008. Management of goat reproduction and insemination for genetic improvement in France. *Reprod. Domestic Anim.* 43: 379-385.
- Lee, C., et al. 2008. Behavioral aspects of electronic bull separation and mate allocation in multiple-sire mating paddocks. *J. Anim. Sci.* 86: 1690-1696.
- Macmillan, K.L. 2010. Recent Advances in the Synchronization of Estrus and Ovulation in Dairy Cows. *J. Reprod. Dev.* 56: S42-S47.
- Manir Ahmed, M.H., et al. 2014. Molecular screening of Chinese medicinal plants for progestogenic and anti-progestogenic activity. *J. Biosci.* 39: 453-461.
- Martin, G.B., et al. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82-3: 231-246.

- Martinat-Botte, F., et al. 2009. Biotechnologies of porcine reproduction: from routine techniques to emerging methods. *Prod. Anim.* 22: 97-115.
- Merton, S., 2011. New tools in reproduction technologies, In: EAAP (Ed.), 62nd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Stavanger, Norway.
- Mesa, A.R., Machado, H. 2009. Training of producers and management staff for the adoption of sustainable animal production technologies. *Pastos y Forrajes* 32: 93-100.
- Miller, V., Ungerfeld, R. 2008. Weekly bull exchange shortens postpartum anoestrus in suckled beef cows. *Theriogenology* 69: 913-917.
- Molina, R., et al. 2002. Effect of alternating bulls as a management tool to improve the reproductive performance of suckled Zebu cows in the humid tropics of Costa Rica. *Anim. Reprod. Sci.* 69: 159-173.
- Monje, A.R., et al. 1992. Male effect on the postpartum sexual-activity of cows maintained on 2 nutritional levels. *Anim. Reprod. Sci.* 29: 145-156.
- Moyo, S., et al. 2009. Development of livestock production systems in Africa: challenges and opportunities. *Animal production and animal science worldwide: WAAP book of the year 2007*: 15-26.
- Murage, A.W., Ilatsia, E.D. 2011. Factors that determine use of breeding services by smallholder dairy farmers in Central Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.* 43, 199-207.
- Murata, K., et al. 2014. Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Curr. Biol.* 24: 681–686.
- Mwacharo, J.M., Drucker, A.G. 2005. Production objectives and management strategies of livestock keepers in South-East Kenya: Implications for a breeding programme. *Trop. Anim. Health Prod.* 37: 635-652.
- Nauta, W.J. 2009. Selective breeding in organic dairy production. PhD Thesis, Wageningen Universiteit (Wageningen University); Wageningen; Netherlands, 160 pp.
- Neeteson-van Nieuwenhoven, A.M., et al. 2006. Sustainable transparent farm animal breeding and reproduction. *Livest. Sci.* 103: 282-291.
- Nunes, J.F., et al. 1982. Role of seminal plasma in the invitro survival of goat sperm. *Reprod. Nutr. Dev.* 22: 611-620.
- Okamura, H., Mori, Y. 2005. Characterization of the primer pheromone molecules responsible for the 'male effect' in ruminant species. *Chem. Senses* 30: I140-I141.
- Paillard, S., Treyer, S. 2010. Feeding the planet: two scenarios: Agrimonde and the debate on the global future for agriculture and food. *Futuribles* 45-63.
- Paillard S., T.S., Dorin B. (Ed.) 2010. *Agrimonde: Scenarios and Challenges for Feeding the World in 2050*. Éditions Quæ, Paris, pp 295.
- Pauli, G.F., et al. 2010. Occurrence of Progesterone and Related Animal Steroids in Two Higher Plants. *J. Nat. Prod.* 73: 338–345
- Pellicer-Rubio, M.T., et al. 2008. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Anim. Reprod. Sci.* 109: 172-188.
- Rekwot, P., et al. 2000a. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji heifers. *Reprod. Nutr. Dev.* 40: 359-367.
- Rekwot, P.I., et al. 2000b. Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. *Anim. Reprod. Sci.* 63: 1-11.
- Rekwot, P.I., et al. 2004. Effects of nutritional supplementation and exposure to bulls on resumption of post-partum ovarian activity in Bunaji (*Bos indicus*) cattle. *Vet. J.* 167: 67-71.
- Ronzon T., et al. 2011. Feeding the world in 2050: key findings and hopes for policy making and agricultural research from the Agrimonde foresight study. *Food Ethics Magazine* 6(3): 17-18.
- Royal, M.D., et al. 2008. Fertility in dairy cows: bridging the gaps - Foreword. *Animal* 2: 1101-1103.

- Ruas, J.R.M., et al. 2001. The effect of different types of suckling management on ovarian activity reestablishment and on plasma levels of cholesterol, glucose, urea and progesterone in anestrus Nelore cows. *Arquivos de Ciencias Veterinarias e Zoologia da UNIPAR* 4: 9-17.
- Sankar, R., Archunan, G. 2004. Flehmen response in bull: role of vaginal mucus and other body fluids of bovine with special reference to estrus. *Behav. Processes* 67:81-86.
- Sankar, R., et al. 2007. Detection of oestrous-related odour in bovine (*Bos taurus*) saliva: bioassay of identified compounds. *Animal* 1:1321-1327.
- Shelton, M. 1960. The influence of the presence of the male goat on the initiation of oestrous cycling and ovulation in Angora does. *J. Anim. Sci.* 19: 368-375.
- Soede, N.M., Langendijk, P., Kemp, B. 2011. Reproductive cycles in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 124: 251-258.
- Soto Belloso, E., et al. 1997. Bull effect on the reproductive performance of mature and first calf-suckled Zebu cows in the tropics. *Theriogenology* 4: 1185-1190.
- Stumpf, T.T., et al. 1992. Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows *J. Anim. Sci.* 70: 3133-3137.
- Tauck, S.A., Berardinelli, J.G. 2007. Putative urinary pheromone of bulls involved with breeding performance of primiparous beef cows in a progestin-based estrous synchronization protocol. *J. Anim. Sci.* 85: 1669-1674.
- Tauck, S.A., et al. 2006. Resumption of postpartum luteal function of primiparous, suckled beef cows exposed continuously to bull urine. *J. Anim. Sci.* 84: 2708-2713.
- Tauck, S.A., et al. 2010. Duration of daily bull exposure on resumption of ovulatory activity in postpartum, primiparous, suckled, beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 118: 13-18.
- Thibier, M. 2006. Biosecurity and the various types of embryos transferred. *Reprod. Domestic Anim.* 41: 260-267.
- Thimonier, J., et al. 2000. The ram effect: an up-to-date method for the control of oestrus and ovulation in sheep. *Prod. Anim.* 13: 223-231.
- Tribout, T., et al. 2010. Estimation of genetic trends in French Large White pigs from 1977 to 1998 for growth and carcass traits using frozen semen. *J. Anim. Sci.* 88: 2856-2867.
- Ugarte, E., et al. The research and development programmes in dairy sheep in the Basque Country. *Options Mediterraneennes. Serie A, Seminaires Mediterraneens* 108: 227-235.
- Underwood, E.J., et al. 1944. Studies in Sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British Breed ewes in the Agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11: 135-143.
- Vallet, J.C., et al. 1992. Intrauterine insemination by laparoscopy in ewes and goats. *Ann. Zootech.* 41: 305-309.
- van Arendonk, J.A.M. 2011. The role of reproductive technologies in breeding schemes for livestock populations in developing countries. *Livest. Sci.* 136: 29-37.
- van Leeuwen, J.J.J., et al. 2011. Effects of altrenogest treatments before and after weaning on follicular development, farrowing rate, and litter size in sows. *J. Anim. Sci.* 89: 2397-2406.
- Wathes, D.C., et al. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2: 1135-1143.
- Zalesky, D.D., et al. 1984. Influence of exposure to bulls on resumption of estrous cycles following parturition in beef-cows. *J. Anim. Sci.* 59: 1135-1139.
- Zeder, M.A. 2001. A metrical analysis of a collection of modern goats (*Capra hircus aegargus* and *C. h. hircus*) from Iran and Iraq: Implications for the study of caprine domestication. *J. Archaeol. Sci.* 28: 61-79.

Agradecimientos: Quiero agradecer al Dr. José Alberto Delgadillo-Sánchez por su ayuda en la preparación de este manuscrito en español.

A FORESIGHT REFLECTION ON SUSTAINABLE METHODS FOR CONTROLLING MAMMALIAN FARM ANIMAL REPRODUCTION

ABSTRACT: Controlling farm animal reproduction was one of the essential tools for domestication. It is still of high interest for genetic improvement, adjustment of production to feed availability, to market and reduction of unproductive periods. Detection of oestrous behaviour, synchronization of conceptions and increase of the potency of diffusion of sires are three common objectives among species. The various reproductive systems among livestock systems differ because of intrinsic properties of species and because of the various degrees of intensification of these systems. Three clear tendencies are to continue increasing productivity by improving reproductive efficiency, developing new and sustainable techniques without hormones, and continuing to develop AI and reproductive biotechnologies. Future areas of investment in research could be the physiological and ethological bases of the socio-sexual inter-relationships between animals, the genetic control of reproductive traits, an increase in the efficiency of classical and new reproductive biotechnologies and engineering new and innovative reproductive techniques to be used in farm conditions. These reproductive techniques should be developed respecting the three pillars of sustainability: environment, economy and society. Thus, they should be included within the livestock systems in which they are supposed to be applied and which should be assessed for sustainability.

Keywords: Mammals, Reproduction, Sustainability

Sistemas ganaderos
Economía y gestión

CARACTERIZACIÓN DE LAS GANADERÍAS DE VACUNO DE CARNE EN LA ZONA DE LA COOPERATIVA ANDALUZA GANADERA DEL VALLE DE LOS PEDROCHES

Maroto Molina, F.¹, Martínez Blánquez, M.², Santos Alcudia, R.², Díaz Buenestado, C.² y Gómez Cabrera, A.¹

¹Dpto. Producción Animal. Universidad de Córdoba. Ctra. Madrid-Cádiz, km 396, 14013, Córdoba. ²COVAP. Ctra. Industrial Dehesa Boyal, 14400, Pozoblanco. g02mamof@uco.es

INTRODUCCIÓN

En general, los sistemas de producción de vacuno de carne en las zonas de dehesa del sur de España son bastante dependientes de los recursos naturales y presentan una escasa tecnificación. Sin embargo, existe una gran variabilidad, tanto desde el punto de vista técnico, como desde el socio-económico, siendo necesario caracterizar dicha variabilidad con objeto de diseñar medidas específicas para la mejora de los diferentes sistemas de producción existentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados en este trabajo han sido obtenidos mediante encuestas personales, realizadas entre septiembre y octubre de 2011 a un total de 161 ganaderías situadas en las comarcas del Valle de los Pedroches y el Valle del Guadiato en Córdoba (131 encuestas), La Serena y La Siberia en Badajoz (10 encuestas), y Almadén y el Valle de Alcudia en Ciudad Real (20 encuestas). En dichas encuestas se ha recogido información referente al factor humano de las explotaciones, la base animal y las características estructurales y productivas. Los datos se han analizado usando el software estadístico Minitab 15®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad media de los titulares de las explotaciones es de $55 \pm 12,2$ años, siendo el mínimo 25 y el máximo 87 (el 11,2% de los ganaderos son jubilados). El 40% de los encuestados no son agricultores a título principal (ATP), es decir, menos del 50% de sus rentas provienen de la actividad agraria. Hernández y Moltó (2001) destacan la dedicación parcial como una estrategia de adaptación importante para las explotaciones ganaderas de zonas desfavorecidas. Respecto al rol del ganadero en las actividades diarias de la explotación, cabe destacar que el 46% de los encuestados asumen las tareas de gestión y trabajo directo sin ningún asalariado (mano de obra exclusivamente familiar). Un 19% se dedican sólo a tareas de gestión, mientras que el resto (35%) comparten el trabajo directo con asalariados hijos y/o eventuales. En este sentido, se observan diferencias entre regiones: en Badajoz y Ciudad Real, el ratio de explotaciones en las que el titular se dedica exclusivamente a la gestión asciende hasta el 30%, mientras que en Córdoba apenas llega al 17%.

El censo total de las explotaciones encuestadas es de 10055 vacas, 1703 novillas de reposición y 447 toros. El tamaño medio del rebaño es de 76 animales (62 vacas, 11 novillas y 3 toros), muy superior al dato que proporciona el MAGRAMA para el conjunto de España: 45 animales incluyendo terneros (Subdirección General de Productos Ganaderos, 2011). El número de nodrizas es muy variable, desde un mínimo de 6 vacas a un máximo de 460. De nuevo existen diferencias regionales, siendo el número medio de nodrizas superior en la provincia de Ciudad Real, con 84 vacas/ganadería, que en las provincias de Córdoba y Badajoz (60 y 55 vacas respectivamente). Asimismo, se observan diferencias en el tamaño del rebaño en función del rol del titular de la explotación (tabla 1). Respecto a la evolución prevista del censo en los siguientes cinco años, el 80% de los encuestados declaran la intención de mantener o aumentar los censos, mientras que un 10% tiene previsto jubilarse, en más de la mitad de los casos con continuidad de la actividad. Este dato se contrapone al de Serrano et al. (2002) en la montaña de León (31% de explotaciones sin sucesión) e indica una sostenibilidad importante, sobre todo si se tiene en cuenta que la encuesta se realizó en una época de crisis económica.

Otro tema a destacar es la diversidad racial existente en las explotaciones (tabla 2). El 38% de las vacas son puras o procedentes de cruces por absorción, mientras que el 62% restante son cruzadas. Entre las razas puras, destaca la Limousin (14%), seguida de la Charolais (8%) y la Retinta (7%). Por su parte, las vacas cruzadas son en su mayoría de genética desconocida o imprecisa, si bien destacan los cruces de Limousin y Charolais con Retinta, en las provincias de Córdoba y Badajoz, y con Avileña, en la provincia de Ciudad

Real. En el caso de los toros, el 97% son puros, sobre todo Limousin (55%) y Charolais (34%). Desde hace unos años, existe una tendencia al uso de genética Limousin, que Serrano et al. (2002) atribuyen a su relativa rusticidad, a su asociación con una baja frecuencia de partos difíciles y a la buena aceptación de los terneros en el mercado. Respecto a la pureza de las razas, cabe señalar que sólo el 16% de las nodrizas y el 50% de los toros descritos como puros están inscritos en los correspondientes Libros Genealógicos.

Los encuestados manejan en conjunto unas 48000 ha, lo que supone casi 300 ha/ganadería, aunque la variabilidad es enorme: mínimo de 10 y máximo de 2700. El 59% de los ganaderos ostentan la propiedad de toda la superficie que manejan, mientras que un 11% arriendan toda la superficie. El resto (30%) se encuentran en una situación intermedia, siendo el valor medio del ratio "superficie en propiedad/superficie total" igual a 0,73. En el 76% de las ganaderías el vacuno de carne comparte esta superficie con otras especies ganaderas, sobre todo con porcino ibérico (61% de las ganaderías, con un promedio de 119 cerdas de ciclo completo) y con ovino de carne (31% de las ganaderías, con una media de 509 reproductoras). En este sentido, existen algunas diferencias regionales; mientras que en Córdoba, el 82% de las ganaderías manejan el vacuno de carne junto a otras especies, en Badajoz y Ciudad Real este ratio es sólo del 40% y el 55% respectivamente. Además, en Córdoba predomina la asociación vacuno-cerdo ibérico, mientras que en las otras dos provincias lo más habitual es que las ganaderías se dediquen al vacuno y al ovino. En total, la carga ganadera media es de $0,52 \pm 0,27$ UGM/ha.

Por lo que respecta al manejo reproductivo, solamente el 38% de las ganaderías separan los toros de las vacas unos meses al año con objeto de agrupar los partos. La situación más común es la separación de los machos entre julio y diciembre, con el fin de evitar los partos entre finales de primavera y finales de verano, época de menor disponibilidad de recursos forrajeros en la zona. Pese a que este sistema da lugar a una fuerte estacionalidad en la producción de terneros, el 76% de los encuestados dicen no estar dispuestos a cambiar su manejo reproductivo en este sentido, a pesar de que existen importantes diferencias estacionales en los precios. Por otro lado, sólo el 16% de las ganaderías practican la monta dirigida, si bien existe un 35% de ganaderías en las que existe un único toro. Ello supone que es posible asignar paternidad a los terneros en el 51% de las ganaderías. Por otro lado, sólo un 14% de las ganaderías hacen uso de las técnicas de diagnóstico de gestación como herramienta de planificación de aspectos reproductivos. Este dato pone en evidencia el bajo grado de tecnificación de este tipo de explotaciones, aunque es cierto que actualmente se está incrementando de forma notable tanto el uso del diagnóstico de gestación como el de la inseminación artificial.

Los ganaderos encuestados declaran el destete de $0,8 \pm 0,15$ terneros por vaca y año. Este dato se encuentra en la parte alta del intervalo que establece la Red Nacional de Granjas Típicas (MARM, 2011) y es muy superior al dato de fertilidad media en España: 66% (Subdirección General de Productos Ganaderos, 2011). Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los ganaderos de vacuno de carne, especialmente los que no participan en el trabajo diario de las explotaciones, están poco habituados al manejo de índices técnicos y tienden a sobrevalorar la producción de terneros. De hecho, los ganaderos encuestados entregan anualmente a COVAP menos de 0,5 terneros/vaca. La diferencia con el dato declarado es importante, a pesar de que deben tenerse en cuenta los animales que quedan para cría en las explotaciones y aquellos que no pueden entregarse a los cebaderos por cuestiones sanitarias. En todo caso, este tipo de datos deberían obtenerse mediante programas informáticos de gestión y no mediante encuestas, como señalan Serrano et al. (2002).

Por último, en lo relativo al manejo sanitario, el 88% de las ganaderías declaran vacunar anualmente a las nodrizas, en la mayoría de los casos contra rinotraqueitis bovina infecciosa (IBR), diarrea viral bovina (BVD) y virus respiratorio sincitial (VRS). Sin embargo, sólo el 55% de los ganaderos vacunan también a los terneros antes de enviarlos al cebadero. Respecto a las calificaciones sanitarias oficiales, el 91% de las ganaderías están declaradas como oficialmente indemnes de tuberculosis y el 94% como oficialmente indemnes de brucelosis.

Los datos expuestos ponen de manifiesto la gran variabilidad de las explotaciones de vacuno de carne de la zona de la cooperativa COVAP: perfil del ganadero, diversidad racial,

manejo, etc., lo que hace necesario definir estrategias específicas adaptadas a las distintas realidades productivas para mejorar la homogeneidad de los productos obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hernández, M., Moltó, E.A. 2001. Estudios Agrosociales y Pesqueros 191, 9-40. • MARM. 2011. RENGRATI. • Serrano, E., Lavín, M.P., Ruiz, A. 2002. Ed. CSIC. • Subdirección General de Productos Ganaderos. 2011. Datos SITRAN. Ed. MARM.

Agradecimientos: El análisis de la encuesta de COVAP se ha llevado a cabo en el marco del proyecto MAGRAMA nº 20130020000783.

Tabla 1. *Tamaño medio del rebaño según el rol del titular en la explotación.*

Rol del titular	Nº de vacas	Nº de novillas	Nº de toros
Gestión exclusivamente	99	15	4
Gestión y trabajo directo con asalariados	78	13	3
Gestión y trabajo directo sin asalariados	36	7	2

Tabla 2. *Diversidad racial en las explotaciones encuestadas.*

Raza	Nº de vacas	Nº de novillas	Nº de toros
Avileña	206	29	3
Berrenda	399	0	2
Charolais	825	147	153
Limousin	1401	426	248
Negra andaluza	207	27	5
Retinta	742	90	16
Otros	2	12	6
Total puros*	3782	731	433
Charolais x Limousin	1484	152	0
Charolais x Limousin x Avileña	234	4	0
Charolais x Limousin x Retinta	64	9	0
Charolais x Retinta	221	56	0
Limousin x Retinta	498	58	0
Otros cruces**	3752	693	14
Total cruzados	6253	972	14

*Incluye cruces por absorción; **Incluye cruzamiento desconocido.

CHARACTERIZATION OF BEEF CATTLE FARMS IN THE AREA OF THE COOPERATIVA ANDALUZA GANADERA DEL VALLE DE LOS PEDROCHES

ABSTRACT: Surveys were conducted to 161 beef farmers in the area of the Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (Córdoba, Badajoz and Ciudad Real), with the aim to know production systems characteristics. Average age of farmers is high (55) and 40% are not full-time farmers. 46% are family farmers using exclusively familiar labor. The average herd size is 76 animals (62 cows), although there are some differences among regions. 80% of farmers are thinking to maintain or increase herd size. Racial diversity is high: 62% of cows are crossbreed of Limousin and Charolais x local breeds, while 97% of bulls are purebred. Farmers have an average of 300 ha, where they produce beef cattle and other livestock species, mainly Iberian pig and sheep. Average stocking rate is 0,52 UGM per ha. 38% of farmers prevent calving in summer by separating cows and bulls several months. In most cases, they do not use pregnancy diagnosis or artificial insemination. Farms state they produce an average of 0,8 calves per cow per year, although these data are probably over-estimated.

Keywords: *beef cattle; livestock production systems; socioeconomic characterization; technical characterization.*

FACTORES QUE CONDICIONAN EL ACABADO DE TERNEROS DE RAZA TUDANCA EN CANTABRIA

Vázquez, I^{1,*}, Gómez, F^{1.}, Olaizola, A^{2.}, Resano, H^{2.}, Serrano, E. ¹, Domínguez, M^{1,3}.

¹Centro de Investigación y Formación Agrarias. Gobierno de Cantabria. c/ Héroes del 2 de Mayo, 27. Muriedas 39600. * ibanvazquez@cifacantabria.org

²Departamento de CC. Agrarias y del Medio Natural, Universidad de Zaragoza, calle Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

³European Commission, Joint Research Centre, Econometrics and Applied Statistics Unit.

INTRODUCCIÓN

La Tudanca es una raza rústica autóctona de Cantabria que se encuentra incluida, junto con otras razas y cruces, en la I.G.P. "Carne de Cantabria". Pese a ello, la mayoría de terneros se venden como pasteros con 5-6 meses de edad y son acabados fuera de las explotaciones de origen y de la zona de producción. Dentro de los tipos de animales comercializados a pequeña escala tradicionalmente destaca un tipo de ternero joven, sacrificado con 9-10 meses de edad y que se mantenía mamando hasta el sacrificio. En la actualidad la práctica más frecuente es que esos terneros se desteten y se acaben en estabulación con un forraje conservado (heno o paja) y concentrado a libre disposición. La obtención de información sobre la producción de este tipo de animales puede ser interesante para fomentar el acabado de terneros en las explotaciones teniendo en cuenta que se trata de un ciclo productivo corto en el que se acaban animales nacidos en invierno, que se sacrifican en el otoño siguiente. La implantación del acabado de este tipo de animales conseguiría diferenciar la producción de carne de vacuno, como sugieren Atance *et al.* (2003), revalorizando el producto al alargar el ciclo de producción y obteniendo un producto de calidad diferenciada (Serrano *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo, enmarcado en el proyecto INIA RTA 2012-00084-C03 que analiza la sostenibilidad económica y oportunidades de mercado de sistemas alternativos de producción y acabado de terneros de raza Tudanca, es identificar en base a resultados preliminares tanto los factores que frenarían la actividad de cebo como aquellos que puedan favorecerla en las explotaciones con ganado vacuno de raza Tudanca de Cantabria.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información utilizada procede de entrevistas con expertos, 2º ronda método Delphi, técnica de investigación prospectiva, surgida a finales de los años 40, que de manera sistemática e iterativa obtiene una opinión fidedigna y consensuada de un grupo de expertos (Olaizola *et al.*, 2012; Domínguez y Gómez, 2013).

Para el estudio Delphi se han seleccionado un total de 22 expertos, compuestos por 15 ganaderos con vacuno de raza Tudanca y 7 representantes de los restantes sectores de la cadena (2 industria, 1 distribución, 2 carnicería, 2 restauración). Para la selección de los 15 ganaderos se contó con la ayuda de la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Tudanca, teniendo en cuenta el tamaño de la explotación (13% más de 100 UGM, 40% entre 50 y 100, 47% menos de 50 UGM) y su localización por comarcas (8 Saja-Nansa, 2 Costa Occidental, 2 del Besaya, 2 de Campoo, 1 Pas-Miera Pisueña) (Figura 1).



Figura 1. Localización por comarcas de los ganaderos encuestados.

El cuestionario Delphi ha sido planteado a los expertos de manera individual en dos rondas, la primera consta de 22 preguntas (cuantitativas y cualitativas) divididas en 5 bloques. En la

segunda se vuelven a formular aquellas preguntas de valoración cuantitativa, presentando los valores medios y las medianas a objeto de replantear la respuesta de los expertos. Más concretamente, la segunda ronda comprendió un total de 10 preguntas divididas en 4 bloques: el primero identifica la situación del sector vacuno de carne de razas autóctonas en Cantabria por medio de un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO), el segundo analiza la opinión sobre aspectos que influyen en la calidad de la carne, el tercero estudia la opinión de los expertos sobre el atractivo de la carne para el consumidor, el cuarto recoge la opinión sobre aspectos relacionados con la rentabilidad y atractivo de realizar el cebo.

Los resultados preliminares expuestos en este trabajo corresponden al análisis DAFO de la respuesta conjunta de los 22 expertos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las **debilidades** internas de la cría de terneros de raza Tudanca en Cantabria que muestran una mayor importancia relativa, a juicio de los expertos, son la no diferenciación de la carne de razas autóctonas dentro de la comercializada bajo la IGP “Carne de Cantabria” y el escaso valor añadido de los productos comercializados, habiendo un 95 y un 86%, respectivamente, de expertos que consideran esta debilidad como bastante o muy importante. A su juicio, se estaría utilizando la imagen de la raza Tudanca como distintivo de la IGP cuando pueden formar parte otras razas como la Asturiana, Pardo Alpina y Limusina, y también sus cruces. Consideran, además, que los precios de la carne de estas razas no alcanzan lo que ellos consideran que les corresponde por calidad (Tabla1, Figura2).

Tabla 1. Principales respuestas del análisis DAFO sobre la cría de razas de vacuno autóctonas en Cantabria.

	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.
D. No diferenciación de razas dentro IGP Carne Cantabria	4,76	4	5	,436
D. Escaso valor añadido productos	4,52	3	5	,680
A. Deterioro de superficies de pastos comunales	4,19	2	5	,928
A. Ausencia de mercado específico para carne de raza autóctona	4,05	2	5	,653
F. Alta calidad carne	4,91	4	5	,294
F. Posibilidad de ofrecer al consumidor carne diferenciada	4,68	4	5	,477
F. Posibilidad acceso superficies pastos comunales	4,64	4	5	,492
O. Mayor presencia en los puntos de venta de productos cárnicos con calidad diferenciada	4,59	4	5	,503
O.Mantener calidad propia de raza sin cruces	4,32	3	5	,568

Escala de Likert: 1 Nada importante, 2. Poco importante, 3. Importancia media, 4. Bastante importante, 5. Muy importante.

Acrónimo DAFO: D. Debilidad, A. Amenaza, F. Fortaleza, O. Oportunidad

Las principales **amenazas** externas son el deterioro de las superficies de pastos comunales, por su falta de gestión y organización, y la ausencia de un mercado específico para la carne de razas autóctonas, habiendo un 82 y un 91% respectivamente de expertos que las valoran como bastante o muy importantes. La falta de mercado conlleva que no exista una diferencia notoria en el precio de los productos de raza autóctona y el resto de carnes de vacuno.

Las **fortalezas** propias de la cría de la raza Tudanca en Cantabria para contribuir positivamente a la evolución del sector son: la alta calidad de la carne, la posibilidad de ofrecer al consumidor una carne diferenciada, y la posibilidad de acceso a superficies de pastos comunales, siendo valoradas por la totalidad de expertos como bastante o muy importantes. Para ganaderos e industriales la alta calidad de la carne podría compensar los reducidos rendimientos de la canal, teniendo la oportunidad de ofrecer al consumidor una

carne diferenciada a un precio superior y contrarrestar la anterior amenaza de ausencia de un mercado específico.

En cuanto a las **oportunidades** externas que más pueden contribuir a una evolución positiva del sector son: mayor presencia en los puntos de venta de productos cárnicos de calidad diferenciada (IGP, ecológico,...) y la apuesta por mantener la calidad propia de la raza sin cruces. Un 100 y 95%, respectivamente, de expertos consideran bastante o muy importantes estos aspectos. La primera oportunidad supondría una mejora en la comercialización y evitaría la amenaza asociada, mientras que la segunda es una apuesta por la calidad frente a la cantidad.

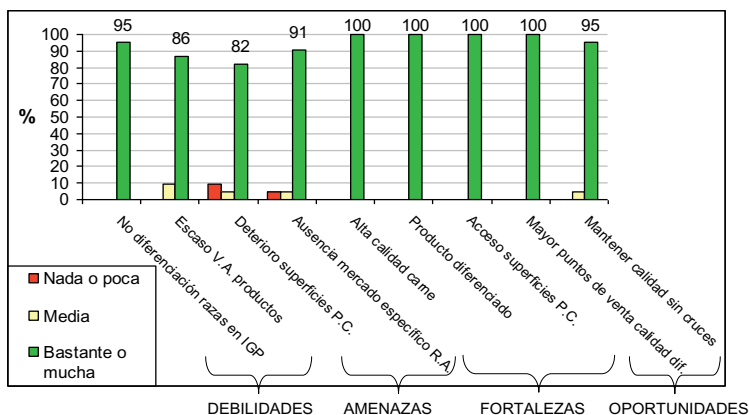


Figura 2. Principales respuestas del análisis DAFO según el grado de importancia otorgado por los expertos (en porcentaje).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atance, I., Bajardí, I., Tió, C. 2003. Distribución y consumo 68: 68-81.
- Olaizola, A., Bernués, A., Blasco, I., Sanz, A. 2012. Información Técnica Económica Agraria 18: 646-562.
- Domínguez, M y Gómez, F. 2013. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros 236: 81-118.
- Serrano, E. Humada, M.J., Cimadevilla, C.2013. XV Jornadas sobre Producción Animal AIDA-ITEA, 736-738.

Agradecimientos: A los 22 expertos que han colaborado en el estudio Delphi, a los compañeros del CIFA, a Angel Valentín Pérez y a Javier Terán por su colaboración en la validación del cuestionario, a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Tudanca y al MINECO por la financiación del Proyecto INIA RTA2012-00084 con fondos FEDER.

FACTORS DETERMINING TUDANCA CALVES FINISHING IN CANTABRIA

ABSTRACT: In this paper the main factors that could encourage Tudanca calves finishing in Cantabria were determined by a SWOT analysis. Information has been obtained through the application of the Delphi method to 22 interviews with experts (15 farmers and 7 representatives of the meat market chain). Lack of distinction of native breeds meat within the PGI "Carne de Cantabria" was highlighted as the main internal weaknesses along with the low added market value of the products. As external threats, degradation of common pasture surfaces and the absence of a specific market for native breeds beef were stressed. The main strengths identified were high quality of Tudanca meat, possibility to offer consumers differentiated meat and access to communal grazing areas. The main external opportunities highlighted were increase of the presence of meat included in quality labels, as PGI or Organic Production, in retail points and the possibility of increase Tudanca beef quality improving Tudanca breed without crosses with other breeds.

Keywords: Delphi method, beef cattle native breed, SWOT analysis.

INTERÉS ECONÓMICO DEL DESTETE PRECOZ EN EXPLOTACIONES DE VACAS DE CRÍA CON PARIDERA CONTINUA EN EL ECOSISTEMA DE LA DEHESA.

Daza, A.

Departamento de Producción Agraria (Unidad de Producción Animal)
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas
Universidad Politécnica de Madrid
argimiro.daza@upm.es

INTRODUCCIÓN

Una fracción de las explotaciones de vacas de cría de la Dehesa, programa parideras continuas como dudosa precaución, para obtener una fertilidad adecuada, y por motivos comerciales. La paridera continua, logra, generalmente, una fertilidad superior que la concentrada en otoño-invierno, aunque todavía no se ha demostrado que tal programación reproductiva suponga una ventaja económica (Daza, 2014). Los partos de primavera y verano exigen una cuantiosa suplementación alimenticia por que los recursos pastables que ofrece la Dehesa en verano y otoño son inferiores a las necesidades nutritivas del binomio vaca-ternero. Una estrategia para reducir tal suplementación reside en destetar precozmente a los terneros y criarlos hasta que alcancen alrededor de 200 kg, peso mínimo convencionalmente exigido por los cebaderos industriales receptores de tales animales. Sin embargo, el interés económico del destete precoz de los terneros nacidos en primavera-verano en la Dehesa depende de varios factores tales como el tipo genético, sexo, peso final de recría de los animales, manejo alimenticio de las vacas madres, repercusión del destete precoz sobre la fertilidad, precio coyuntural del ternero, etc. El presente trabajo compara el coste de producción de terneros destetados con alrededor de tres meses y posteriormente criados en estabulación con el de terneros destetados en torno a los siete meses de edad y con un peso final de venta similar al de los primeros. Paralelamente, este experimento estudia el efecto del sexo y del tipo genético sobre el crecimiento de terneros de la Dehesa en el periodo de recría (140-220 kg), aspecto sobre el que no existe información en la bibliografía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 33 terneros, 15 hembras y 18 machos, nacidos desde marzo a mayo de 2014, de dos tipos genéticos Charolés x (Charolés x Retinta) [CH x (CH x R)] y Limusín x (Charolés x Retinta) [Li x (Ch x R)] procedentes de vacas multíparas de entre cinco a nueve años de edad (de tercero a séptimo partos) de una explotación de vacas nodrizas situada en el término municipal de Casar de Cáceres; 19 vacas fueron cubiertas por un toro Limusín y 14 por un toro Charolés. Los terneros fueron destetados entre 79 y 92 días de edad con un peso medio de 141,2 kg y criados posteriormente en estabulación con paja de cereales y concentrado (1,0 UFC/kg y 17% de proteína bruta) durante periodos de duración variable hasta que los animales alcanzaron pesos finales acordes con las exigencias del mercado. Se controló individualmente el peso inicial y final y el consumo de paja y pienso por grupo de terneros. Paralelamente, en la misma explotación, se controló la suplementación alimenticia de 14 vacas Charolés x Retinta de cuarto a décimo parto (cubiertas por los mismos toros anteriores) y el peso y edad al destete de los terneros correspondientes que se destetaron en torno a los siete meses y medio de edad con un peso similar a los destetados precozmente y criados en estabulación. Los datos obtenidos de los terneros de destete precoz se estudiaron mediante un análisis de covarianza que consideró como efectos fijos el sexo y el tipo genético, la interacción entre ambos factores y como covariables el peso inicial y la duración del periodo de recría. El peso al destete y potencial de crecimiento (calculado como el cociente entre el peso al destete y edad al destete) del grupo de terneros no destetados se estudió mediante otro análisis de covarianza que incluyó como efectos fijos el sexo y el tipo genético, la interacción entre ambos factores y como covariable la edad al destete. Mediante regresión se relacionaron diversas variables de interés económico. Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS (v 16). Para cotejar los costes de producción de terneros de destete precoz y destete convencional se utilizó el

método propuesto por Alonso y Serrano (2004) que considera los costes de amortización de las instalaciones, conservación y reparaciones, alimentación, mano de obra, higiosanitarios, varios e intereses de las instalaciones y del capital circulante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de la Tabla 1 los machos destetados precozmente tuvieron mayores pesos de venta y ganancias medias diarias (GMD) que las hembras durante el periodo de recría y los terneros de padre Limusín se vendieron a mayor peso y crecieron más que los de padre Charolés. La interacción sexo x tipo genético de los terneros no fue significativa. Los cuatro grupos de terneros controlados: hembras de padre Charolés, hembras de padre Limusín, machos de padre Charolés y machos de padre Limusín consumieron 247, 314, 304 y 353 kg de pienso y 43, 60, 59 y 74 kg de paja durante la recría, obteniéndose índices de conversión del pienso de 4,49, 3,99, 4,13 y 3,47 kg/kg respectivamente. Las relaciones encontradas entre GMD y peso inicial (PI en kg) de los terneros y duración de la recría (DP en días) respondieron a las ecuaciones de regresión simple siguientes:

$$\text{GMD (kg)} = 0,061 + 0,0074 \text{ PI} \quad (n = 33, R^2 = 0,38, \text{RSD} = 0,12, P < 0,0002).$$

$$\text{GMD (kg)} = 0,73 + 0,0056 \text{ DP} \quad (n = 33, R^2 = 0,16, \text{RSD} = 0,14, P < 0,02).$$

Tabla 1 Efecto del sexo y del tipo genético sobre el peso de venta (PV), ganancia media diaria (GMD) y coste de producción por animal (CA) y por kilo (C/kg) de los terneros destetados precozmente y seguidamente criados.

	n	P. inic. kg	PV (kg)	GMD kg	CA (€)	C/kg (€)
Sexo						
Hembra (H)	15	144,1	206,5 ^b	1,02 ^b		
Macho (M)	18	138,8	230,9 ^a	1,20 ^a		
sem		3,19	1,52	0,018		
Tipo genético						
CH x (CH x R)	19	143,6	204,3 ^b	1,05 ^b		
Li x (CH x R)	14	139,3	233,1 ^a	1,16 ^a		
sem		3,16	1,50	0,018		
Interacción						
H x [CH x (CH x R)] (1)	8	147,0	192,6 ^d	0,94 ^c	73	0,361
H x [Li x (CH x R)] (2)	7	141,2	220,3 ^c	1,09 ^b	92,2	0,419
M X[CH x (CH x R)] (3)	11	140,2	215,9 ^{bc}	1,16 ^b	89,9	0,420
M X[Li x (CH x R)] (4)	7	137,4	245,9 ^a	1,23 ^a	104,7	0,438
sem		4,44	2,11	0,025		
P sexo		0,25	0,0001	0,0001		
P tipo genético		0,35	0,0001	0,0002		
P interacción		0,75	0,59	0,15		
P covar peso inic		-	0,0001	0,0001		
P covar días precebo		-	0,14	0,97		

El periodo de recría de los grupos de terneros (1),(2),(3) y (4) duró 55, 72, 65 y 85 días respectivamente. n = n° de terneros, sem = error estándar de la media. Medias con distintos superíndices difieren P < 0,05

La superioridad de crecimiento de los machos respecto a las hembras ha sido observada en diversos experimentos referenciados por Daza (2014). Sin embargo, no es conocido que terneros de padre Limusín crezcan más que los de padre Charolés cuando la madre es Charolés x Retinta, aunque en este experimento tal superioridad pudo haber sido debida al efecto toro, pudiéndose, por lo tanto, sólo afirmar que el toro Limusín protagonista de este trabajo fue mejor que el coprotagonista Charolés. La GMD durante la recría aumentó con el peso inicial de los terneros y con la duración de la misma, aspecto relacionado con el tiempo que disponen los animales para el desarrollo después de adaptarse al pienso.

Tabla 2 Efecto del sexo y del tipo genético sobre el peso de venta al destete (PD), potencial de crecimiento (PC), edad al destete (ED) y coste de producción por kilo (C/kg) de los terneros vendidos al destete.

	n	PD (kg)	PC	ED (días)	C (€/kg)
Sexo					
Hembra (H)	5	219,8 ^b	0,97 ^b	225 ^a	
Macho (M)	9	238,8 ^a	1,07 ^a	218,9 ^b	
sem		2,08	0,01	0,98	
Tipo genético					
CH x (CH x R)	7	226,4	1,03	220	
Li x (CH x R)	7	227,2	1,02	223	
sem		2,2	0,011	1,0	
Interacción					
H x [CH x (CH x R)] (1)	3	217,7 ^b	0,97 ^b	223	0,480
H x [Li x (CHx R)] (2)	2	222,0 ^b	0,97 ^b	227	0,473
M X[CH x (CH x R)] (3)	4	235,1 ^a	1,08 ^a	218	0,447
M X[Li x (CHx R)] (4)	5	232,5 ^a	1,06 ^a	219,8	0,452
sem		2,90	0,015	1,36	
P sexo		0,0012	0,0002	0,0019	
P tipo genético		0,79	0,56	0,079	
P interacción		0,29	0,50	0,47	
P covar edad al destete		0,83	0,22		

n = n° terneros. (P/C = peso destete/edad destete). Medias con distintos superíndices difieren P < 0,05.

En la Tabla 2 aparecen los datos, correspondientes al peso al destete, potencial de crecimiento, edad al destete y coste de producción por kilo, de los terneros que se destetaron según práctica usual en la zona. El peso al destete y el potencial de crecimiento fue superior en los machos que en las hembras, pero en este caso la raza del toro no influyó en las anteriores variables. Las vacas fueron suplementadas durante 105 días desde julio hasta octubre con 4 kg/día de concentrado en forma de tacos. Posteriormente, debido al excelente e insólito otoño de 2014, las vacas dejaron de ser suplementadas hasta el destete, lo que redujo el coste de producción en este grupo de terneros (105,12 €). A pesar de ello, el coste de producción fue superior al obtenido en los destetados precozmente, por lo que puede concluirse que el destete precoz de los terneros nacidos en primavera, al margen del efecto positivo que pudiera tener sobre la fertilidad de las vacas, tiene interés económico para el ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, R., Serrano, A. 2004. Economía de la Empresa Agroalimentaria. Ed Mundi Prensa
- Daza, A. 2014. Vacuno de carne con criterios económicos. Ed Agrícola Española SA, 320 pp.

Agradecimientos: A José Sánchez Cordero por su valiosa colaboración.

ECONOMIC INTEREST OF EARLY WEANING IN FARMS OF SUCKLING COWS REARED UNDER CONTINUOUS CALVING IN DEHESA ECOSYSTEM

ABSTRACT: the gender and genetic type had significant effect ($P < 0.05$) on average daily gain post-weaning of calves that were weaned around three months of age. The early weaning of calves born during Spring season in Dehesa farms (Spain) has economic interest for producers.

Keywords: early weaning, calves, economic interest, Dehesa farms.

CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA Y RELACIÓN CON EL TERRITORIO DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO BOVINO. ESTUDIO APLICADO A LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LAS SIERRAS DE BÉJAR Y FRANCIA

Vicente-Amores, F. M.

Departamento de Administración y Economía de la Empresa. Universidad de Salamanca.
fva@usal.es

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es estudiar las características productivas de las explotaciones de ganado vacuno en la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia (RBSBF) y, a partir de aquí, reflexionar sobre las implicaciones que puede tener la política agraria sobre la gestión del territorio partiendo de tres premisas: (1) la cría de ganado es una actividad económica dirigida a la obtención de productos comerciales que influye sobre el conjunto de servicios que los ecosistemas prestan a la sociedad; (2) los recursos naturales no pueden asignarse de forma separada a la obtención de diferentes bienes y servicios comerciales y no comerciales; (3) la política agraria condiciona la toma de decisiones del ganadero a través de las subvenciones establecidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona objeto de estudio está situada en el cuadrante suroriental de la provincia de Salamanca (España), tiene una población de 654 ganaderos. La muestra obtenida (207 individuos) permite afirmar, con un 95% de confianza, que los resultados se pueden extrapolar a la población con un error máximo del 5,5%. A continuación se presentan los resultados del estudio descriptivo de las variables más relevantes. Cuando las medidas de tendencia central presentan una gran dispersión tomamos la mediana como valor representativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.-Características generales

- Factor trabajo. Se trata de explotaciones familiares con la escasa contratación de trabajo asalariado: solamente 1,7% de las explotaciones disponen de personal asalariado fijo, y el 6,8% han tenido asalariados de forma eventual.
- Superficie y grado de fragmentación. El tamaño de las explotaciones es 80 hectáreas (valor de la mediana); aunque más llamativo es que el 50% de las explotaciones con los valores más centrados se mueven en un rango muy amplio, entre las 40 y las 125 ha. Por otra parte, la superficie de las fincas está muy fragmentada, siendo el valor de la mediana de 60 parcelas por explotación.
- Cabaña ganadera. El 84,21% de los sujetos encuestados se dedican a la cría o cría y cebo de terneros de forma exclusiva, frente al 7,1% que solo tienen ganado ovino; el 5,26% explotan simultáneamente ganado ovino y bovino. El número de explotaciones con ganado caprino escasamente llega al 4% y siempre aparece junto a otra actividad. La carga ganadera es de 0,6 UGM/ha, teniendo por término medio 40 nodrizas por explotación
- Intervención sobre elementos naturales y culturales. Los encuestados pusieron de manifiesto la existencia de un porcentaje alto de parcelas que requieren tareas para mejorar las fincas mediante trabajos silvícolas (desbroces, cuidado del arbolado y mantenimiento de muros de piedra y setos) que en la actualidad se están descuidando por el elevado coste de oportunidad y la estructura de propiedad existente.

2.-Rendimiento económico por unidad de producción (vaca nodriza) y hectárea (Tabla 1)

Para determinar el rendimiento de la explotación hay que estimar los costes de explotación y los ingresos comerciales obtenidos. Entre los primeros destacan los gastos de alimentación de la cabaña ganadera, los arrendamientos de tierras, los gastos en vehículos y combustibles; los costes financieros tienen relevancia solo para el 1,7% de la muestra. Los principales ingresos provienen de la venta de terneros y subvenciones. La actividad puede desempeñarse bajo dos categorías básicas: reproducción o cría, que vende los terneros con 6-7 meses de edad o completando el proceso productivo (cebo) de los terneros nacidos en la explotación hasta los 11-13 meses de vida del ternero, generalmente en instalaciones especializadas.

2a) Gastos de la explotación

•Alimentación de la cabaña. Son muy pocas las explotaciones que cultivan forrajes para alimentar al ganado (el 26% de las explotaciones con una superficie media de 10ha). La alimentación de la cabaña se realiza mediante el aprovechamiento a diente o siega de los pastos naturales y se completa con el suministro de pienso compuesto y forrajes comprados. En las explotaciones que se dedican solamente a la reproducción suelen completar la alimentación materna de los terneros con 2 kg diarios de pienso durante 100 días aproximadamente. Las que ceban sus terneros requieren, adicionalmente, un complemento de 6 kg de pienso durante 150 días, por lo que el consumo estimado de pienso es de 900 kg. Alimentar a una vaca requiere, aparte de los recursos generados internamente, entre 600 y 675 kg al año de piensos y 1.200 kg de paja.

•Arrendamiento de tierras. Los titulares de las explotaciones tienen en propiedad poco más del 20% de las tierras que gestionan. Partiendo del precio por hectárea de los diferentes tipos de superficie, según la Encuesta de Cánones de Arrendamiento (2011), el coste medio que conlleva la cría de un ternero es 86 €.

•Gastos de amortización de ganado. Habitualmente para reponer nodrizas los ganaderos seleccionan alguna de las terneras nacidas en la explotación. Siendo su valor equivalente al coste de oportunidad de su venta, su plazo de amortización diez años y su valor residual de 500 € resultan unos gastos de amortización anual de 45 €/vaca.

•Los gastos en vehículos y combustibles. El rango de valores aportado por los titulares oscila entre 1.000 y 1.500 euros al año por explotación, resultando un valor medio de 30 €/vaca.

2b) Ingresos de la explotación

•*Los ingresos del producto comercializado.* El componente principal lo constituye la venta de terneros pasteros (6-7 meses) y animales cebados (11-13 meses). El valor de la producción media por vaca dependiendo del tipo de explotación se sitúa entre los 495 € y los 855 € por vaca y año.

•*Las subvenciones percibidas.* En la RBSBF La subvención media es de 201 €/ha de las que 182 €/ha corresponden al Pilar I de la PAC y 19 €/ha correspondientes al Pilar II. El importe medio de las subvenciones por beneficiario es de 20.174€/año.

2c) Rendimiento de la explotación

De la información presentada puede concluirse que el margen por unidad de producción (vaca nodriza), sin tener en cuenta las subvenciones ni los costes de oportunidad (fundamentalmente tierras en propiedad y trabajo), es de 10 €/vaca para las explotaciones con código de cría y 129 €/vaca si completan en proceso productivo cebando sus terneros. Esto equivale a 35 €/ha sin subvenciones y 236 €/ha después de las subvenciones.

3.-Conclusiones

•Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la supervivencia de las explotaciones está vinculada a la continuidad de las subvenciones. Los estudios realizados en las explotaciones similares que pertenecen a la Red de Granjas Típicas (Subdirección General de Productos Ganaderos, 2012) concluyen que: (1) los ingresos, a precios de mercado, son inferiores a los costes de producción; (2) el beneficio después de subvenciones, sin contabilizar los costes de oportunidad (los derivados del uso de factores propios, tierra capital y trabajo), oscila entre los 50 € y 100 € por 100 kg PV (peso vivo) en las explotaciones de cría y en las explotaciones exclusivamente de cebo el beneficio está comprendido entre 25€ y 50€ por 100 kg canal.

•Frente a la ganadería extensiva tradicional orientada al aprovechamiento de los recursos locales, con cargas ganaderas equilibradas (en territorios de dehesa entre 0,3 y 0,4 UGM/ha) las explotaciones de la RBSFB mantienen unas cargas de 0,6 UGM/ha y han incorporando prácticas que acortan el proceso de cebo para aumentar la rentabilidad y situarse, en términos de competitividad, en condiciones equivalentes a los modelos intensivos (Martín-Bellido et al., 2001; Mata-Moreno, 2001).

•La PAC históricamente ha vinculado las ayudas a la producción, esto ha favorecido un proceso de deterioro ambiental tanto por el abandono de los terrenos menos productivos como por la sobreexplotación de las parcelas más productivas y mejor situadas (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011; Keenleyside et al., 2014).

•La aplicación de la nueva PAC, en España, no parece que vaya a corregir la situación: profundiza en el desacoplamiento de las subvenciones e incorpora un pago verde entre los

pagos directos, pero no establece de forma generalizada un sistema de incentivos a provisión de servicios ambientales. El marco normativo sí permite desarrollar contratos ambientales a partir de las medidas agroambientales previstas en la PAC como ya se ha hecho en otros países europeos (Hanley *et al.*, 2012; Moxey y White, 2014), pero no es una opción que se esté manejando en los proyectos de Programas de Desarrollo Rural de las Comunidades Autónomas. En la comarca estudiada el 61,7% de los titulares de explotaciones estaría dispuesto a firmar un contrato que incorporara compromisos ambientales si era compensado por poner en marcha dichas prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hanley *et al.*, 2012. How should we incentivize private landowners to "produce" more biodiversity?, *Oxford Review of Economic Policy* 28, 93-113
- Keenleyside *et al.*, 2014. The High Nature Value farming concept throughout EU 27 and its maturity for financial support under the CAP. Institute for European Environmental Policy, London
- Martín-Bellido *et al.*, 2001. Sistemas extensivos de producción animal. *Archivos de Zootecnia* 50, 465-598
- Mata-Moreno, C. 2001. *Bases técnicas de la Ganadería Ecológica, en La práctica de la Agricultura y Ganaderías Ecológicas*. CAAE, Sevilla
- Moxey *et al.*, 2014. Result-oriented agri-environmental schemes in Europe: A comment. *Land Use Policy* 39, 397-399
- Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2011. *Biodiversidad en España. Base de la sostenibilidad ante el cambio global*
- Subdirección General de Productos Ganaderos, 2012. *Informe nacional de vacuno de carne 2011*

Tabla 1. Rendimiento por unidad de producción y hectárea en € (sin subvenciones)

Tipo de explotación	Cría	Cría+ cebo
Valor por unidad de producción (nodriza)	495	855
Costes de alimentación de la vaca	225	225
Costes de alimentación del ternero	52	293
Arrendamiento de tierras	86	86
Gastos veterinarios	12	12
Medios de transporte	30	30
Amortización de ganado	48	48
Amortización de capital	32	32
Rendimiento neto por vaca nodriza	10	129
Rendimiento por hectárea (sin subvenciones)	35	

PRODUCTIVE CHARACTERIZATION AND RELATIONSHIPS WITH THE TERRITORY IN RESERVA DE LA BIOSFERA DE LAS SIERRAS DE BEJAR Y FRANCIA LIVESTOCK FARM

ABSTRACT: This study aims to analyze the current situation in livestock farms situated in "Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia (RBSBF)" in terms of their productive characteristics. The data used in the study was obtained by conducting surveys with 207 farmers. This paper emphasizes the importance of four elements. First, the RBSBF agriculture is based on small family farms that are fragmented into small parcels and, on the other hand, the share of rented land is near to 80%. Second, the farms are oriented mainly to beef production, many sheep and goat farms have been closed. Third, the livestock production was based on locally available feed resources but, actually, it depends on feed concentrates that are traded domestically and internationally. Finally, the low productivity put the farms at a disadvantage in competitive markets; this means that they are very dependent on CAP support to maintain farm incomes.

Keywords: extensive livestock farming, farm management

RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE TERNEROS CEBONES DE RAZAS ASTURIANAS BAJO DOS ESTRATEGIAS DE MANEJO

Román-Trufero, A., Celaya, R., Martínez, A., García-Prieto, V. y Osoro, K.
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), apdo. 13, 33300
Villaviciosa, Asturias. aliciaart@serida.org

INTRODUCCIÓN

La carne de cebón y buey es un producto muy valorado por su calidad organoléptica, y con gran demanda por parte de los consumidores y el sector de la restauración. Sin embargo, su producción en el norte de España, y concretamente en Asturias, es muy baja, estando enfocada sobre todo a la carne de ternera joven, y algo de añejo. Por otro lado, dada la reducción progresiva de la producción animal basada en los recursos pastables, se produce un abandono de los prados que da lugar a un deterioro en su calidad nutritiva, potencial productivo y biodiversidad. La producción de carne de cebón (proveniente de machos castrados sacrificados con una edad menor o igual a 48 meses; Real Decreto 75/2009 de 30 de enero) basada en una alimentación en régimen extensivo podría ser una opción económicamente sostenible, debido a la menor dependencia de alimentos comprados, además de propiciar un mejor aprovechamiento de los pastos y menor consumo de combustibles fósiles. La transtermitancia de ganado entre valles y puertos de montaña, practicada tradicionalmente, promueve una utilización más eficiente de los recursos pastables disponibles en la región.

El objetivo de este trabajo es estudiar la producción de carne de cebón, sacrificado alrededor de los 33 meses de edad, comparando dos razas autóctonas, la Asturiana de los Valles (AV) y la Asturiana de la Montaña (AM), y dos sistemas de manejo en extensivo: uno en el que los añejos ya castrados suben en verano a los puertos en su segundo año de vida, frente a otro en el que los terneros solo suben a puerto el primer año junto con sus madres, permaneciendo el segundo año en prados y praderas de valle.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en fincas experimentales situadas en tres zonas geográficas de Asturias, consistiendo en un diseño factorial de dos razas (AV y AM) y dos manejos (A y B). Se utilizaron un total de 67 terneros machos nacidos en invierno-primavera de los años 2010, 2011 y 2012, la mitad de raza AV y la otra mitad de raza AM. El manejo de los animales era como sigue: desde su nacimiento hasta mediados de junio, los terneros permanecían junto a sus madres en prados de la zona costera (Villaviciosa, 50-150 m s.n.m.). En junio se subían a puertos de montaña (Parque Natural de las Ubiñas-La Mesa, Quirós, 1600-1800 m s.n.m.) donde permanecían todo el verano junto a sus madres. Al bajar del puerto eran destetados, pasando a pastar en los prados de Villaviciosa durante el otoño hasta su estabulación, a finales de diciembre. En la invernada, la alimentación era a base de pulpa de remolacha, concentrado y heno de hierba. En febrero, aproximadamente con un año de edad, se les realizaba la castración quirúrgica. En marzo comenzaba el pastoreo de primavera en praderas de valle (Grado, 60-65 m s.n.m.) sembradas con raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Al llegar el verano, la mitad de los cebones de cada raza subían al puerto (manejo A), permaneciendo en las praderas de valle la otra mitad (manejo B). Tras el pastoreo de verano, todos los cebones se juntaban y permanecían en la finca de Grado hasta su sacrificio, realizando allí el pastoreo de otoño, la invernada, el pastoreo de primavera-verano y la fase de acabado. La alimentación durante el acabado consistió en silo de maíz *ad libitum* y concentrado (4 kg/d).

Los animales se pesaron regularmente para calcular las ganancias diarias de peso vivo (PV) durante las distintas estaciones o fases y años. Tras el sacrificio se pesaba la canal en frío y se calculó su rendimiento (%) dividiendo dicho peso con el PV previo al sacrificio.

Los datos se analizaron mediante ANOVA factorial. Para las ganancias durante el 1º año de vida, en el modelo se incluyeron los efectos: raza (AV o AM), año (nacidos en 2010, 2011 o 2012) y su interacción. Para las ganancias a partir del verano del 2º año de vida, se examinaron los efectos de la raza, manejo (A o B), año, y las interacciones entre ellos. Para analizar el PV al sacrificio, peso y rendimiento de la canal se empleó el mismo modelo, incluyendo la edad (en días) al sacrificio como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer año de vida, las ganancias de PV fueron mayores en los terneros AV que en los AM, tanto en primavera como en verano, cuando los terneros suben a puertos de montaña junto a sus madres, así como en el otoño, una vez que los terneros son destetados tras la bajada de puerto (Tabla 1). Esto se debe al mayor potencial de crecimiento de la raza AV frente a la más rústica, AM (Martínez et al., 1999; Osoro et al., 2003). No se observaron diferencias significativas entre las dos razas en las ganancias durante la invernada.

En el segundo año de vida, una vez castrados los animales, los AM tendieron a ganar más que los AV en el pastoreo de primavera. Durante el verano, ya con los dos manejos establecidos, entre los cebones que permanecieron en valle, las ganancias de PV fueron mayores en los AV respecto a los AM (538 vs. 393 g/d), mientras que en puerto los AM ganaban más peso que los AV (481 vs. 142 g/d; Tabla 1), resultando en una interacción ($P=0,056$) entre raza y manejo. Los vacunos AM se adaptan muy bien a las condiciones de alta montaña, y se amoldan mejor a condiciones menos favorables que la raza AV (Osoro et al., 1999). Los peores rendimientos observados en puerto en los cebones AV se deberían a la menor producción y calidad nutritiva de los pastos de montaña frente a las praderas, junto con las mayores inclemencias meteorológicas en montaña y los mayores gastos energéticos de los animales de mayor tamaño en un terreno más difícil.

Tras la bajada de puerto, cuando todos los cebones vuelven a permanecer juntos en prados de valles, los AV presentaron mayores ganancias que los AM en las siguientes fases (607 vs. 505 g/d en otoño; 530 vs. 423 g/d en invierno; 956 vs. 845 g/d en primavera). Hay que destacar que en estas fases las ganancias fueron mayores en los animales del manejo A que en los del manejo B, tanto en los pastoreos de otoño (652 vs. 460 g/d) y de primavera (532 vs. 421 g/d) como en la invernada (980 vs. 820 g/d). Por tanto, los cebones manejados en puerto el verano anterior mostraron un crecimiento compensatorio respecto a los manejados en praderas de valle. Esta capacidad del ganado vacuno se da cuando previamente han tenido una alimentación restringida, y se conoce en vacas y terneros en desarrollo con más de 6 meses de edad (Wright et al., 1986, 1989; Osoro et al., 1993, 2003). El efecto del manejo recibido durante el verano del segundo año de vida desapareció en el pastoreo de verano del tercer año y en la fase de acabado (Tabla 1).

El PV final se vio afectado por la raza, llegando al sacrificio los cebones AV con mayor PV que los AM (702 vs. 612 kg; $P<0,001$). De igual modo, el peso de la canal y su rendimiento resultaron mayores en los cebones de raza AV que en los AM (378 vs. 312 kg y 54 vs. 51% respectivamente; $P<0,001$). Cabe resaltar que el manejo del verano anterior no afectó ni al PV al sacrificio ni al peso de la canal, si bien se observó una interacción entre manejo y año en el rendimiento de la canal (Tabla 2). Por tanto, las menores ganancias durante el verano del segundo año de vida en los cebones manejados en puerto se vieron en gran parte compensadas en las siguientes fases, produciendo canales de pesos similares a los manejados en valle.

En conclusión, los cebones de raza AV presentaron mayores rendimientos que los de raza AM. El crecimiento compensatorio que mostraron los animales previamente manejados en pastos de puerto, en las fases siguientes a la bajada de éste, hizo que no haya diferencias en el peso final y de la canal respecto a los manejados en praderas de valle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez, A., García, J., Noval, G., de Diego, V., Castro, P. & Osoro, K. 1999. VIII Jornadas Prod. Anim. AIDA, pp. 26-28.
- Osoro, K., Oliván, M., Martínez, A. & Barriada, M. 1993. V Jornadas Prod. Anim. AIDA, pp. 45-47.
- Osoro, K., Fernández Prieto, E., Celaya, R., Noval, G., Alonso, L. & Castro, P. 1999. ITEA 95A: 188-203.
- Osoro, K., Martínez, A. & Castro, P. 2003. Desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne de calidad en zonas bajas. SERIDA-KRK, Oviedo.
- Wright, I.A., Russel, A.J.F. & Hunter, E.A. 1986. Anim. Prod. 43: 211-223.
- Wright, I.A., Russel, A.J.F. & Hunter, E.A. 1989. Anim. Prod. 48: 43-50.

Agradecimientos: El trabajo se desarrolló dentro del proyecto INIA RTA2011-00122-00-00 cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Alicia Román Trufero disfruta de una beca FPI-INIA.

Tabla 1. Ganancias de peso vivo (PV, en g/d) de terneros cebones de raza Asturiana de los Valles (AV) o Asturiana de la Montaña (AM) según el manejo: pastoreo en puertos de montaña (A) o en praderas de valle (B) durante el verano de su 2º año de vida.

Raza (R) Manejo (M)	AV		AM		e.s.m.	R	M	Significación			
	A	B	A	B				A	RxM	MxA	RxA
1º año											
Primavera	942		754		36,2	**		**			NS
Verano	715		633		26,7	*		*			NS
Otoño	719		525		35,9	***		***			*
Invernada	666		701		47,2	NS		***			+
2º año											
Primavera	445		588		56,4	+		NS			NS
Verano	142	538	481	393	123,6	NS	NS	NS	+	NS	NS
Otoño	697	517	607	402	46,5	*	***	***	NS	*	NS
Invernada	557	503	507	340	42,4	*	*	*	NS	NS	NS
3º año											
Primavera	1038	874	922	767	45,1	*	***	***	NS	NS	NS
Verano	717	727	648	675	36,9	NS	NS	***	NS	NS	NS
Acabado	669	794	846	805	101,3	NS	NS	***	NS	NS	NS

e.s.m.: error estándar de la media; A: Año de nacimiento; NS: $P > 0,1$; +: $P < 0,1$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. La interacción MxRxA no era significativa ($P > 0,1$) para ninguna de las variables analizadas.

Tabla 2. Rendimientos al sacrificio y de la canal de terneros cebones de raza Asturiana de los Valles (AV) o Asturiana de la Montaña (AM) según el manejo: pastoreo en puertos de montaña (A) o en praderas de valle (B) durante el verano de su 2º año de vida.

Raza Manejo	AV		AM		e.s.m.	R	M	Significación			
	A	B	A	B				A	MxA	Edad	
PV sacrificio (kg)	694	710	613	610	16,6	***	NS	**	NS	**	
Peso canal (kg)	369	387	311	312	9,3	***	NS	*	NS	**	
Rdto. canal (%)	53,2	54,5	50,7	51,1	0,5	***	NS	NS	**	NS	

e.s.m.: error estándar de la media; A: Año de nacimiento; Edad: edad al sacrificio como covariable; NS: $P > 0,1$; +: $P < 0,1$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. Las interacciones MxR, RxA y MxRxA no eran significativas ($P > 0,1$) para ninguna de las variables analizadas.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF CASTRATED STEERS OF ASTURIAN BREEDS UNDER TWO MANAGEMENT STRATEGIES

ABSTRACT: The performance of castrated steers was studied comparing two local Asturian breeds, Asturiana de los Valles (AV) and Asturiana de la Montaña (AM), and two management strategies: one consisting in yearling steers utilizing mountain pastures during the summer in the second year of life, and another consisting in yearling steers grazing on lowland improved pastures. Animals were slaughtered at an age of approximately 33 months. In general, live weight gains were higher in AV breed than in AM, resulting in greater slaughter and carcass weights in the former. The steers utilizing mountain pastures in their second year of life showed a compensatory growth in next periods. Thus previous differences were counterbalanced in the next year, so there were no differences between managements in the final weight at slaughter and carcass weight and yield.

Keywords: beef, extensive management, local breed, steer

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y GENÉTICOS QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS NODRIZAS DE LA RAZA PARDA DE MONTAÑA

Cortés, X.¹, Revilla, R.², Casasús, I.³, Blanco, M.³, Sanz, A.³, Villalba, D.¹

¹Departament Producció Animal, ETSEA, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida.

²Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.

³Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza.

xcorteslacruz@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de vacuno de carne las lactaciones de las vacas tienen una duración entre 5 y 7 meses, momento en que se desteta el ternero. El peso del ternero en ese momento tiene mucha importancia desde el punto de vista económico para las explotaciones ya que es la principal fuente de ingresos (Áby et al., 2012). El peso al destete está altamente correlacionado con la producción de leche de la madre (Mc Hugh et al., 2014) pero no son el mismo carácter. Por tanto, en una primera aproximación a la relación peso destete y carácter materno, se decidió estudiar la producción de leche a lo largo de los cinco primeros meses de la lactación. La producción de leche a lo largo de la lactación depende del potencial genético de la vaca y de cómo le afecta el ambiente. En este trabajo se analiza cómo puede afectar el ambiente (alimentación, época de parto, sexo del ternero, etc.) a la producción de leche en los diferentes meses de la lactación, la componente genética de la producción de leche mensual y la correlación entre los diferentes meses de la lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 508 lactaciones de 276 vacas de la raza Parda de Montaña de la Finca Experimental "La Garcipollera" registradas entre los años 1995 y 2012. Para cada lactación se disponía del año y la época de parto, el sexo del ternero, el manejo de la alimentación de la vaca durante la lactación, la suplementación al ternero con concentrado, el manejo del ternero y la producción estimada de leche de cada uno de los cinco primeros meses de lactación. La producción lechera diaria se estimó mediante ordeño mecánico con inyección de oxitocina, según la técnica de Le Du et al. (1979). La producción en cada uno de los meses de lactación (m1, m2, m3, m4, y m5) se trató como un carácter diferente. Para el carácter m1, m2, m3, m4, y m5 se disponía de 305, 413, 364, 290, y 181 registros respectivamente procedentes de 190, 246, 243, 210 y 144 vacas. Por otro lado se construyó un fichero con la genealogía de todos los animales con la información parental de 4165 animales de los cuales el 7,6% son animales fundacionales. El modelo explicativo de la producción lechera que se utilizó fue el siguiente para cada uno de los 5 meses de lactación: $mx = \mu + \text{año}_i + \text{época}_j + \text{sexo}_k + \text{energía}_l + \text{pienso}_m + \text{manejo}_n + u_{m1,o} + e$. Donde: mx: producción de leche del mes x; μ : media poblacional; año: efecto fijo año (17 niveles) i; época: efecto fijo época de parto (primavera/otoño) j; sexo: efecto fijo sexo (macho/hembra) k; energía: efecto fijo nivel de energía en la alimentación de la vaca (alto/bajo) l; pienso: efecto fijo suplementación con concentrado del ternero con pienso (Sí/No) m; manejo: efecto fijo del manejo del ternero (tetada libre/restringida) n; u: efecto genético aditivo del animal o; e: residuo.

El modelo se solucionó mediante metodología bayesiana usando el programa TM (Legarra et al., 2008). Se realizó una distribución marginal posterior de las diferencias entre niveles de los efectos fijos que se estimaron por muestreo de Gibbs usando una cadena de 100.000 iteraciones, descartando las 30.000 primeras y reteniendo una de cada 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las diferencias con su región de alta densidad posterior al 95% entre los distintos niveles de cada uno de los efectos fijos para cada mes de lactación. Para el efecto de la época de parto, y aunque los intervalos de confianza incluyen en todos los casos el 0, se puede observar que la diferencia entre épocas no es consistente en todos los meses. Parece haber una mayor producción lechera en otoño en el mes 1 (P=88%), mientras que en el mes 4 producen más las de primavera (P=95%). Estas diferencias en la

producción según la época de parto, coincidiendo con Rodrigues et al. (2014), pueden ser debidas al efecto de la alimentación, en un sistema de producción que obliga a hacer cambios en la alimentación por el aprovechamiento de las praderas, los pastos de puerto (de calidad variable según climatología) y la necesaria suplementación forrajera durante la época invernal.

Tabla 1. Producción de leche, componente genética y diferencias entre los niveles de los diferentes efectos para cada mes de lactación.

Efecto fijo	Mes de lactación					
	m1	m2	m3	m4	m5	
Media producción (kg/día)	8.5	8.3	8.0	7.1	7.2	
EPOCA PARTO	D(Primavera – Otoño)	-0.44 ± 0.37	0.00 ± 0.35	-0.07 ± 0.35	-0.66 ± 0.40	0.31 ± 0.50
	[HPD _{95%}]	[-1.16, 0.28]	[-0.69, 0.68]	[-0.76, 0.62]	[-0.13, 1.45]	[-0.67, 1.29]
	P	88%	50%	58%	95%	73%
SEXO	D(Macho – Hembra)	0.25 ± 0.23	0.02 ± 0.22	0.33 ± 0.23	-0.37 ± 0.21	0.10 ± 0.22
	[HPD _{95%}]	[-0.21, 0.72]	[-0.43, 0.46]	[-0.13, 0.79]	[-0.79, 0.04]	[-0.34, 0.54]
	P	86%	53%	92%	96%	67%
NIVEL ENERGÍA	D(Alto – Bajo)	0.22 ± 0.37	1.15 ± 0.40	1.99 ± 0.38	2.13 ± 0.35	1.69 ± 0.31
	[HPD _{95%}]	[-0.52, 0.96]	[0.36, 1.95]	[1.23, 2.75]	[1.43, 2.83]	[1.07, 2.31]
	P	72%	100%	100%	100%	100%
PIENSO TERNERO	D(Si – No)	-0.06 ± 0.40	0.41 ± 0.33	0.26 ± 0.31	-0.16 ± 0.30	-0.05 ± 0.27
	[HPD _{95%}]	[-0.84, 0.73]	[-0.24, 1.05]	[-0.36, 0.89]	[-0.76, 0.45]	[-0.59, 0.49]
	P	56%	89%	79%	69%	57%
TETADA	D(Libre – Restringida)	0.21 ± 0.33	0.29 ± 0.36	0.39 ± 0.39	0.54 ± 0.34	0.75 ± 0.55
	[HPD _{95%}]	[-0.45, 0.87]	[-0.42, 1.01]	[-0.38, 1.16]	[-0.14, 1.21]	[-0.32, 1.83]
	P	73%	79%	84%	94%	91%

D: Media ± desviación estándar de las diferencias entre los niveles de los efectos para cada uno de los meses. HPD_{95%}: región de alta densidad posterior al 95%. P: P(D>0) cuando D>0 y P(D<0) cuando D<0.

En el efecto del sexo del ternero, aunque las diferencias no son relevantes, la probabilidad de que las vacas que hayan parido un macho produzcan más leche es superior al 85% para los meses 1 y 3, mientras en los siguientes meses los valores no muestran una consistencia a favor de ninguno de los sexos. Esto podría ser debido a que la ingestión de leche y la frecuencia de tetada de los machos es mayor que en las hembras estimulando a la vaca a producir más leche (Albertini et al., 2012). El nivel de energía en la alimentación de la vaca influye sobre la producción de leche a partir del segundo mes de lactación (P>99%). Es razonable que las vacas con un mayor aporte energético de la ración produzcan más leche y también que ésta no se produzca de forma instantánea, lo que explicaría que no se encuentren diferencias en el primer mes. El efecto de la suplementación del ternero con pienso no tiene un efecto consistente para todos los meses. En el primer mes no se detecta ninguna diferencia, en consonancia con los resultados de Blanco et al. (2009) en los que no se detectaba un consumo de pienso significativo hasta el día 45, y la diferencia más importante, a favor de los terneros con pienso, se detecta en el segundo (P=89%) y tercer (P=79%) mes. Esta diferencia se podría atribuir a un incremento de la vitalidad del ternero debida al pienso que estimula a su vez una mayor producción de leche en la madre en los meses en los que su potencial de producción de leche aún es alto. Por último, si

observamos el manejo del ternero, existe una mayor probabilidad de que las madres de los terneros con libre tetada produzcan más leche, aumentando la diferencia entre manejos a medida que aumenta la lactación ($P > 90\%$ en los dos últimos meses). Esto podría indicar que a edades superiores a los 90 días, el menor estímulo de succión por parte de los terneros en manejo restringido limita la producción de leche de la madre.

La componente genética representa entre un 19% y un 40% para el mes 2 y 5, valores relativamente altos considerando el sistema de producción extensivo. Otros autores encuentran una componente genética para este carácter del 12% (Meyer et al., 1994) y del 25% (MacNeil y Mott, 2006). Aunque las correlaciones genéticas entre los 5 caracteres fueron positivas y superiores a 0,53, indicando que la componente genética es parecida en todos los meses, la diferencia en el efecto de las variables ambientales descrito anteriormente indica que puede ser interesante tratar la lactación como diferentes caracteres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Åby, B.A., et al. 2012. *Livest. Sci.* 143: 259-69
- Albertini, T.Z., et al. 2012. *J. Anim. Sci.* 90: 3867-78
- Blanco, M., et al. 2008. *Animal.* 2:779-89
- Le Du et al., 1979. *Livest. Prod. Sci.* 6: 277-281.
- Legarra, A., et al. 2008. TM user manual. <http://cat.toulouse.inra.fr/~alegarra/manualtm>
- McHugh, N., et al. 2014. *J. Anim. Sci.* 92: 1423-32
- MacNeil, M.D. & Mott, T.B. 2006. *J. Anim. Sci.* 84: 1639-1645
- Meyer, K., et al. 1994. *J. Anim. Sci.* 72: 1155-65
- Rodrigues, P.F., et al. 2014. *J. Anim. Sci.* 92: 2668-76.

Agradecimientos: Financiado por INIA (RTA 2010-57, RZP 2009-05 y RZP 2010-02). Los autores expresan su agradecimiento al personal del CITA (J. Ferrer, J.M. Acín, J. Casaus, M.A. Pueyo, N. Mladenov, E. León).

ENVIRONMENTAL AND GENETIC EFFECTS DURING LACTATION ON MILK PRODUCTION OF PARDA DE MONTAÑA BEEF COWS

ABSTRACT: The objective of this study was to analyse the environmental and genetic effects in monthly milk production of Parda de Montaña beef cows. Five hundred and eight lactations from 246 cows were studied. Milk production was obtained by machine milking following oxytocin stimulation. Milk production in each month of lactation (1 to 5) was treated as a different trait. The model included the animal effect (random), level of nutrition of the cow, calving season, sex of calf, calf supplementation and calf management. The animal genetic effect accounts from 19 to 40% depending on the month of lactation, and the genetic correlation between months was higher than 53%. The magnitude of the environmental effects changes between months. Autumn calving cows produced more milk in the first month of lactation whereas spring calving cows produced more in the 4th and 5th month of lactation. The level of energy in the cow ration affected the milk production from the second to the fifth month of lactation. The sex, supplementation and management of calf did not have consistent effects on milk production. Nevertheless the calf related factors have punctual effects that recommend the inclusion of these effects in future models.

Keywords: beef cattle, milk yield, genetic correlation.

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTRA-RACIAL EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE AÑOJOS CEBADOS EN EL SUR DE ESPAÑA

Maroto Molina, F.¹, Santos Alcudia, R.², Gómez Rodríguez, J.² y Gómez Cabrera, A.¹
¹Dpto. de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Ctra. Madrid-Cádiz, km 396, 14013, Córdoba. ²COVAP. Ctra. Industrial Dehesa Boyal, 14400, Pozoblanco. g02mamof@uco.es

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de vacuno en el sur de España está basada en el mantenimiento de las vacas nodrizas y los toros en régimen extensivo y el cebo intensivo de los terneros en base a concentrados y paja de cereales. Tradicionalmente, se han usado razas autóctonas por su adaptación al medio, pero en las últimas décadas se han ido introduciendo razas foráneas mejoradas, sobre todo Charolais y Limousin, con el fin de mejorar los rendimientos y adaptar las características de las canales a las demandas del mercado. Además del sistema de producción descrito, en la zona estudiada es habitual el cebo de terneros machos de raza Frisona procedentes de explotaciones de leche. En definitiva, los terneros que se entregan en los cebaderos presentan una gran variabilidad racial, siendo habitual su manejo en lotes de animales del mismo tipo genético con el fin de optimizar los procesos de ceba y sacrificio. Existen muchos datos en la bibliografía sobre la influencia de la raza en los parámetros productivos y la calidad de la carne (Chambaz et al., 2003; Albertí et al., 2005 y 2007), pero hay poca información relativa a la variabilidad intra-racial. Sin embargo, este dato es importante de cara a mejorar la gestión de los lotes antes citados. El objetivo de este trabajo es cuantificar la variabilidad intra-racial en aquellos parámetros productivos que tienen una influencia importante en la rentabilidad de los añojos cebados en el sur de España: ganancia media diaria (GMD), rendimiento canal, y conformación y engrasamiento de la canal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados en este trabajo corresponden a los añojos (sólo machos) cebados en las instalaciones de la Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP) y sacrificados en el matadero de la misma cooperativa entre septiembre de 2012 y septiembre de 2014. Cada animal dispone de los siguientes datos: nº de crotal, nº de explotación, fecha de entrada y salida del cebadero, fecha de sacrificio, peso vivo de entrada (kg), tipo racial (obtenido mediante encuesta directa en las explotaciones y confirmado por personal experto a la entrada en el cebadero), peso vivo en la línea de sacrificio (kg), peso de canal caliente (kg), conformación de la canal (escala SEUROP) y engrasamiento de la canal (escala 1-5). Se ha calculado la GMD (kg/d) y el rendimiento canal (%). Se han eliminado los casos con datos incompletos, así como aquellos con datos anómalos, detectados con algoritmos basados en la desviación estándar y los residuos de regresión entre variables relacionadas (Maroto et al., 2013). Los valores de GMD y conformación se han corregido a los pesos de sacrificio estándar para los añojos de las distintas razas (mejoradas o procedentes de absorción = 600 kg; cruces = 550 kg; autóctonas = 500 kg; Frisona = 450 kg) usando los coeficientes de regresión entre dichos parámetros productivos y el peso de sacrificio para cada raza (el rendimiento canal y el engrasamiento no han mostrado una correlación significativa con el peso de sacrificio). Los estadísticos descriptivos se han calculado con el software estadístico Minitab 15 ®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de los parámetros productivos para las distintas razas y cruces de los añojos cebados en las instalaciones de COVAP se recogen en la tabla 1. No se incluyen aquellas razas representadas por menos de 40 animales, para evitar sesgos en los resultados debidos a la variabilidad estacional de los parámetros productivos. Se observa que los cruces industriales son poco frecuentes, siendo elevado el número de ganaderías que producen animales cruzados por absorción, como cabe esperar de ganaderías de tamaño medio-bajo en las que resulta difícil mantener en el tiempo varias líneas puras. En cuanto al número de añojos cebados, destaca la raza Frisona, seguida de Limousin y Charolais procedentes de cruces por absorción. Entre las razas autóctonas cabe destacar la Retinta. Respecto a los resultados productivos, en general, las razas foráneas y sus cruces sobresalen en GMD, rendimiento canal y conformación, mientras que las autóctonas, así

como la Frisona, presentan canales más engrasadas a pesar de que los pesos de sacrificio son inferiores.

La tabla 2 muestra la variabilidad intra-racial, expresada como el coeficiente de variación (CV) de los parámetros productivos. Se observa que, en general, los valores del CV a nivel de raza son altos, igualando o superando en muchos casos al dato de variabilidad total. Es necesario destacar la excepción del rendimiento canal: en este caso la variabilidad es menor que en el resto de parámetros, y también es menor a nivel intra-racial que general. Cabría pensar que la variabilidad intra-racial se debe a diferencias en la calidad de la genética presente en las distintas ganaderías. Sin embargo, los datos de variabilidad intra-racial de cada ganadería (tabla 3) son similares a los valores globales para las distintas razas, es decir, al interior de cada ganadería es posible encontrar animales con comportamientos productivos muy dispares (tanto como en el conjunto de los animales de cada raza o cruce). En este sentido, cabe destacar la excepción de la raza Frisona, pues en estos animales los CV a nivel de ganadería son inferiores a los CV de la raza. Hay que tener en cuenta que esta raza ha sufrido un proceso de selección muy superior a las razas de aptitud cárnica y esto se ve reflejado en la homogeneidad de los rebaños.

Los resultados de este trabajo muestran la necesidad de avanzar desde un enfoque “racial” como el usado actualmente, en el que los ganaderos apuestan por el uso de una raza selecta para la mejora genética de su rebaño y los cebaderos agrupan a los animales en lotes según su raza, hacia un enfoque de “ganadería de precisión”, en el que se tienen en cuenta las características individuales de cada animal mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (Banhazi et al., 2012). En el caso del vacuno de carne, el tránsito hacia la ganadería de precisión se ve favorecido por la obligación legal de identificar individualmente los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J.L., Panea, B. y Sañudo, C. 2005. Meat Sci. 71, 514-521.
- Albertí, P., Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J.L., Ripoll, G., Ertbjerg, P., Christensen, M., Gigli, S., Failla, S., Gaddini, A. et al. 2007. Liv. Sci. 114, 19-30.
- Banhazi, T.M., Lehr, H., Black, J.L., Crabtree, H., Schofield, P., Tscharke, M. y Berckmans, D. 2012. Int. J. Agric. Biol. Eng. 5, 1-9.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. y Dufey, P.A. 2003. Meat Sci. 63, 491-500.
- Maroto, F., Gómez, A., Guerrero, J.E., Garrido, A., Sauvant, D., Tran, G., Heuzé, V. y Pérez, D.C. 2013. Animal 7, 1128-1136.

Agradecimientos: El análisis de los datos recopilados por COVAP se ha llevado a cabo en el marco del proyecto MAGRAMA nº 20130020000783.

Tabla 1. Valores medios de los parámetros productivos para cada raza o cruce¹.

Tipo racial	Nº Ganaderías	Nº Añojos	GMD ²	Rto. Canal	Conf. ^{2,3}	Eng.
Char	4	231	1,52	58,86	4,08	2,19
Char (abs) ⁴	27	503	1,40	58,66	3,86	2,38
Char x Berrenda (F1)	1	47	1,21	58,91	3,26	2,68
Char x Lim (abs) ⁵	2	49	1,51	59,42	3,92	2,35
Char x Morucha (F1)	3	262	1,27	58,26	3,45	2,51
Char x Retinta (F1)	9	194	1,34	58,38	3,58	2,53
Frisona	162	2321	1,30	51,93	2,03	2,81
Lim (abs) ⁴	56	1206	1,40	60,15	3,90	2,30
Lim x Char (abs) ⁶	18	332	1,45	60,02	3,93	2,28
Lim x Morucha (F1)	2	84	1,25	58,33	3,42	2,54
Lim x Retinta (F1)	9	223	1,43	57,63	3,38	2,65
Morucha	2	70	1,19	56,93	3,01	2,76
Negra andaluza	2	49	1,22	55,78	2,86	2,92
Retinta	17	232	1,27	55,73	3,03	2,85
TOTAL / MEDIA	295	5803	1,35	56,14	3,04	2,57

¹Char = Charolais; Lim = Limousin; Conf. = conformación; Eng. = engrasamiento.

²Valores estandarizados según peso de sacrificio.

³Equivalencia numérica: S=6; E=5; U=4; R=3; O=2; P=1.

⁴Procedente de cruce por absorción, entendido como $\geq 75\%$ de raza mejorada.

⁵Toro Charolais x vaca Limousin procedente de cruce por absorción.

⁶Toro Limousin x vaca Charolais procedente de cruce por absorción.

Tabla 2. Coeficiente de variación de los parámetros productivos para cada raza o cruce¹.

Tipo racial	GMD	Rto. Canal	Conf.	Eng.
Char	11,90	4,15	12,24	17,97
Char (abs) ³	13,76	3,94	12,09	20,41
Char x Berrenda (F1)	8,95	3,48	13,54	17,58
Char x Lim (abs) ⁴	17,97	3,75	11,46	20,49
Char x Morucha (F1)	16,28	3,74	14,88	19,97
Char x Retinta (F1)	14,48	4,52	14,61	19,82
Frisona	13,34	4,28	10,81	14,20
Lim (abs) ³	14,04	4,40	12,82	19,92
Lim x Char (abs) ⁵	13,73	3,89	12,06	19,68
Lim x Morucha (F1)	15,42	3,87	14,52	19,79
Lim x Retinta (F1)	16,74	3,99	15,70	17,95
Morucha	16,35	3,94	13,24	15,66
Negra andaluza	8,31	4,14	15,98	9,48
Retinta	15,88	4,04	12,43	12,42
Todos los tipos raciales	14,97	7,63	31,15	19,27

¹Ver notas de Tabla 1.

Tabla 3. Promedio de los coeficientes de variación de los parámetros productivos para cada ganadería¹.

Tipo racial	GMD	Rto. Canal	Conf.	Eng.
Char	11,85	3,72	12,00	18,63
Char (abs) ³	12,19	3,59	10,14	20,47
Char x Lim (abs) ⁴	18,20	3,75	11,45	19,66
Char x Morucha (F1)	15,17	3,97	14,66	20,25
Char x Retinta (F1)	10,03	3,61	14,32	13,90
Frisona	6,76	3,27	6,09	8,61
Lim (abs) ³	11,90	4,10	11,92	18,45
Lim x Char (abs) ⁵	12,15	3,95	10,68	18,12
Lim x Morucha (F1)	15,10	3,96	13,95	20,04
Lim x Retinta (F1)	13,47	3,60	14,40	16,47
Morucha	15,19	3,96	12,92	17,36
Negra andaluza	7,67	4,01	16,11	6,35
Retinta	14,64	3,24	10,25	9,58
Todos los tipos raciales	9,79	3,56	9,11	13,28

¹Ver notas de Tabla 1.

CHARACTERIZATION OF INTRA-BREED VARIABILITY IN PRODUCTION PARAMETERS OF YEARLING BULLS IN THE SOUTH OF SPAIN

ABSTRACT: Intra-breed variability of yearling bulls fattened and slaughtered in the facilities of the Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches was quantified using coefficient of variation of average daily gain (ADG), dressing percentage, and conformation and fat scores. Data from breeds with at least 40 animals fattened between September 2012 and September 2014 were used. Results show that intra-breed variability is high and similar to global variability. Besides, intra-farm variability is similar to intra-breed variability. Results highlight the need to advance from a “breed approach” to an “individual approach” on the basis on precision livestock farming concepts and ICT.

Keywords: beef cattle; databases; precision livestock farming.

DIEZ AÑOS DE SELECCIÓN DE TOROS JÓVENES EN EL CENTRO DE TESTAJE DE LA RAZA BRUNA DELS PIRINEUS

Fina, M¹., Orriols, M²., Rigau, T³., Rodríguez-Gil, J.E³., Casellas, J⁴. y Piedrafita, J¹.

¹Grup de Recerca en Remugants, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

²FEBRUPI, Federació Catalana de la Raça Bruna dels Pirineus, 08600 Berga.

³Departament de Medicina i Cirurgia Animal, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

⁴Grup de Recerca en Millora Genètica Molecular Veterinària, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

marta.fina@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Para la selección de los mejores animales es necesario un buen número de aspectos a tener en cuenta, aunque uno de los más importantes es el valor genético de los animales para caracteres de interés productivo y reproductivo. La *Bruna dels Pirineus* es una raza vacuna de carne utilizada en sistemas de producción extensivos en los Pirineos catalanes. En este sentido, la *Federació Catalana de la Raça Bruna dels Pirineus* (FEBRUPI) en convenio con la *Diputació de Lleida*, desarrolla la valoración de sementales jóvenes en el centro de testaje de *Bon Repòs* (Gavet de la Conca, Lleida) como parte del programa de mejora genética de la raza y con la supervisión de los técnicos veterinarios de la *Facultat de Veterinària* de la UAB. El centro permite realizar pruebas de valoración individual de machos jóvenes para seleccionar aquellos que, en un mismo ambiente, presenten un mayor potencial genético de crecimiento muscular, una mejor conformación cárnica, y una mejor eficiencia en la transformación de los alimentos. El principal objetivo de este trabajo ha sido identificar aquellos futuros sementales mejorantes de raza *Bruna dels Pirineus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido realizado sobre 402 machos jóvenes durante el periodo 2004-2014, pertenecientes a 20 series de testaje. Los animales provienen de explotaciones que participan en el Programa de Control de Rendimientos y Mejora Genética (PCR) de la *Bruna dels Pirineus*. Para entrar al centro deben ser animales destetados de entre 5 y 8 meses, que tengan una genealogía conocida y registrada, y pasar satisfactoriamente pruebas sanitarias. El testaje se divide en tres partes: el pre-testaje, de 1 mes de duración, donde los terneros con distinto origen se aclimatan a un mismo ambiente de alimentación y manejo; el testaje propiamente dicho, que tiene una duración mínima de 4 meses, con un régimen alimentario controlado para lograr un buen desarrollo; y la fase de preparación a subasta y en donde se realizan todas las pruebas finales de clasificación.

Al inicio del testaje se determina el genotipo para el gen de la miostatina (*MSTN*, nt821del11). Durante el testaje se pesan quincenalmente los animales, y se les raciona el pienso (Laval, FP 204V EST) en función de su crecimiento. Al inicio y al final del testaje se evalúa su aptitud cárnica mediante ultrasonidos (Sonovet 2000, con una sonda lineal de 17 cm de 3.5 MHz), conociendo una predicción objetiva del área del *Longissimus dorsi* y la grasa infiltrada y de cobertura. Al final del testaje se realiza una prueba de aptitud reproductiva y calidad seminal, mediante la recogida de un eyaculado empleando la técnica de electro-eyaculación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales participantes pertenecían a diez de las comarcas con presencia de ejemplares de la raza, aunque con porcentajes distintos, siendo las comarcas del *Pallars Sobirà*, la *Val d'Aran* y la *Cerdanya* las de mayor representación (Tabla 1). El número medio de terneros en cada serie de testaje era de 20 animales. Las analíticas pusieron de manifiesto que casi el 60 % de los terneros que accedían al centro eran libres del alelo mutante para el gen de la miostatina (Figura 1). La mutación en el gen de la miostatina (*mh*) origina un desarrollo muscular exagerado (hiperplasia e hipertrofia de las fibras musculares) manifestándose el carácter culón (especialmente en el tercio posterior) aunque existen manifestaciones fenotípicas distintas del carácter en los animales heterocigotos (Swatland, 1994). Los

animales que entraban al centro pesaban de media 299 kg [160-470] y terminaban el testaje con 440 kg [286-650], con una duración media de 128 días, un crecimiento medio de 1,41(±0,03) kg/d y un índice de conversión medio de 3,52 kg (±0,14). En total, 288 machos superaron el testaje (representando el 71,8 %) y 113 fueron descalificados (28,3 %). De los que superaron el testaje, 228 animales se destinaron a subasta como futuros sementales. De los eliminados, el 48,7 % lo fue por presentar manchas en la capa, el 28,3 % por mal comportamiento, y el resto por otros motivos como crecimiento insuficiente, aplomos defectuosos, problemas oculares, genotipo culón, entre otros. Las pruebas reproductivas indicaron animales aptos para la reproducción, aunque algunos, con un porcentaje elevado de anomalías debido a la edad se consideraron inmaduros. La circunferencia escrotal a los 12, 15 y 18 meses fue de 34,2, 35,7 y 37,1 cm, respectivamente.

Lo más destacable del presente estudio es que a lo largo de estos diez años 108 machos se han convertido en sementales de explotaciones que participan en el PCR, las cuales han enviado datos de 5170 hijos de estos machos, en 76 explotaciones. Los resultados de peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso al destete normalizado a 185 días (PDN) y facilidad de parto (FP) según los genotipos de los animales se pueden observar en la Tabla 2. Los resultados de PN,PD y PDN según la FP están registrados en la Tabla 3. El dato más interesante de esta tabla fue que el porcentaje de vacas con partos normales sin dificultades (categorías 1 y 2, tabla 3) era del 97,7%, siendo solo el 1,8% los partos que necesitaron una fuerte ayuda del ganadero (categoría 3), y el 0,5%, partos con asistencia veterinaria (categorías 4 y 5).

A lo largo de estos diez años se han podido identificar animales que han proporcionado una mejora en los resultados productivos y se han convertido en progenitores mejorantes para las generaciones futuras de terneros. Además, los resultados reflejan la tendencia a seleccionar aquellos animales que aportan una mejora en el criterio de facilidad de parto, lo cual resulta una herramienta crucial para aumentar la viabilidad de los terneros. El hecho de tener más terneros supondrá, para los ganaderos, aumentar el número de animales a comercializar, ya sea para la venta para engorde o reproducción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Swatland, H.J.1994. The cellular basis of postnatal muscle growth. A: Structure and development of meat animals and poultry, Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, Pennsylvania, U.S.A., p. 365-424.

Agradecimientos: Trabajo enmarcado dentro del Programa de Control de Rendimientos y Mejora Genética de la raza *Bruna dels Pirineus*, y financiado por el *Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural*, con la inestimable aportación de los ganaderos de FEBRUPI que han registrado la información productiva.

Tabla 1. Porcentaje de animales de cada comarca que han participado en el centro de testaje a lo largo de diez años (2003-2014).

COMARCA	%
<i>Pallars Sobirà</i>	31,9
<i>Val d'Aran</i>	16,8
<i>Cerdanya</i>	10,2
<i>Osona</i>	9,9
<i>Ripollès</i>	7,8
<i>Alt Urgell</i>	6,9
<i>Berguedà</i>	6,6
<i>Pallars Jussà</i>	5,2
<i>Alta Ribagorça</i>	4,3
<i>Solsonès</i>	0,5

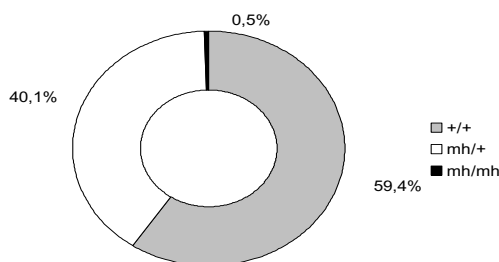


Figura 1. Gráfica con la representación del tipo de genotipo de los terneros participantes al centro de testaje.

Tabla 2. Resultados de peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso al destete normalizado a los 185 días (PDN) y facilidad de parto (FP) según genotipo de los animales. (+/+ : animales homocigotos libres del gen; +/mh: animales heterocigotos).

	PN		PD		PDN		FP	
	N	kg	N	kg	N	kg	N	
+/+	3666	44,0	2514	241,0	2499	233,4	3565	1,13
+/mh	1331	45,5	989	240,1	983	230,7	1317	1,13

Tabla 3. Resultados de peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y peso al destete normalizado a los 185 días (PDN) según los datos de facilidad de parto de las vacas. (FP=1: parto sin ayuda; FP=2: parto asistido sin dificultad; FP=3: parto asistido con dificultad; FP=4: parto con asistencia veterinaria; FP=5: parto con asistencia quirúrgica).

FP	N	PN		PD		PDN	
		N	kg	N	kg	N	kg
1	4505	4420	44,3	3125	240,8	3105	233,0
2	351	335	44,8	234	247,0	233	231,1
3	91	83	44,0	45	236,5	45	228,4
4	8	8	55,0	2	249,0	2	241,7
5	18	17	50,6	5	221,2	5	218,9

TEN YEARS OF SELECTION OF YOUNG BULLS FROM *BRUNA DELS PIRINEUS* BEEF CATTLE BREED

ABSTRACT: The selection of young bulls in the testing station during last 10 years is one of the goals of the genetic improvement program of the *Bruna dels Pirineus* autochthonous beef cattle breed. This study summarizes the performance of 402 male calves from purebred herds between 2004 and 2014 in the testing station of the breed. It is important to highlight that some young bulls revealed a relevant source of genetic improvement with potential contributions to the next generations and the achievement of the current breeding scheme of the *Bruna dels Pirineus* breed.

Keywords: beef cattle, individual tests, birth weight, weaning weight.

PASTOREO DEL GANADO CABALLAR EN COMPARACIÓN CON EL VACUNO EN BREZALES-TOJALES PARCIALMENTE MEJORADOS DE LOS MONTES CANTÁBRICOS

López-López, C.¹, Celaya, R.¹, Ferreira, L.M.M.², García, U.¹, Martínez, A.¹, Osoro, K.¹
¹Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Villaviciosa, Asturias. ²CECAV-Universidade de Alto Douro e Trás-os-Montes, Vila Real, Portugal.
*carlos.lopezlopez@serida.org

INTRODUCCIÓN

En los montes cantábricos, donde abundan las comunidades arbustivas de brezal-tojal, se está incrementando el censo de los grandes herbívoros domésticos, vacuno y caballo, a pesar de la mayor eficiencia de utilización de ovinos y caprinos. Los brezales-tojales se establecen generalmente en suelos ácidos y pobres en nutrientes, y el factor limitante para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción animal no suele ser la cantidad de biomasa disponible, sino la calidad nutritiva de sus componentes, por lo que disponer de ciertas áreas con pasto mejorado contribuye a complementar la dieta ofrecida por el matorral. El pastoreo mixto en mosaicos de praderas y brezales-tojales permite una mejor utilización de la vegetación acorde a la selección de dieta y conducta de pastoreo de las diferentes especies de herbívoros, lo que contribuye a mejorar los rendimientos ganaderos en estas zonas. Desde un punto de vista ambiental, estas zonas mejoradas contribuyen a la diversificación del paisaje y pueden actuar como cortafuegos, mantenidos mediante pastoreo, sin necesidad de limpiezas mecánicas que incrementan los costes de prevención de incendios forestales. Debido a la poca información comparando el rendimiento de estos grandes herbívoros en comunidades de matorrales de brezal-tojal, el objetivo de este estudio es evaluar su comportamiento, potencial productivo y complementariedad en estas zonas desfavorecidas de las montañas atlánticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la finca experimental “El Carbayal” del SERIDA, situada a 900-1000 m de altitud en la sierra de San Isidro, Illano, occidente de Asturias. Durante dos años consecutivos se manejaron conjuntamente durante la estación de pastoreo (mayo-octubre) entre 10 y 12 yeguas de raza mestiza y otras tantas vacas de raza Asturiana de los Valles con sus crías en dos parcelas de brezal-tojal con diferente superficie (25% u 80%) de pradera mejorada con raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Las crías, nacidas entre principios de invierno y mediados de primavera, fueron criadas con sus madres en pastos de raigrás y trébol, con acceso a zonas de brezal-tojal, hasta el inicio del experimento. Los animales presentes en las parcelas en tratamiento, tanto adultos como crías, fueron pesados mensualmente en época de pastoreo con el fin de evaluar sus rendimientos. Para valorar la disponibilidad de hierba, se midió quincenalmente su altura en las zonas de pradera. En tres épocas del año (junio, agosto y septiembre), durante dos días consecutivos se controló el pastoreo del ganado en la parcela con 25% de superficie mejorada. Para ello, desde el amanecer hasta el anochecer se anotó cada 15 minutos la distribución del ganado y su actividad, distinguiéndose varios grupos de pasto: pradera, pasto herbáceo natural, matorral bajo, matorral alto y negativo (sin pastar, bebedero o tumbados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las yeguas dedicaron más tiempo al día al pastoreo que las vacas (770 vs. 618 min/d), del cual, el 75% en las yeguas, y el 70% en las vacas, se produjo sobre la pradera (Figura 1). En primavera, ambas especies se alimentaron exclusivamente sobre las áreas con pasto mejorado. Al disminuir la altura de pasto de calidad durante el verano y el otoño, las yeguas siguen aprovechando las comunidades herbáceas, tanto praderas como pastos naturales, en mayor grado que las vacas, las cuales utilizan en mayor medida los brezales-tojales al verse limitada su capacidad ingestiva. A pesar del alto nivel de solapamiento inicial en el uso de la vegetación entre el ganado vacuno y equino (Ferreira *et al.*, 2013), las

diferencias en conducta y fisiología digestiva indican cierta complementariedad en pastoreo mixto, al observarse diferencias en relación al uso de comunidades de matorral, como se observó en otros estudios (Celaya *et al.*, 2011), lo que puede favorecer una gestión sostenible de los territorios dominados por mosaicos de brezales-tojales y praderas.

En la parcela con un 25% de superficie mejorada no se observaron diferencias significativas en el rendimiento global entre yeguas y vacas, obteniendo unas ganancias medias de 200 g/día, aunque sí las hubo en determinados periodos y dependiendo del año. En primavera las ganancias de peso de las vacas eran superiores que las de las yeguas, lo que en parte pudo deberse a la peor condición de entrada de las vacas como consecuencia de una paridera temprana (a principios de invierno). En cambio, en verano las ganancias eran algo mayores en las yeguas que en las vacas, mientras que en otoño las pérdidas de peso eran un 50% inferiores en las yeguas (Tabla 1). Las ganancias de los potros superaron a las de los terneros, debido probablemente a la menor edad y menor peso inicial de los primeros. Sin embargo, durante el verano y el otoño, los terneros mantuvieron unas ganancias mayores que los potros, con lo que en el global de la estación de pastoreo los terneros presentaron ganancias superiores a las de los potros (836 vs. 665 g/día; Tabla 1).

En la parcela con mayor superficie mejorada (80%), las yeguas obtuvieron un mejor rendimiento global que las vacas, gracias a las menores pérdidas de peso otoñales (Tabla 1), como consecuencia de su habilidad para el aprovechamiento del rebrote de la pradera, a pesar de las bajas alturas de pasto disponibles. Al igual que en la parcela con 25% de pradera, en primavera las ganancias de los potros eran mayores que las de los terneros, mientras que en verano sobre todo, y en menor grado en otoño, los terneros presentaron mayores ganancias que los potros (Tabla 1). En el global de la estación de pastoreo, las ganancias de peso de los potros en esta parcela con 80% de pradera (729 g/día) fueron algo mayores que en la parcela con solo 25% de pradera, mientras que las de los terneros fueron muy similares (829 g/día).

Tal como observamos en brezales sin pasto mejorado (Celaya *et al.*, 2011), en condiciones nutritivas limitantes o deficientes, las vacas movilizan sus reservas corporales intentando mantener la producción de leche, mientras que las yeguas presentan menores pérdidas de peso que las vacas, pero a costa de reducir su producción de leche, afectando a los crecimientos de los potros. Aunque las ganancias de peso de los potros resultan algo menores que las de los terneros, las recuperaciones de peso de las yeguas son más favorables que en el caso de las vacas, siendo los costes de producción (derivados sobre todo de la suplementación de alimentos en la invernada) mucho menores que en el vacuno. Sin embargo, el escaso precio que se paga por los potros en el mercado actual hace que sus resultados económicos sean menos favorables que con vacuno (García *et al.*, 2013).

El ganado caballar, dada su conducta selectiva, baja eficiencia digestiva y alta tasa de ingestión, compite fuertemente con el vacuno por la utilización del pasto de calidad, afectando negativamente a las recuperaciones de peso y condición de las vacas cuando se manejan en pastoreo mixto. Como alternativa de manejo, las yeguas podrían permanecer en las parcelas de monte con sus crías hasta bien entrado el otoño, de donde pasarían a las zonas mejoradas previamente pastadas por vacuno para realizar una labor de limpieza del material no consumido por los rumiantes, favoreciendo así el rebrote limpio del pasto en la primavera siguiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Celaya, R., Ferreira, L.M.M., García, U., Rosa García, R. & Osoro, K. 2011. *Animal* 5: 1467-1473.
- Ferreira, L.M.M., Celaya, R., Benavides, R., Jáuregui, B.M., García, U., Santos, A.S., Rosa García, R., Rodrigues, M.A.M. & Osoro, K. 2013. *Livest. Sci.* 155: 373-383.
- García, U., Martínez, A., Celaya, R., Rosa García, R., Rojo Montejo, S. & Osoro, K. 2013. *Manejo y rentabilidad de los herbívoros en montes de brezal-tojal con zonas de pasto mejorado*. SERIDA-Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos de Asturias.

Agradecimientos: Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto INIA RTA2010-00136-00-00 cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Carlos López López es beneficiario de una beca FPI-INIA. Agradecemos al personal de la finca del Carbayal por su buen hacer en los muestreos y manejo de los animales.

Tabla 1. Variaciones de peso vivo (PV) del ganado caballar y vacuno pastando en brezales-tojales con 25% u 80% de pradera (medias de dos años).

	25% pradera		Significación			80% pradera		Significación		
	Yeguas	Vacas	Sp [†]	Año	Sp x A	Yeguas	Vacas	Sp [†]	Año	Sp x A
Adultas										
PV inicial (kg)	320	506	***	NS	**	315	533	***	*	NS
Variación PV (g/d)										
Primavera	846	1172	*	+	***	1195	1181	NS	***	NS
Verano	133	33	NS	***	***	108	-3	*	*	***
Otoño	-410	-827	***	***	*	-235	-809	***	**	*
Global	193	215	NS	*	***	317	90	***	+	*
Crías										
PV inicial (kg)	60	103	**	NS	NS	69	53	**	NS	NS
Variación PV (g/d)										
Primavera	1092	970	+	*	NS	1152	1022	*	NS	NS
Verano	710	890	***	*	NS	646	943	***	***	***
Otoño	218	456	+	NS	NS	336	415	NS	***	NS
Global	665	836	**	NS	NS	729	829	**	***	*

[†]Diferencias entre especies; NS $P > 0,1$; + $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$;

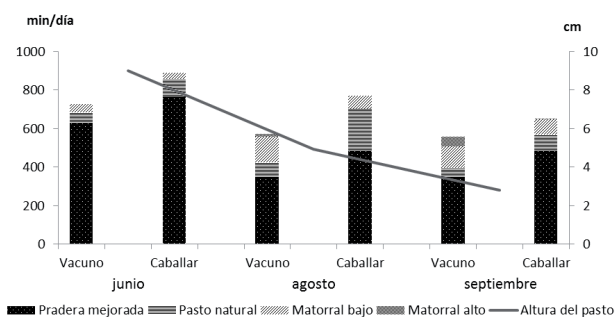


Figura 1. Tiempo dedicado al pastoreo en las distintas comunidades vegetales del ganado vacuno y caballar y altura de pasto en la pradera mejorada en distintas épocas del año.

GRAZING HORSES VS CATTLE ON PARTIALLY IMPROVED HEATHER-GORSE SHRUBLANDS OF CANTABRIAN MOUNTAINS

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the grazing behaviour and performance of cattle and horses to assess their complementarity on heather-gorse communities with different area percentages of improved pasture (25 or 80%). Both herbivore species grazed mostly on improved pasture, although mares grazed for longer than cows. In general, mares attained lower body weight (BW) losses than cows during autumn, when herbage availability was lower, resulting in greater mares' BW gains during the whole grazing season in the 80% improved paddock. However, calves showed greater BW gains than foals in both paddocks. Considering the low economic return from foal sales, alternative management strategies should be conceived to reduce horse competition against cattle for quality herbage utilization.

Keywords: grazing behaviour, horse, cattle, heathland.

RELACIÓN ENTRE LA CONDICION CORPORAL Y MEDIDAS DE GRASA Y DE MÚSCULO OBTENIDAS POR ULTRASONOGRAFIA EN TIEMPO REAL CON VACAS DE RAZA BARROSÃ

Almeida, J.C.¹, Araújo, J.P.^{2,3}, Cerqueira, J.O.³, Guedes, C.¹, Santos, V.¹, Batista, A. C. S.¹, Fernandes, S.¹, Silva, S.R.¹

¹CECAV - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo.

³Escola Superior Agrária-Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima

Email: ssilva@utad.pt

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes, como la mayoría de los mamíferos, a largo de su proceso evolutivo, desarrollaron la capacidad de almacenar reservas de grasa para hacer frente a los períodos de escasez de alimentos (Pond, 1992). La capacidad de movilizar las reservas de grasa es importante en la productividad, la salud, la reproducción y el bienestar de los bovinos (Bewley y Schutz, 2008). Dada la importancia de estas reservas se han desarrollado y aplicado varios métodos para su evaluación. Para los bovinos han sido identificados por Bewley y Schutz (2008) ocho métodos de evaluación de condición corporal (CC) que se aplican por palpación y / o evaluación visual. A pesar de las ventajas de estos métodos poco se sabe acerca de su relación con la grasa corporal del ganado. Por otra parte se conoce la elevada correlación entre el espesor de la grasa subcutánea (EGS) y la grasa corporal en el ganado (Schröder y Staufienbiel, 2006), por lo que un método de medición de la EGS *in vivo* proporciona una mejor comprensión de la variación de la grasa corporal del ganado. La ultrasonografía en tiempo real (UTR) es reconocida como una técnica capaz de medir con precisión la EGS (Silva y Cadavez, 2012) y también para estimar las reservas de grasa del ganado (Schröder y Staufienbiel, 2006; Ayers *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio es establecer la relación entre la CC, las medidas de EGS y el músculo Longissimus thoracis et lumborum (LTL) obtenido por UTR, utilizando modelos exponenciales, polinomial de grado 2 y lineal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante dos años se ha evaluado la CC y se han recogido imágenes de UTR en la región lumbar y por encima del isquion de 47 vacas de raza Barrosã. Estos animales han sido sometidos a sistemas de producción tradicionales. La evaluación de la CC fue realizada por dos operadores que emplearon las clases propuestas por Edmonson *et al.* (1989). Se utilizó una escala de 1 a 5 puntos con intervalos de 0,25. Para obtener las imágenes UTR se utilizó un aparato de la marca Aloka SSD 500V modelo equipado con una sonda lineal de 7,5 MHz. Esta frecuencia posibilita la obtención de imágenes con mejor resolución, lo que permite distinguir estructuras delgadas, tales como la EGS en animales con reducida CC. Para lograr las imágenes, las vacas se inmovilizaron, y luego se identificaron las bases anatómicas correspondientes a la región lumbar y el isquion correspondiente al lugar donde se obtuvieron las imágenes. La sonda se ha colocado entre la tercera y cuarta vértebras lumbares, perpendicular a la línea media dorsal y por encima del isquion. En estos puntos se recortó el pelo y se utilizó un gel de ultrasonido para maximizar el contacto entre la sonda y la piel. Con los animales inmovilizados el operador tenía acceso conveniente permitiéndole precisión en el manejo de la sonda. Las imágenes fueron captadas en video y posteriormente se extrajeron en formato TIFF de 1602 x 902 píxeles. A partir de estas imágenes y usando el programa ImageJ fueron determinadas medidas de EGS con y sin piel en la región lumbar y por encima del isquion. También se determinó la LTL. Se realizó un análisis descriptivo, determinando la media y el desviación estándar (DE). Se han determinado los coeficientes de correlación (r) entre la CC y las medidas UTR. Se realizó un análisis de la relación entre la CC y las medidas UTR con los siguientes modelos: exponencial, polinomial de grado 2 y lineal. El modelo exponencial ha resultado de una transformación logarítmica. El coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar de los residuos (DER) se utilizaron como criterios de evaluación del ajuste de las estimaciones. En el caso de las ecuaciones exponenciales el valor DER se presenta para efectos de comparación (Ripoll *et al.*, 2010). Todos los análisis se realizaron utilizando la versión 7.0 del software JMP (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La CC tiene un coeficiente de variación (CV) de 11%. Las medidas UTR de EGS en las dos regiones estudiadas presentan una variación próxima (CV entre el 25 y el 27%) (Tabla 1). El análisis de la correlación entre la CC y las mediciones de UTR muestra que los valores más altos se obtuvieron para las mediciones EGS de la región lumbar con respecto al nivel de isquion ($r = 0,75$ vs $r = 0,43$ respectivamente). Para las dos regiones consideradas los valores de correlación con y sin piel están muy cerca (Tabla 1).

En general todos los modelos testados presentan un comportamiento similar. Se verifica que las mediciones de la grasa a nivel lumbar explican mejor la variación de la CC (R^2 entre 0,54 y 0,65, $P < 0,01$). El ELTL explica entre 24 y 27% ($P < 0,01$) del cambio en la CC, siendo el valor superior correspondiente al modelo polinomial de grado 2 (Tabla 2). Este modelo es también el que explica mejor el cambio de la CC con las mediciones UTR de la grasa. La medida EGS LP es la que mejor explica la variación de CC con los modelos exponenciales y polinomio de grado 2 ($R^2 = 0,54$, $P < 0,01$ y $R^2 = 0,65$; $P < 0,01$, respectivamente) (Tabla 2). Otros estudios han verificado este comportamiento curvilíneo entre las medidas de grasa y la CC con diferentes especies (caballos: Dugdale *et al.*, 2011; asininos: Quaresma *et al.*, 2013; ovejas: Teixeira *et al.*, 1989; Silva, 2001; Ripoll *et al.*, 2010; Bovinos: Gregory *et al.*, 1998). Este comportamiento curvilíneo entre el espesor de la GS y la CC es indicado como limitante a la aplicación de los métodos de evaluación de la CC. De hecho, para los animales con elevada CC puede ser necesario crear ajustes en las escalas de evaluación. Para una variación de medio punto en la CC hay un cambio importante en las reservas corporales de grasa. Este aspecto mejora el uso de la técnica de UTR como una herramienta para evaluar las reservas corporales, que siendo objetiva, posibilita distinguir el nivel de grasa entre los animales con CC similares, pero con diferente espesor de GS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, H., Ferreira, R.M., Torres-Júnior, J.R., Demétrio, C.G., Lima, C.G. & Baruselli, P.S. 2009. *Livest. Sci.* 123: 175-179. • Bewley, J.M. & Schutz, M. M. 2008. *ARPAS*, 24: 507-529. • Dugdale, A.H., Curtis, G.C., Harris, P.A. & Argo, C. 2011. *Equine Vet. J.* 43: 552-561. • Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T. & Webster, G. 1989. *J. Dairy Sci.* 72:68-78. • Gregory, N.G., Robins, J.K., Thomas, D.G. & Purchas, R.W. 1998. *New Zeal J Agr Res.* 41: 527-532. • Pond, C.M. 1992. *Proc Nutr Soc.* 51: 367-377. • Quaresma, M., Payan-Carreira, R. & Silva, S.R. 2013. *Vet J.* 197: 329-334. • Ripoll, G., Joy, M. & Sanz, A. 2010. *J Anim Sci.* 88: 3409-3418. • Schröder, U. J. & Staufenbiel, R. 2006. *J. Dairy Sci.* 89: 1-14. • Silva, S.R. 2001. PhD Thesis, UTAD, Vila Real, • Silva, S.R. & Cadavez, V.P. 2012. In D.W. Sun (Ed.), *Computer vision technology in the food and beverage industries.* p 277-329. • Teixeira, A., Delfa, R. & Colomer-Rocher, F. 1989. *Anim Prod.* 49: 275-280.

Tabla 1: Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de correlación (r) para la CC y medidas de UTR (n = 406).

CC y medidas de UTR	Media±DE	r
CC (notas 1 a 5)	3.78±0.42	
Medidas de UTR (mm)		
EGS_LumbarP	11,4±2,86	0,747
EGS_Lumbar	9,96±2,53	0,749
EGS_IsquiónP	21,1±5,62	0,433
EGS_Isquión	20,6±5,58	0,429
ELTL	47,7±7,8	0,508

EGS_LumbarP - Espesor de la grasa subcutánea en la región lumbar con piel; EGS_Lumbar - Espesor de la grasa subcutánea en la región lumbar; EGS_IsquiónP - Espesor de la grasa subcutánea por encima del isquion con piel; EGS_Isquion - Espesor de la grasa subcutánea por encima del isquion; ELTL – Espesor del músculo *Longissimus thoracis et lumborum*
 Todos los valores de r fueron significativamente (**P<0,01) diferentes de cero

Tabla 2: Valores del coeficiente de determinación (R²) y del desvío estándar de los residuos para las ecuaciones entre la CC y las medidas obtenidas por el UTR (n = 406).

Medidas de UTR	Exponencial			Polinomial grado 2			Linear		
	R ²	DER	P	R ²	DER	P	R ²	DER	P
EGS_LombarP	0,545	0,250	<0,01	0,652	1,690	<0,01	0,558	1,903	<0,01
EGS_Lombar	0,542	0,160	<0,01	0,642	1,515	<0,01	0,561	1,677	<0,01
EGS_ÍsquionP	0,132	0,109	<0,01	0,230	4,941	<0,01	0,187	5,071	<0,01
EGS_Ísquion	0,129	0,107	<0,01	0,227	4,920	<0,01	0,184	5,048	<0,01
ELTL	0,244	0,062	<0,01	0,266	6,695	<0,01	0,258	6,721	<0,01

Para abreviaturas ver Tabla 1

RELATIONSHIP BETWEEN THE BODY CONDITION AND MEASURES OF FAT AND MUSCLE OBTAINED BY REAL TIME ULTRASONOGRAPHY IN COWS OF BARROSA BREED

ABSTRACT: Cattle developed the ability to store fat reserves which are important in productivity, health, reproduction and welfare. The aim of this study is to establish the relationship between the body condition (BCS) and measures of subcutaneous fat thickness (SFT) and muscle *Longissimus thoracis et lumborum* thickness (LTLT) obtained by real time ultrasonography (RTU) using exponential, polynomial and linear models. During two years 406 observations were obtained in 47 adult Barrosã breed cows. The BCS was performed by applying a notation with a scale of 1 to 5 in a 0.25 point unit. For RTU measurements it was used an Aloka SSD500V with a 7.5 MHz linear probe. The RTU images were captured in the lumbar and ischium regions. Images were analyzed using the ImageJ and SFT in both positions and LTLT on lumbar position were taken. The correlation between RTU measurements and BCS shows that the highest values were obtained for the lumbar SFT than at the ischium level (r = 0.75 vs r = 0.43, respectively). The SFT measure is the one that best explains the variation of BCS with exponential and polynomial models (R² = 0.54, P <0.01 and R² = 0.65; P <0.01, respectively).

Keywords: image analysis; body condition; ultrasound fat measurements

PRINCIPALES FACTORES ECONÓMICOS Y DE ESTRUCTURA EN EXPLOTACIONES DE VACUNO ECOLÓGICO EN DEHESAS DE BADAJOZ

Horrillo, A., Mesías, F.J., Gaspar, P., F. Pulido y M. Escribano
Facultad de Veterinaria – Universidad de Extremadura. Campus, Ctra. De Cáceres s/n
10003 - Cáceres. mescriba@unex.es

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica en España ha venido experimentando en los últimos años un importante auge debido a la consolidación de las ayudas instituidas por la PAC y por los resultados productivos alcanzados por los primeros ganaderos que se convirtieron a este sector (MAGRAMA, 2013). Sin embargo las diferentes regulaciones autonómicas, los diferentes sistemas de producción y productos han condicionado la transición a estos modelos de producción.

En este contexto, Extremadura presenta unas condiciones óptimas para el desarrollo de este tipo de ganadería por la facilidad de conversión de los sistemas extensivos al modelo agroecológico. En la actualidad cuenta con una extensión de unas 42.558 hectáreas de pastos inscritos como ecológicos, con un total de 162 ganaderías de las cuales 95 son de ganado bovino ecológico (MAGRAMA, 2013). El objetivo del trabajo es determinar cuáles son los principales factores de estructura y económicos que afectan a las explotaciones de bovino ecológico en dehesas de la provincia de Badajoz (Extremadura). Todo ello con la finalidad de conocer los problemas de las explotaciones, hacer juicios sobre su funcionamiento y buscar posibles soluciones a los problemas detectados. En este contexto, el análisis de modelos factoriales constituye una herramienta sólida y de uso común en el estudio de los sistemas de producción animal (Gaspar et al., 2007 y 2008, Castel et al., 2010, Milan et al., 2011, Toro et al., 2012, Riveiro et al., 2013) y aplicable a los sistemas de producción de bovino ecológico.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo analiza una muestra de 34 explotaciones de vacuno ecológico en extensivo de las 61 existentes en provincia de Badajoz dentro del proyecto INIA (RTA2009-00122-C03-03). Los datos para la realización del estudio se obtuvieron mediante encuesta directa al titular de la explotación en el año 2011. Se seleccionaron aquellas en las que su producción principal fuera el ganado vacuno ecológico, bien explotado como una única especie o en explotaciones mixtas con ovino y/o porcino. Del total de las 34 explotaciones analizadas, 12 correspondían a fincas donde se explotaba exclusivamente bovino ecológico, 12 explotaciones ganaderas mixtas donde se abordaban procesos de cebo y 10 explotaciones mixtas de pequeña dimensión territorial.

A partir de la información derivada de la encuesta se elaboraron diferentes indicadores económicos basados en la metodología del Sistema de Cuentas Económicas Integradas, aplicada a las cuentas económicas de la Agricultura y la Selvicultura (European Communities, 2000), así como otros de carácter estructural.

Con el fin de establecer las relaciones existentes entre las variables y trabajar con un número reducido de factores que explicaran el comportamiento de las explotaciones, se utilizó la técnica del análisis de componentes principales (ACP), obteniéndose un total de 5 casos o soluciones posibles que relacionaban el tamaño de explotación, las cargas ganaderas, los rendimientos ganaderos y los indicadores económicos. Para la obtención de una solución idónea se han seguido las etapas establecidas por Ness (1994) y Hair et al. (1999), eliminando las variables poco correlacionadas y redundantes, y obteniendo el menor número de factores posibles e interpretables. En este sentido, se realizó una rotación varimax y se realizaron las pruebas adecuación muestral (Test de esfericidad de Bartlett y KMO).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ACP resultaron cinco casos posibles de variables explicativas. En la tabla 1, se recogen de manera resumida las características de las 5 soluciones posibles, atendiendo al número de componentes o factores obtenidos, la significación al test de esfericidad de Bartlett, la prueba del KMO, la varianza explicada y la facilidad de interpretación de la solución. Al igual que Riveiro et al. (2013) se comparan diferentes soluciones factoriales posibles eligiendo finalmente la más adecuada. El porcentaje de varianza explicada y el número de factores (entre 4-5), era aceptable en los 5 casos. La varianza explicada oscilaba entre el 78 y 86%, siendo valores muy aceptables (Malhotra et al., 2004). El número reducido de factores, así como su explicabilidad y KMO señalan al 5º caso como la solución más idónea.

Tabla 1. Características de los diferentes casos de ACP.

Caso	Número de variables	Significación	KMO	% Varianza explicada	Cpts.	Explicación
1	14	S	0,553	81,14	5	M
2	15	S	0,534	82,71	5	M
3	13	S	0,550	78,40	4	A
4	13	S	0,549	85,90	5	A
5	12	S	0,600	78,79	4	A

Variables: (No.-) descripción. Significación: se rechaza $H_0 = S$; se acepta $H_0 = N$. KMO: valor $> 0,5$ satisfactorio; valor $< 0,5$ no satisfactorio. Varianza: % acumulado en los componentes considerados. Cpts: número de componentes principales considerados. Explicación: A = aceptable o buena; M = mediocre

La tabla 2, recoge un resumen de las principales características del caso 5. Contiene de manera detallada el número de factores, el porcentaje de varianza explicada y acumulada, variables utilizadas y su correlación con el factor, obteniéndose los siguientes factores:

Tabla 2. Autovalores, varianzas y cargas factoriales de los componentes y variables seleccionadas.

	Autovalor % Varianza explicada (acumulada)	Variables	Media±ES	Correlaciones con el factor
Factor 1	3,53	% Ventas/ingresos totales	56,86±3,10	-0,78
	29,45	Subvenciones ganaderas €/UGM	361,56±33,47	0,95
	(29,45)	Subvenciones totales €/ ha SAU	151,95±14,36	0,75
		Excedente de explotación neto €/ ha SAU	286,08±32,00	0,66
Factor 2	2,88	Carga Ganadera Total(UGMTot/SAU)	0,41±0,03	0,87
	24,03	UTA totales de la explotación/100 ha SAU	0,75±0,07	0,87
	(53,48)	Superficie Agraria Útil (ha)	272,58± 28,55	-0,82
Factor 3	1,61	Alimentación del ganado €/UGM	198,34±54,35	0,91
	13,37 (66,85)	Consumos Intermedios Total €/ha SAU	140,96±25,98	0,84
Factor 4	1,43	Gastos Mano de Obra €/UGM	104,25±16,53	0,75
	11,93	Veterinarios €/ ha SAU	10,37±1,86	-0,75
	(78,79)	Terminos destetados por vaca	0,75±0,02	0,87

ES= Error Estandar.

Factor 1: Dependencia de subvenciones. Presenta coeficientes muy altos para las variables Subvenciones totales €/ ha SAU y Subvenciones Ganaderas €/ UGM que se relacionan de forma negativa con la contribución de las ventas frente al total de ingresos. Este factor es indicativo del grado de dependencia de las explotaciones con respecto a las subvenciones percibidas.

Factor 2: Intensificación productiva. Relaciona inversamente el tamaño de explotación con la Carga Ganadera y las UTA totales. El incremento de la intensificación de los sistemas obedece a la necesidad de elevar la carga ganadera para obtener mayor nivel de ingresos vía ventas y subvenciones ya que el tamaño de la explotación actúa como factor modulador. También se puede asociar a la existencia de otro tipo de producciones ganaderas en la explotación.

Factor 3: Alimentación. El factor se encuentra altamente correlacionado con el incremento de los consumos intermedios, en definitiva de los gastos en alimentación de las explotaciones. Se expresa en mayor grado en las explotaciones con mayor carga ganadera y en aquellas que ceban.

Factor 4: Productividad. El último factor está relacionado con la productividad de las explotaciones (Terberos destetados por vaca), lo que conlleva un incremento paralelo de la mano de obra por vaca. La técnica factorial utilizada y la similitud con los componentes obtenidos pueden encontrarse en otros trabajos que analizan diferentes sistemas de producción animal (Maseda et al., 2004, Gaspar et al., 2007 y 2008, Castel et al., 2010, Milan et al., 2011, Toro et al., 2012, Riveiro et al., 2013). La figura 1, (a) muestra como se posicionan las explotaciones con respecto a los dos primeros componentes y en relación a los grupos mencionados (explotaciones que sólo producen vacuno ecológico, las mixtas con cebo y las mixtas de pequeña dimensión). También puede observarse (b) el índice (%) establecido con las variables que mostraban diferencias significativas ($p < 0.05$) según el grupo de pertenencia. Este índice se establece sobre el valor máximo de la variable en cada grupo (valor medio del grupo). En este sentido, se aprecia la menor dependencia a las subvenciones de las explotaciones que sólo explotan vacuno ecológico. Éstas presentan un menor nivel de cargas ganaderas y una reducción de costes frente a las otros tipos, en gran medida condicionadas por no abordar procesos de cebo. Se observa como las explotaciones mixtas con pequeña dimensión son las que mayor nivel de subvenciones obtienen maximizando los niveles de cargas ganaderas para compensar el menor tamaño de explotación, sin incrementar en gran medida los costes frente a aquellas explotaciones mixtas donde se abordan procesos de cebo donde los costes se incrementan.

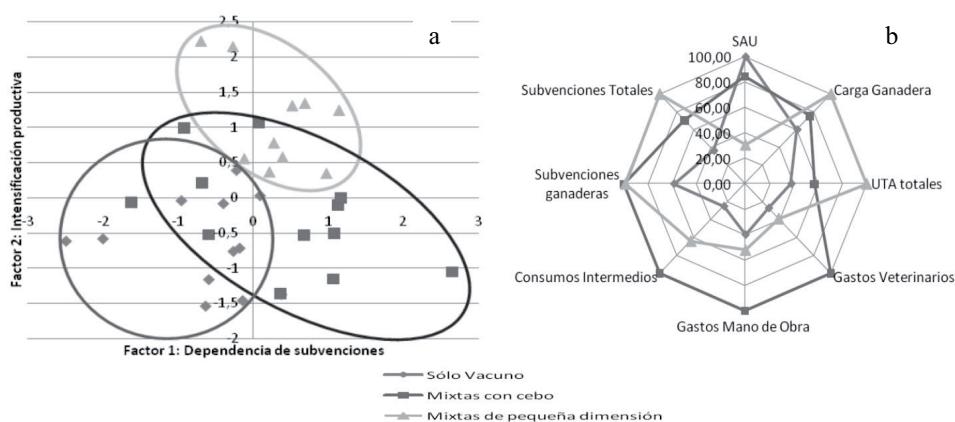


Figura 1. Posicionamiento de las explotaciones frente a los factores 1 y 2 (a) e Índices de las variables significativas según grupo (b).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castel, J.M. 2010. Spain J. Agric. Res. 8(4), 946-96.
- European Communities, 2000 EAA/EAF 97
- Gaspar, P. 2007. Agroforest Syst. 71 (3): 151-162.
- Gaspar, P. 2008. Small Rumin. Res. 74: 52-63.
- Hair, J. F. 1999. Prentice Hall. 799 pp.
- MAGRAMA. 2013.
- Malhotra, N. 2004. Pearson Educación. 816 pp.
- Maseda, F. 2004. Biosyst Eng. 87: 509-521.
- Milán, M.J. 2003. Small Rumin. Res. 49: 97-105.
- Ness, M. 1994. Multivariate Analysis: Factor Analysis. No publicado. C.I.E.H.A.M.
- Riveiro, J. A. 2013. Agr. Syst. 120: 27-37. SEC (2004).
- Toro, P. 2012. Small Rumin. Res. 104(1-3):28-36.

MAIN ECONOMIC AND STRUCTURAL FACTORS IN ORGANIC BEEF CATTLE FARMS IN THE DEHESA SYSTEM (BADAJOZ).

ABSTRACT: The paper analyzes a sample of 34 organic beef farms of the 61 existing in the province of Badajoz in the INIA (RTA2009-00122-C03-03) project. The aim is to determine which are the main structural and economic factors affecting these farms. Four factors were found (subsidies dependence, intensification, animal feed and productivity) that explained 78.79% of variance. Of all the analyzed farms those devoted exclusively to the production of organic beef cattle had the lower level of intensification and dependence on subsidies.

Keywords: *dehesa, organic beef cattle*

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LAS EXPLOTACIONES CAPRINAS DE RAZA MALAGUEÑA: ESTRATEGIAS DE MEJORA DE SU VIABILIDAD

Gutiérrez-Peña, R.¹, Mena, Y.², Micheo, J.M.³ y García, S.³

¹Institut de Recerca i Formació Agrària i Pesquera, Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori, Govern Illes Balears; C/Eusebi Estada, 145, 07009, Palma de Mallorca mrqutierrez@dgagric.caib.es; ²ETSA. Universidad de Sevilla. Ctra. de Utrera, km.1, 41013, Sevilla; ³SAT Productos de la Cabra Malagueña C/ El Pozuelo, s/n; 29160. Casabermeja (Málaga)

INTRODUCCIÓN

Los pequeños rumiantes realizan múltiples funciones tanto para la sociedad como para el medio en el que desarrollan. Socialmente, constituyen un medio para la formación de empleo, favorecen el asentamiento de población en el medio rural y conservan el conocimiento tradicional (Gibon et al., 2005). Así mismo, los productos obtenidos en estos sistemas ligados al pastoreo ofrecen una alta calidad para la salud humana (Delgado-Petiñez et al., 2013).

Además, los pequeños rumiantes cumplen un importante papel medioambiental, pues controlan la matorralización del entorno (Jauregui et al., 2009), ejercen un efecto muy positivo en la conservación de la biodiversidad y contribuyen a la mitigación del cambio climático gracias al efecto sumidero de CO₂ de los pastos y a que son sistemas poco dependientes del uso de derivados del petróleo.

Sin embargo, es un sector cuya rentabilidad y estabilidad, se ve comprometida por la alta volatilidad de los precios de mercado, tanto de los insumos (piensos y energía), como de los productos que genera, presentando, además, importantes carencias en el ámbito de la gestión de las explotaciones lo que agrava la situación. Así, en el caso del caprino en España entre el año 2008 y 2011 se produjo una etapa de verdadera crisis que hizo que muchas explotaciones tuviesen que dejar su actividad. Aunque actualmente se ha entrado en una nueva etapa de recuperación, la grave crisis sufrida, ha hecho que el sector se plantee la necesidad de mejorar su rentabilidad para ganar capacidad de resiliencia ante posibles crisis venideras. Bajo estas premisas, surge el presente estudio promovido por parte de dos Asociaciones de ganaderos: la Agrupación de Ganaderos de los Montes de Málaga y la S.A.T. Productos de la Cabra Malagueña, cuyo objetivo principal es analizar la rentabilidad técnico-económica de una muestra de explotaciones caprinas de raza malagueña y comparar sus resultados para detectar pautas de manejo idóneas que extrapolar al conjunto de las explotaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 12 explotaciones de caprino de raza malagueña pertenecientes a las cooperativas implicadas cuyos ganaderos mostraron interés por colaborar. La información necesaria para caracterizar las explotaciones desde un punto de vista técnico y económico fue obtenida, de modo retrospectivo para el año 2013, mediante visitas y entrevistas. Esta información fue complementada con otra procedente de las Asociaciones y Cooperativas a las que pertenecen las explotaciones y de la aportada por la Administración.

Se elaboraron 54 indicadores técnico-económicos, seleccionados en base a la experiencia previa del equipo (Mena et al., 2012).

Para el análisis conjunto de los resultados, las explotaciones fueron ordenadas de mayor a menor beneficio empresarial por cabra presente y año (BE) con el objetivo de poder analizar los aspectos clave del manejo de las explotaciones que obtienen los mejores resultados y así extraer recomendaciones para extrapolar al conjunto de explotaciones. El BE se calcula restando al total de los ingresos (incluyendo ayudas) el total de los gastos (incluyendo el coste de amortización y el coste de oportunidad de la mano de obra familiar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los indicadores más relevantes de las explotaciones ordenadas de mayor a menor BE. Se puede observar como los indicadores de tamaño tanto del rebaño como de superficie no guardan relación con el BE. El hecho de que la tierra sea propia o arrendada tampoco parece ser un factor determinante. Sin embargo, respecto a la estructura de las explotaciones, cabe destacar que tres de las cuatro mejores

explotaciones en BE tienen cultivos para la alimentación. Aunque la rentabilidad de la explotación estará determinada por un conjunto de factores, la autosuficiencia alimentaria es clave para poder hacer frente a las fluctuaciones del mercado de los cereales, dando a las explotaciones sostenibilidad y asegurando productos de calidad para los animales (Dubeuf J.P., 2011).

Tabla 1. Indicadores técnicos de explotaciones caprinas de raza Malagueña ordenadas de mayor a menor beneficio empresarial (BE), año 2013.

CÓDIGO	M1	M12	M4	M5	M8	M7	M2	M3	M9	M6	M11
Cabras presentes (CP)	200	577	227	504	193	211	796	703	238	223	186
BE (€/CP)	83	52	38	30	-2	-8	-14	-14	-39	-35	-54
Superficie (ha)	195	2,4	60	234	35	2,7	75	156	40,5	326	1,3
% Superficie propia	1	100	13	14	13	5	100	15	9	0	100
Superficie cultivada (ha)	13	2	0	22	10	3	49	143	0	6	0
Cabras/Unidad trabajo año	100	192	113	202	193	153	265	351	238	99	93
Concentrado total por CP y año* (kg)	327	387	364	312	377	282	479	436	183	349	399
Forraje total por CP y año* (kg)	222	161	340	259	213	117	139	283	106	95	449
% concentrado comprado	100	100	100	91	100	100	100	100	100	100	100
% forraje comprado	100	3	100	14	100	70	100	0	100	100	100
Litros vendidos por CP y año	455	343	402	271	309	272	311	354	150	306	387

*Concentrado y forraje comprado más autoproducido en la propia explotación.

Además, un aspecto clave para el correcto funcionamiento de la explotación es el número de animales que maneja cada trabajador, contratado o familiar. La ganadería en general, y el caprino en particular, son actividades que implican una alta carga de trabajo (Mena et al., 2013) pero, si queremos asegurar el relevo generacional de la actividad, se debe mejorar esta situación disminuyendo dicha carga laboral mediante la mejora de la rentabilidad a través de la optimización del manejo y de la búsqueda del valor añadido de los productos obtenidos en la explotación.

Respecto al manejo alimentario se ha observado que hay rebaños de cabras con una baja productividad como consecuencia de un aporte insuficiente de alimentos durante la fase de lactación. Así, si observamos las dos explotaciones que se sitúan en cabeza se caracterizan por tener una buena productividad lechera, a lo que llegan mediante diferentes estrategias según las características de la explotación. La primera de ellas posee abundante superficie de pastoreo, aporta una adecuada cantidad de forraje y no debe aportar gran cantidad de concentrado para lograr este alto nivel productivo. Sin embargo, la segunda, al tratarse de una explotación en estabulación, debe aportar gran cantidad de concentrado para alcanzar esta buena productividad, y también de forraje, aunque este es en su mayoría propio.

La media del forraje aportado en estas explotaciones es bajo si tenemos en cuenta que muchas de ellas no realizan pastoreo o realizan un pastoreo de baja intensidad bien porque sea estacional o bien porque sólo salga a pastorear una parte del rebaño.

Además, es importante tratar de mantener una buena proporción entre el aporte de fibra y concentrado en la dieta, evitando el exceso de concentrados y la escasez de forraje con lo que, además de conseguir una mejora en la nutrición, se podría reducir el gasto en alimentación (Ruiz et al., 2011) En algunas explotaciones este es un aspecto clave que se debe mejorar, sobre todo, si todo el forraje se consume sólo en el pesebre.

Por tanto, aunque los resultados del estudio muestran gran heterogeneidad en cuanto a modelos de manejo y sistemas, lo cual evidencia la necesidad de poner en marcha

metodologías de gestión basadas en el análisis individualizado, se han detectado unas pautas de manejo que se repiten como idóneas para mejorar el funcionamiento general de las explotaciones caprinas:

- Optimización de la alimentación en pesebre. Existe una falta de adecuación entre la ración aportada y las necesidades de los animales, lo que repercute en la productividad.
- Adecuación de la relación entre concentrado y forraje. La media de forraje aportado por cabra es baja, sobre todo, en aquellas explotaciones que no disponen de pasto suficiente o de un pasto de calidad.
- Búsqueda de la autosuficiencia alimentaria. Implementando estrategias como la siembra de cultivos para pastoreo de los animales, para producir forrajes o grano; acuerdos entre agricultores y ganaderos o la mejora de los pastos naturales.
- Optimización de la mano de obra. En algunas explotaciones hay un problema de sobredimensionamiento de la mano de obra. Hay que adoptar medidas encaminadas a aumentar el tamaño del rebaño o a incrementar los ingresos por trabajador.
- Incrementar el valor añadido de los productos gracias a la creación de marcas de calidad, fomentando el consumo de los productos obtenidos en estos sistemas, con elevado valor ambiental, social y de una alta calidad.
- Pago por los servicios ecosistémicos. La ganadería extensiva, además de la función productora, ejerce un servicio ambiental que debería ser cuantificado y remunerado.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto concedido a la SAT Productos de la Cabra Malagueña y a AGAMMA, en la convocatoria 2013 del MAGRAMA: Subvenciones destinadas a Agrupaciones de Productores para proyectos de investigación (Orden PRE/917/2013). Agradecer su colaboración y dedicación a este trabajo a todos los ganaderos implicados y a los técnicos David Andrade, Javier Escalona, Isabel M^a Domínguez y Antonio Villodres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arandia et al., 2011. Opt. Méditerrané.: Série A-100. pp. 9-15. • Delgado-Pertiñez et al., 2013. Small Rumin. Res. 114, 167-175. • Gibon, A. 2005. Livest. Prod. Sci. 96, pp. 11-31. • Jáuregui et al, 2009. Rangeland Ecol. Manage. 62, pp.119–126. • Mena et al., Gescapri v.2. • Mena et al., 2013. XXXVIII Congreso Nacional SEOC • Ruiz et al., 2008. Small Rumin. Res. 77, pp. 208–220. • Ruiz et al., 2011. Pequeños Rumiantes.12, pp. 21-27.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF GOAT FARMS (MALAGUEÑA RACE): STRATEGIES TO IMPROVE ITS VIABILITY

ABSTRACT: Small ruminant production has a great importance from an environmental and a social perspective. However, its viability and continuity is compromised by fluctuations of the price of inputs and milk. Therefore, it is necessary to develop techniques to measure different data in the farm in order to increase the profit of the production and optimize the use of inputs. 12 farms of goat (Malagueña breed) were studied; different technical and economic indicators were measured. Farms were ranked from highest to lowest profit per goat and year (BE), in order to obtain suitable management guidelines of the set of farms that constitute the livestock associations. According to the results, the key factor to obtain a positive BE is the optimization of the labor. Also, is crucial obtain a high milk production with an optimization of the inputs applied. That is: adjust the feed to the real necessities of each goat and balance the supply of fodder and concentrate. It is remarkable the importance of the food self-sufficiency in order to improve the profitability of the farm. Likewise, it is necessary to produce quality products, with a high social and environmental value, in order to obtain a higher mark-up of the milk.

Keywords: small ruminants, management, profitability.

VIABILIDAD DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN PORCINO IBÉRICO

Sahelices, A.¹, Mesías, F.J.¹, Escribano, M.² y Gaspar, P.¹

¹Escuela de Ingenierías Agrarias – Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suarez s/n, 06007 - Badajoz. fjmesias@unex.es. ²Facultad de Veterinaria – Universidad de Extremadura. Campus, Ctra. Miajadas - Cáceres.

INTRODUCCIÓN

El sector del porcino ibérico tiene una gran importancia económica dentro de la producción agraria en Extremadura, siendo a la vez un referente en la percepción del concepto de calidad por parte de los consumidores. Dentro del ibérico existen determinados factores que influyen en la caracterización de la calidad final de sus productos, como la genética, la edad y peso en el sacrificio, los diferentes sistemas de explotación o la alimentación. Estas características generan una elevada variabilidad tanto en los sistemas de porcino ibérico como en los productos finales, lo que junto con las distintas Denominaciones de Origen que se encuentran en el mercado y las sucesivas normas de calidad han dado lugar a una enorme diversidad de nombres y tipos comerciales que el consumidor tiene dificultad en identificar y que, en ocasiones, pueden causar desconfianzas en el mismo y dar lugar a una menor credibilidad de ciertos productos con el apelativo de ibérico.

Diversos estudios indican que el consumidor no conoce ni distingue los distintos productos cárnicos curados del cerdo ibérico que tiene en el mercado, no estando por ello dispuesto, en numerosas ocasiones, a pagar el incremento de precio que se deriva de sistemas de producción más exigentes y de mayor calidad (Mesías et al., 2010, Espejel et al., 2007, Cilla et al., 2006, Resano et al., 2007). Por otro lado, los productores deben ofrecer ciertos estándares de calidad y para ello es necesario que factores como las características de las materias primas, el proceso de elaboración y las estrategias de comercialización sean especialmente cuidados, lo que supone un incremento en los costes de producción. Este hecho hace que, a veces, los productores no recuperen a través del precio de venta el coste de producción extra que implica la elaboración dentro de uno de los esquemas mencionados. En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar, a través de un estudio de casos, la estructura de costes de los distintos tipos de producción en porcino ibérico, para contrastarlos posteriormente con los precios de mercado y determinar su viabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información fue recopilada mediante la realización de encuestas a titulares, gerentes o responsables de explotaciones de porcino de Extremadura, representativas de los distintos sistemas de producción de porcino ibérico. Puesto que se trata de un análisis de casos, se eligieron 8 explotaciones representativas de los sistemas de producción de cebo, cebo de campo y bellota.

El cuestionario se estructuró en 3 bloques: 1) datos descriptivos generales de las explotaciones, localización y superficies; 2) censos, manejo ganadero de la explotación y mano de obra y 3) cuestionario económico, con costes incurridos y producciones generadas en el sistema.

A partir de los datos se obtuvieron indicadores técnicos (que permiten la descripción del sistema de producción desde el punto de vista tanto cuantitativo como cualitativo) y económicos, desarrollados en base al Sistema de Cuentas Económicas Integradas, aplicada a las cuentas económicas de la Agricultura y la Selvicultura (European Communities, 2000). Se introdujeron modificaciones metodológicas establecidas por diversos autores que permitiesen medir de manera más adecuada los recursos económicos de las explotaciones porcinas (Gaspar et al., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 recoge los indicadores técnicos medios de las explotaciones analizadas, diferenciando entre las que producen cerdo ibérico de bellota, de cebo de campo y de cebo.

Tabla 1. Indicadores técnicos medios por tipo de explotación

	Peso inicio de cebo (kg)	Periodo de cebo (días)	Edad inicio cebo (meses)	Edad final de cebo (meses)	Peso final (kg)	Superficie media explot. (ha)	UTA totales Porcino
Cebo	45	240	4,5	12,5	170	2,0	0,15
Cebo de campo	103,2	80,5	11,2	13,9	172,2	171,5	0,5
Bellota	108,8	91,9	13,8	16,9	172,6	333,8	0,5

Como puede observarse, la principal diferencia entre los distintos tipos de explotación es la base territorial. Las explotaciones que producen cerdo de bellota son las que necesitan una menor carga ganadera para garantizar un adecuado suministro de bellotas a los cerdos. Son por ello las de mayor superficie con menor carga ganadera (0,5 cerdos/ha). Las explotaciones de cebo de campo suelen ser muy similares a las anteriores, pero bien por las características de la finca o por decisiones de gestión incrementan el número de cerdos por hectárea (0,7 cerdos/ha), con lo que no llegan a producir animales de bellota. Finalmente las explotaciones de cebo tienen una escasa base territorial, y carácter intensivo aunque se dediquen al ibérico. Aunque las otras variables analizadas también difieren, es el aporte de recursos naturales para la alimentación lo que más se percibirá en los apartados siguientes. Así, la tabla 2 muestra los indicadores de costes para cada tipo de explotación.

Tabla 2. Indicadores medios de costes por tipo de explotación (€/cerdo cebado)

	Gastos alimentac.	Gastos compra lechones	Gastos M.O. porcino	Gastos veterinari. y medicinas	Costes arrendam. montaneras	Otros costes	Costes totales
Cebo	200	75	30	4	0,0	0,0	309,0
Cebo campo	198,8	0,0	47,8	22,4	0,0	1,8	270,6
Bellota	104,9	63,3	41,0	19,3	31,8	2,3	280,3

Como ya se indicó anteriormente, las explotaciones de ibérico de bellota son las que tienen un menor gasto en alimentación, al extraer más recursos directamente del ecosistema. Es destacable también la diferencia en gastos por compra de lechones, justificada porque los cerdos destinados a cebo de campo suelen ser los sobrantes de la producción de bellota (los que una explotación no es capaz de criar en montanera por su producción de bellota), mientras que, tanto en cebo como en bellota es habitual comprar lechones para su posterior engorde. Los costes totales reflejan todo ello, siendo el cebo más caro por su mayor aporte de alimentación, y encontrándose la producción de bellota y el cebo de campo en niveles similares. Finalmente, la tabla 3 presenta los indicadores de ventas.

Tabla 3. Indicadores medios de ventas por tipo de explotación (€/cerdo cebado a menos que se indique otra unidad)

	Número de cerdos cebados	Precio venta/cerdo cebado	Precio venta €/kg	Beneficios por cerdo cebado	Beneficios por kg repuesto	Beneficios por kg producido
Cebo	60	360	2,11	51,0	0,30	0,30
Cebo campo	120	406	2,43	135,3	0,81	0,81
Bellota	148,3	494,0	2,80	213,8	1,23	1,38

Puede observarse como los precios de venta indicados reflejan las diferentes calidades producidas, percibiéndose también unos mayores beneficios tanto por cerdo cebado como por kg para el ibérico de bellota, seguido por el cebo de campo y finalmente mínimos para el cebo. No obstante, en este análisis se está obviando el efecto del capital territorial, que ya se ha mencionado previamente. En el caso del cebo, el coste incurrido por las infraestructuras necesarias para la explotación ganadera se puede estimar en unos 12-15 €/cerdo y año. Frente a este importe, en la producción de bellota el coste de arrendamiento por hectárea de dehesa oscila entre 80-100 €/ha. Si se considera que la finca podría tener otros usos complementarios al porcino –ovino, bovino- podemos asignar de forma conservadora un 75% de estos costes de arrendamiento al porcino. Con las cargas ganaderas mencionadas anteriormente (0,5 cerdos/ha, que permiten el acabado en montanera) esto supondría un coste por cerdo cebado en bellota de 135 €/cerdo y año (y unos 96 € para el cebo de campo).

La figura 1 permite complementar estos resultados, ya que ofrece la evolución media de los precios de mercado para los distintos tipos de porcino ibérico. Como se puede apreciar en dicha figura, los precios del cebo de campo y el cebo evolucionan de forma similar en el tiempo, con una diferencia media entre ambos de 0,06 €/kg. El ibérico de bellota tiene una diferencia media de 0,52 €/kg con el cebo de campo (0,39 €/kg si sólo se tiene en cuenta el periodo 2009-2014), lo que se corresponde en términos generales con los precios de venta de la tabla 3. Podría por lo tanto concluirse que la

alternativa más viable desde el punto de vista económico en las explotaciones de porcino ibérico es la producción de cerdos de bellota, por sus mayores beneficios frente al cebo de campo y especialmente al cebo. Incluso si descontamos los costes derivados del capital inmovilizado siguen siendo las explotaciones de ibérico de bellota las que obtienen mayores beneficios por cerdo (0,60 €/kg producido frente a 0,25 € en cebo de campo y 0,23 € en cebo).

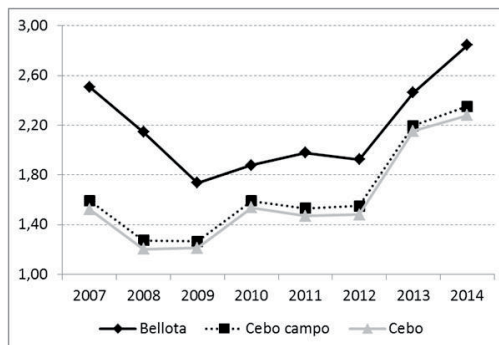


Figura 1. Evolución de los precios de los distintos tipos de porcino ibérico (€/kg)

No obstante, estas explotaciones se enfrentan a dos grandes limitaciones que pueden restringir su viabilidad: la reducción en precios de venta y la no disposición al pago (DAP) de los consumidores. Con respecto a lo primero, figura 1 muestra que los precios en 2014 alcanzaron máximos con respecto al periodo 2007-2014, por lo que las bajadas cíclicas de precios propias del porcino podrían afectar a los resultados económicos mostrados. Con respecto a la DAP del consumidor hacia los productos del cerdo ibérico, Mesías et al. (2009) encontraron que sólo un 45% de los consumidores estaban dispuestos a pagar el sobreprecio derivado de la producción de ibérico de bellota frente al ibérico de cebo, lo que implica una fuerte restricción del tamaño del mercado. Este puede mostrar síntomas de saturación cuando la oferta sea no excesiva, sino simplemente un poco más elevada de la capacidad de absorción. Ello implicaría bajadas importantes de precios que afectarían en mayor medida a las explotaciones extensivas que a las intensivas y que haría a aquellas inviables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cilla et al., 2006. Food Sci. Tech. Int. 12(3): 229-240.
- Espejel et al., 2007. J. Int. Food Agribus. Marketing 19(4): 5-30.
- European Communities, 2000 EAA/EAF 97 (Rev 1.1). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Gaspar et al., 2007. Agrofor. Sys. 71:151-162.
- Mesías et al. 2009. Meat Sci. 83:684-690.
- Mesías et al., 2010. Eurocarne. 183: 48-54.
- Resano et al., 2007. Food Qual. Prefer. 18(8): 1064-1076.

VIABILITY OF DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS IN IBERIAN PIG FARMING

ABSTRACT: Iberian pig products are a benchmark in the Spanish gastronomic and cultural landscape. However, the product's quality is influenced by numerous factors (genetic, production systems, feeding) that generate a high product's variability. These facts have generated a huge variety of trade names and commercial types that consumers have difficulty to identify and often do not value properly. As a consequence, producers sometimes do not recover through sales the extra-price that comes from raising Iberian mast-fed pigs or mast-fodder fed pigs instead of Iberian fodder-fed pigs.

This paper analyzes, through a case study, the cost structure of different types of Iberian pig production systems, contrasting them with market prices and determining their viability. The results show that farms that produce Iberian mast-fed pigs are those that get more profit per animal produced, even considering their higher costs from land-use. However, they face problems arising from the unwillingness of consumers to pay the premium for these products versus the most affordable fodder-fed, which can significantly restrict their viability.

Keywords: Iberian pig, economic viability, market price.

DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN DE BENEFICIO EN EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE DE EXTREMADURA MEDIANTE REGRESIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS PARCIALES (PLSR)

Gaspar¹, P., Pulido, A.F., Rodríguez-Ledesma, A., Mesías, F.J. Escribano, M.

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n. Badajoz. pgaspar@unex.es

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes áreas que han experimentado una creciente importancia en los últimos años en la investigación de sistemas de producción ganadera en Europa es la modelización. Los modelos derivados han llegado a ser una herramienta indispensable en los sistemas de apoyo a la decisión para políticos e investigadores, al proveer formas de expresar el conocimiento científico (Tedeschi, 2006). Concretamente, los modelos matemáticos han sido una herramienta popular en la investigación de sistemas ganaderos, generalmente mediante la construcción de modelos de simulación. Entre las distintas opciones metodológicas de modelización econométrica, se han empleado técnicas de regresión lineal múltiple aplicadas a sistemas de producción ovina. En España, Pardos (2007) y Toro (2011) empleando estas técnicas de simulación obtuvieron modelos validados de sistemas ganaderos de ovino tanto de carne como de leche.

El uso posterior de un modelo de estas características es principalmente como ayuda en la toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es la determinación de una función de beneficio de explotación a partir de un modelo de simulación que permita conocer el comportamiento de las explotaciones ovinas de carne en el entorno cooperativo el suroeste español. El modelo generado debe servir de apoyo a los procesos de toma de decisiones, contribuyendo a la generación de herramientas que puedan ser utilizadas por parte de gestores y ganaderos integrados en el sistema cooperativo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que se analizan se corresponden con la información técnico-económica de 2012 de 115 explotaciones ovinas ubicadas en Extremadura y ha sido suministrada por técnicos de tres cooperativas, todas ellas integradas a su vez en una cooperativa de segundo grado. En algunos casos, sin embargo, fue necesario contactar directamente con los titulares de la explotación para completar la información.

Para la calibración del modelo, se ha empleado la metodología de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR), técnica basada en la reducción de variables. PLSR aprovecha las propiedades de la descomposición en componentes principales (PCs) de una serie de variables, realizando una regresión múltiple inversa de la propiedad a determinar sobre las puntuaciones obtenidas en el PCA, en lugar de realizarla sobre los datos originales.

Las principales ventajas de PLSR con respecto a los métodos de regresión lineal múltiple son, por un lado, que se comporta especialmente bien cuando varias variables Y tienen alta colinealidad y la información de numerosas variables X queda reducida en un menor número de variables latentes denominadas componentes, que son las que concentran la información más relevante para la predicción de las variables Y. Por otro lado, esa reducción facilita la interpretación de las relaciones entre las variables X e Y.

Para dos conjuntos de datos, X (variables técnico-económicas de las explotaciones) e Y (variable de beneficio) se establece una relación cuyo propósito es establecer un modelo lineal, que permite la predicción de Y del X medido, usando una ecuación de la fórmula:

$$t_i = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_{ij} \quad (1)$$

donde t_i en nuestro caso es el valor de la variable de beneficio para las i explotaciones, b_0 en el y-intercepta, y el b_j es el coeficiente de la regresión para los parámetros de la predicción del j -ésimo (X_j) en el modelo.

Todos los modelos fueron realizados con el software de la versión 9.2 de The Unscrambler (Camo, Oslo, Noruega).

PLSR han sido previamente aplicada en la investigación agroalimentaria como una alternativa a la regresión lineal múltiple (Poveda et al., 2004; Ruiz et al., 2002; Downey et al., 2005; Thybo et al., 2003). En la investigación de sistemas ganaderos, donde las relaciones entre las variables son complejas y el número de observaciones es generalmente pequeño, el uso de PLSR muestra numerosas ventajas, como la posibilidad de modelar varias variables al mismo tiempo, la no necesidad de que las variables que sigan una distribución normal y que permite buenos ajustes cuando el número de casos es limitado (Rougoor et al., 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de variables predictoras (x) a incluir en el modelo inicial se ha optado por variables estructurales, técnicas, de mano de obra y variables económicas y aparecen de forma detallada en la tabla 1. La variable dependiente (y) que representa el beneficio está expresada como "margen bruto por oveja".

Tabla 1. Variables incluidas en la construcción la función de beneficio

Variables estructurales	Mano de obra
x1: Superficie de la explotación (has)	x11: Mano obra familiar (UTAs)
x2: Superficie de la explotación cultivada (has)	x12: Mano de obra externa (UTAs)
x3: Numero de ovejas reproductoras	Variables económicas
x4: Carga ganadera (UGM/ha)	x13: Precio medio corderos vendidos (€/animal)
Variables técnicas	x14: Coste alimentación suplementaria (€/oveja)
x5: Tasa de reposición (%)	x15: Coste mano de obra (€/oveja)
x6: Corderos vendidos por oveja	x16: Coste arrendamientos (€/oveja)
x7: Kg concentrado reproductores (kg/animal)	x17: Ingresos por subvenciones (€/oveja)
x8: Kg concentrado cebo (kg/animal)	
X9: Hembras reproductoras por semental	Variable de beneficio
X10: Peso medio corderos vendidos (kg)	Y1: Margen bruto total por oveja (€/oveja)

En sucesivos pasos, se fue ajustando la ecuación eliminando variables no significativas hasta conseguir un coeficiente de determinación adecuado. El método de validación que se empleó fue la validación cruzada mediante el procedimiento "leave one out". Finalmente y tras la eliminación de casos espurios, se seleccionó el modelo que empleaba 5 componentes principales. Las cargas de las variables X e Y para los dos primeros componentes (los que mayor porcentaje de varianza explican) aparecen representadas en la figura 1.

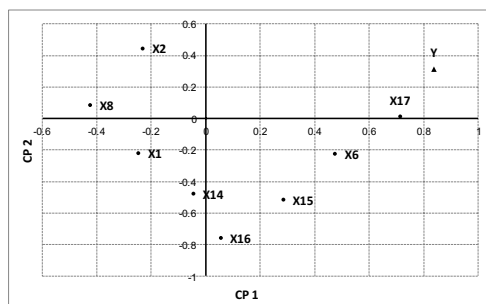


Figura 1. Cargas factoriales de las variables X e Y en el plano de intersección de los CP1 y CP2.

De las 17 variables inicialmente incluidas en el modelo han resultado significativas 8 variables, que se deducen de la observación de los coeficientes normalizados. Coeficientes

normalizados inferiores a 0,01 se consideran no significativos en la respuesta de la variable modelizada. El coeficiente de correlación en la validación del modelo ha sido de 0,91 y la varianza explicada del 83%. La función obtenida queda como sigue (coeficientes no normalizados).

$$\text{Margen bruto total/oveja} = -2.9985 - 0.01x_1 - 0.04x_2 + 63.67x_6 - 0.23x_8 - 0.67x_{14} + 0.01x_{15} - 0.67x_{16} + 0.91x_{17}$$

En la figura 2 aparece la recta de regresión obtenida y su ajuste a la nube de explotaciones estudiada.

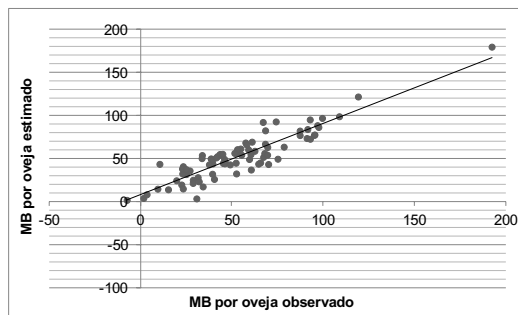


Figura 2. Valores reales observados frente a valores estimados a partir de la función de beneficio (MB por oveja)

Al analizar los coeficiente normalizados de la función se observa que las variables que explican el margen bruto por oveja (ordenadas de mayor a menor en función de la varianza que explican) son los ingresos por subvenciones, corderos vendidos por oveja, coste arrendamientos, coste alimentación suplementaria, Kg concentrado cebo y superficie de la explotación cultivada (variables con coeficientes >0.1) y superficie de la explotación y coste mano de obra (variables con coeficientes comprendidos entre 0.05-0.01).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Downey, G., et al. 2005. *Int. Dairy J.* 15: 701-709. • Pardos et al. 2007. XXXIII Jornadas SEOC, 141-144 • Poveda, J.M. et al. 2004. *Food Chem.* 84: 29-33. • Rougoor, C.W. et al. 2000. *Livest. Prod. Sci.* 66: 71-83. • Ruiz, J., et al. 2002 *Meat Sci.* 61: 347-354. • Tedeschi, L.O. 2006. *Agric. Syst.* 89:225-247 • Thybo, A.K., et al. 2003. *Food Qual. Prefer.* 15: 53-63. • Toro P. et al. 2001. 62nd Annual Meeting EAAP.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno de Extremadura a través del proyecto titulado: “Desarrollo de un sistema de apoyo a la decisión para la gestión cooperativa de explotaciones ganaderas de ovino en régimen extensivo” (PCJ1009). Los autores expresan su agradecimiento al personal de OVISO.

PARTIAL LEAST SQUARES REGRESSION (PLSR) AS A METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE PROFIT FUNCTION IN SHEEP-FOR-MEAT FARMS IN EXTREMADURA

ABSTRACT: This paper presents a profit function developed for sheep-for-meat farms in the cooperative environment of Extremadura region (Spain). For that purpose, data from 115 farms belonging to three sheep cooperatives have been analyzed. The method used to determine the profit function (expressed in Gross margin per ewe) was the partial least squares regression (PLSR). The obtained equation showed a R^2 of 0.82 in the validation stage and the variables that best explained the behavior of the profit variable were: income from subsidies, lambs sold per ewe, leasing costs, cost of concentrate, Kg concentrate used for fattening and cultivated area of the holding.

Keywords: simulation models, PLS, sheep-for-meat systems, profit function

PERFILES DE IDENTIDAD EN OVINOS DE RAZA CHAMARITA

Pascual-Alonso, M., Miranda-de la Lama, G.C., Aguayo-Ulloa, A., Sepúlveda, W.S. y María, G.A.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, E-mail: mpascual@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Investigaciones recientes en el campo del comportamiento de los animales de granja se han centrado en la identificación de perfiles de personalidad o identidad que puedan tener repercusiones en la capacidad del individuo para desenvolverse en diferentes contextos y desafíos sociales. Un perfil de identidad puede definirse como un conjunto de soluciones de comportamiento sociales y adaptaciones morfológicas, consistentes en el tiempo y que caracterizan a un determinado grupo de individuos. En trabajos anteriores, Miranda-de la Lama et al. (2011) y Pascual-Alonso et al. (2013) encontraron perfiles de identidad bien definidos en grupos de cabras. El estudio de estrategias sociales, dominancia, resolución de conflictos, y porcentaje de tiempo que dedican a la alimentación y el descanso, rasgos morfológicos y la asociación particular de cada una de estas características permitió a Miranda-de la Lama et al. (2011) identificar cuatro tipos de perfiles de identidad: agresivo, afiliativo, pasivo y evasivo. Pascual-Alonso et al. (2013) encontraron una relación entre las estrategias sociales, rasgos morfológicos y de comportamiento, fisiología, así como las capacidades cognitivas que definían cuatro tipos de individuos dentro de los grupos sociales, cuyos perfiles de identidad coinciden con los encontrados en el estudio anterior. Sin embargo, no hay estudios sobre este tema en el ganado ovino y poco se sabe sobre la relación que el uso de diferentes estrategias sociales podría tener con su comportamiento individual, o sus rasgos fisiológicos, morfológicos y cognitivos y cómo podría esto diferir de lo hallado en cabras. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue identificar la existencia de perfiles de identidad basado en el uso de estrategias sociales en un grupo estable de ovejas de raza Chamarita y su relación con la dominancia, el comportamiento individual, y características morfológicas, fisiológicas y cognitivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de este estudio fueron obtenidos de un rebaño experimental de 50 ovejas Chamaritas. Además del peso, se tomaron las siguientes medidas morfológicas de cada oveja: la distancia del pecho a la cola; la altura a la cruz y el diámetro torácico. Se tomaron de cada oveja dos muestras de sangre (con y sin anticoagulante) y se evaluaron las variables asociadas a la respuesta de estrés. El comportamiento se estudió mediante observaciones directas durante un total de 96 horas para registrar el comportamiento social (interacciones agonísticas y no agonísticas o afiliativas) y el comportamiento individual de mantenimiento. Se realizaron pruebas cognitivas utilizando un laberinto T. Se realizó un análisis de factores utilizando siete variables de interacciones sociales y a continuación se realizó un análisis clúster para identificar perfiles de identidad (grupos de animales similares) que ayudaran a explicar la posible asociación entre las estrategias sociales obtenidas en el análisis de factores, el índice de éxito, el comportamiento social e individual, la morfología, la fisiología y las características cognitivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sugieren la existencia de cuatro grupos o perfiles de identidad. Dadas las asociaciones que se encontraron en cada grupo se denominaron: "evasivo", "afiliativo", "agresivo" y "mixto", de acuerdo con la estrategia social utilizada preferentemente por cada perfil (Tabla 1). No se encontraron diferencias en comportamiento individual. Sin embargo, todos los rasgos morfológicos fueron significativamente diferentes entre los grupos, así como el tiempo total necesario para la prueba cognitiva en el segundo ensayo (Tabla 1). No se encontraron diferencias significativas en las variables de estrés fisiológico con excepción del lactato, aunque cortisol tenía una tendencia a ser mayor en el perfil agresivo en comparación con el resto de grupos.

El perfil evasivo se caracteriza por el uso de la estrategia de evitación. Estos resultados coinciden con los resultados anteriores en cabras (Miranda-de la Lama et al, 2011; Pascual-Alonso et al, 2013), donde se constató que eran animales de baja dominancia que tienden a

evitar conflictos y no participan en eventos agonísticos (Mülleder et al., 2003). Al igual que en el caso de cabras, el perfil que evita incluye los animales más pequeños en el grupo. Este papel subordinado puede ser en parte responsable de las capacidades cognitivas mostradas en el ensayo de laberinto T, en la resuelven más rápido que otros grupos en el segundo ensayo demostrando una buena capacidad de aprendizaje. Es posible que los animales de baja dominancia necesiten aprender rápidamente cómo relacionarse socialmente para evitar agresiones (Croney y Newberry, 2007).

En contraste con lo que sucede en los grupos de cabras, el perfil afiliativo comprende en las ovejas el mayor número de individuos del grupo social. Esto podría ser debido a que el comportamiento social de ovejas incluye una mayor proporción de interacciones afiliativas que el de las cabras, ya que las cabras son más reactivas y más agresivas (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010), probablemente haciendo esta estrategia más adaptativa para el contexto de un grupo social en un rebaño de ovejas. Este tipo de ovejas incluye los individuos de mayor tamaño, con un índice medio de desplazamiento.

El perfil agresivo incluye animales de tamaño grande con un alto índice de desplazamiento que utilizan la agresión como su principal estrategia dentro del grupo social. A diferencia de lo que ocurrió con las cabras, el perfil agresivo no comprende los animales más dominantes en el grupo social siendo su índice más bajo que el del perfil mixto. Este perfil fue más rápido para resolver el laberinto en T en el segundo ensayo en comparación con el afiliativo y el perfil mixto. Además, el perfil agresivo mostró los niveles más altos de lactato relativos a los indicadores de estrés fisiológico y una tendencia a mostrar niveles más altos de cortisol que los otros perfiles, y se ha demostrado que cierto nivel de estrés es necesario para establecer una respuesta rápida y adecuada a un desafío cognitivo, basándose en la ley de Yerkes-Dodson (1908).

Por último, el perfil mixto utiliza dos estrategias diferentes para adaptarse al grupo social, con una mezcla de encuentros agresivos y de afiliación que les permite tener el mayor índice de desplazamiento dentro de todo el grupo. Este perfil incluye animales de gran porte que anotaron los mayores niveles de agresión, pero también los más altos niveles de afiliación en el contexto social. En general, en el entorno de los animales domésticos en los sistemas productivos, la flexibilidad de comportamiento es la mejor manera de crear un equilibrio entre las diferentes estrategias sociales (Dawkins, 1990). Esta flexibilidad permitiría a los animales mostrar respuestas adecuadas en un contexto social en constante cambio, dándoles una ventaja adaptativa (Thompson, 1991). El grupo mixto, junto con el perfil evasivo, mostraron los menores niveles de lactato y una tendencia a tener niveles más bajos de cortisol que el agresivo o el perfil afiliativo. Es probable que su gran flexibilidad en el uso de estrategias sociales les permita del mismo modo modular su respuesta ante los desafíos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Croney CC, Newberry RC. 2007. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103: 215–228.
- Dawkins, M. S. 1990. *Behav. Brain Sci.* 13: 1-61.
- Miranda-de la Lama,GC, Mattiello S. 2010. *Small Rum. Res.* 90: 1–10.
- Miranda-de la Lama GC, Sepúlveda WS, Montaldo HH, María GA, Galindo F. 2011. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 134: 48-55.
- Mülleder C, Palme R, Menke C, Waiblinger S. 2003. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84: 167–183.
- Pascual-Alonso M, María G, Sepúlveda W, Villarroel M, Aguallo-Ulloa L, Galindo F, Miranda de la Lama G. 2013. *J. Vet. Behav.* 8: 458-465.
- Thompson JD. 1991. *Trends Ecol. Evol.* 6: 246 249.
- Yerkes RM, Dodson JD. 1908. *J. Comp. Neurol. Psychol.* 18: 459–482.

Agradecimientos: El estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España (proyecto AGL-2009-10794/GAN). Gracias en especial a las asociaciones AROCHA y PROCORCHA por su apoyo e interés en el proyecto. Gracias al personal del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza (SAEA). Muchas gracias a la Comunidad Autónoma de La Rioja por la beca predoctoral de M. Pascual-Alonso (Programa de Ayudas Predoctorales del Gobierno de La Rioja).

Tabla 1. Caracterización de los clústers obtenidos de dominancia, clases de comportamiento, comportamiento individual, caracteres morfológicos y habilidad cognitiva.

Variables	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster
	Evasivo (n=9)	Afiliativo (n=24)	Agresivo (n=9)	Mixto (n=6)
Comportamiento social				
Dominancia				
Índice de éxito	0.41a	0.48a	0.56b	0.60b
Índice de desplazamiento	0.30a	0.50a	0.61bc	0.78c
Factores				
Evasión	1.76a	-0.51b	-0.24b	-0.22b
Agonístico	-0.28ab	-0.51a	0.31b	1.99c
Non-agonístico	0.16a	0.25a	-1.36b	0.79a
Comportamiento individual				
Beber (%)	0.20	0.35	0.25	0.40
Alimentarse (%)	36.29	34.49	39.05	34.16
Descansar (%)	25.39	28.54	24.07	28.77
Caminar (%)	38.12	36.63	36.63	36.67
Morfología y habilidades cognitivas				
Medidas morfológicas				
Distancia pecho a cola (cm)	69.44a	72.94b	74.83b	74.92b
Altura a la cruz (cm)	62.50a	66.06b	68.39b	66.00b
Circunferencia torácica (cm)	100.44a	104.69b	107.94b	102.42ab
Peso corporal (Kg)	39.50a	44.42b	49.72b	46.25b
Habilidad cognitiva				
Tiempo total de resolución el primer día (s)	97.89	106.00	65.44	123.50
Tiempo total de resolución el segundo día (s)	18.56ab	27.79a	13.67b	57.50c

Diferentes letras dentro de la misma fila implican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

IDENTITY PROFILES IN CHAMARITA SHEEP

ABSTRACT: The aim of this study was to identify the existence of identity profiles based on the use of social strategies in a stable group of Chamarita sheep and its relation with dominance, individual behaviour, morphological, physiological and cognitive characteristics and productive traits. We studied 50 adult ewes. Ewes' weight, body length, height at withers and thorax circumference were measured. The physiological stress response was assessed in blood samples. Social behaviour was registered analysing aggressive and affiliative interactions. Each ewe was subjected to a cognitive test (T-maze). Data were analysed through a factor analysis and a cluster analysis to identify types of individuals. The study reveals four types of identity profiles within a social group of ewes. Three of them correspond to the profiles previously found in goats (aggressive, affiliative and avoider), while the fourth one implies a poorly defined social strategy which comprises affiliative as well as aggressive factors.

Keywords: Chamarita sheep breed; dominance; social behaviour; animal welfare.

CARACTERÍSTICAS SOCIOEMPRESARIALES DE EXPLOTACIONES OVINAS CON DIFERENTES ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS.

Zamudio, B. A., Manrique, E., Olaizola, A. M.

Dpto. de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza.

zamudio@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones agrarias familiares están sometidas a un amplio abanico de factores ecológicos, sociológicos, económicos y políticos (Jones et al., 1997), que condicionan el conocimiento del sistema, sus interacciones y su funcionamiento (Dillon, 1992). Ninguna variable aisladamente es suficiente para explicar las pautas de conducta, la toma de decisiones, y por consiguiente, las formas de utilización del territorio (Kahle y Goff, 1983). En esta comunicación se exponen los resultados parciales de una investigación sobre factores de comportamiento en explotaciones mixtas cultivos-ganadería de orientación ovina, referidos al uso de instrumentos de gestión socioeconómicos, al asociacionismo y al recurso al crédito; todo ello en relación con las estructuras productivas de las explotaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utiliza información obtenida mediante encuesta directa a titulares de 46 explotaciones (87% del total del universo) que utilizan el Parque Natural de Guara (Huesca). Esta información referida a siete variables de carácter socioempresarial (Tabla 1) se cruzó con una Tipología de explotaciones previa de carácter estructural (Zamudio et al., 2014), realizada mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre nueve variables (Tabla 2) y, posteriormente, un Análisis Cluster Jerárquico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Grupo 1 está constituido por explotaciones de especialización ganadera, con rebaños de gran dimensión y buenas estructuras productivas. Utilizan con mayor frecuencia contabilidad (88,2%), que en el 73,2% es un instrumento de gestión antiguo y consolidado. Por el contrario es el grupo que en mayor número no utilizan la asesoría técnica (58,8%); si bien la proporción de los que la utilizan habitualmente es mayor (28,6%). El número de explotaciones que han estado sometidas a controles técnicos es también el más elevado (52,9%) y entre ellas, el 55,6% los han hecho recientemente o los han incrementado. Todas las explotaciones, excepto una, están integradas en alguna cooperativa. El 24,4% pertenece únicamente a las de ovino, pero mayoritariamente (47,1%) a cooperativas de diversos tipos.

Únicamente tres (17,6%) están asociadas sólo a cooperativas que no comercializan ovino. El 70,6% de las explotaciones del grupo, comercializan ovino asociadas. El 94,1% de los titulares pertenece a algún sindicato profesional; si bien el 81,3% eran de reciente afiliación y sólo uno no estaba afiliado. Estas explotaciones son las que en mayor media recurren al crédito; en un 42,9% habrían incrementado las cuantías; mientras las habían disminuido el 28,6% o las mantenían estables en el mismo porcentaje.

El Grupo 2 está formado por explotaciones ovinas de pequeña dimensión de rebaño y deficientes estructuras. Sólo el 52,4% tienen establecida contabilidad y en más de la mitad de ellas (54,5%) es de nueva implantación. El 57,1% dicen recurrir a la asesoría técnica; si bien sólo el 16,7%, el menor porcentaje de los tres grupos, de forma habitual.

A diferencia de los otros grupos, el 81% de estas explotaciones nunca se sometió a control técnico. Sólo cuatro (19%) habían realizado controles; tres de ellas tradicionalmente. Es el grupo con explotaciones con menor carácter asociativo y cuatro no están integradas en cooperativas (19%). De las que si lo están, el 88,2% pertenece a cooperativas de comercialización de ovino; bien únicamente a éstas

(41,2%) o bien a estas y a otros tipos conjuntamente (47,1%). De las explotaciones del grupo, el 61,9% comercializan ovino asociadas (el 38,1% desde hace relativamente poco tiempo) y el 38,1% de forma individual.

Tabla 1. Características socioempresariales de los distintos tipos de explotaciones.

	Tipología estructural							
	I		II		III		Total	
N. explotaciones	17		21		8		46	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Lleva contabilidad	15	88,2	11	52,4	4	50	30	65,2
No lleva	2	11,8	10	47,6	4	50	16	34,8
Utiliza asesoramiento	7	41,2	12	57,1	5	62,5	24	52,2
No utiliza	10	58,8	9	42,9	3	37,5	22	47,8
Ha realizado controles técnicos	9	52,9	4	19	4	50	17	37,0
Nunca	8	47,1	17	81,0	4	50	29	63,0
Asociado a cooperativas	16	94,1	17	81,0	8	100	41	89,1
No asociado	1	5,9	4	19,0	-	-	5	10,9
Comercializa asociado	12	70,6	13	61,9	5	62,5	30	65,2
Individual	5	29,4	8	38,1	3	37,5	16	34,8
Asociado profesional	16	94,1	14	66,7	6	75	36	78,3
No asociado	1	5,9	7	33,3	2	25	10	21,7
Recurre a préstamos	16	94,1	17	81,0	7	87,5	40	87,0
No tiene	1	5,9	4	19,0	1	12,5	6	13,0

En cuanto a la afiliación a asociaciones profesionales, es el grupo con mayor porcentaje de “no afiliados” (33,3%). Entre los afiliados presenta también el mayor porcentaje de afiliación reciente (85,7%). De igual forma, es el grupo que presenta el porcentaje más elevado de explotaciones carentes de préstamos (19%).

El tercer Grupo está constituido por las explotaciones de mayor dimensión y orientación productiva cereales-ovino. La mitad de las explotaciones tienen una contabilidad implantada desde antiguo. Es también el grupo que recurre en mayor proporción a la asesoría técnica (62,5%); aunque con el 80% de forma esporádica. La mitad de las explotaciones han estado sometidas a controles en algún momento. Todas están integradas en sociedades cooperativas. En coherencia con su orientación productiva, el 87,5% están asociadas a cooperativas agrícolas o generales y de las cuales el 62,5% únicamente a estas. Por lo tanto el 37,5% están asociadas a la vez a cooperativas de ovino y de otro tipo. Cinco explotaciones (62,5%) comercializan el ovino asociadas y de ellas el 40% desde fechas recientes. El 75% de los titulares de este grupo están afiliados a sindicatos. A efectos del recurso al crédito, la situación es similar a las de otros grupos. Sólo una explotación no tenía préstamos. El 42,9% había disminuido los préstamos. El resto los había incrementado (28,6%) o los mantenía estables (28,6%).

Tabla 2. Características estructurales medias de las explotaciones de los diferentes grupos.

	Grupo de explotaciones de características homogéneas		
	I	II	III
Nº explotaciones	17	21	8
SAU (ha)	99,56	36,31	201,63
Superficie Cultivada (ha)	87,59	29,62	192,13
Pastos (ha)	84,62	103,41	125,19
% Pastos / S. T¹.	34,96	45,79	30,19
% Cereales / S. C².	40,72	35,44	71,95
% Forrajes / S. C².	46,29	48,9	21,53
Nº ovejas	829	275	671
U. G. / ha SAU	1,31	1,36	0,49
U. G. / ha Cultivos	3,55	3,21	6,6
Forrajeros			
Total UTA	2,51	1,62	2,21
UTA Asalariada	0,57	0,04	0,28
% UTA familiar / UTA total	81,66	96,26	81,18

* Las variables utilizadas en el ACP están en negrita. ¹ST:superficie total (SAU+pastos); ²SC:superficie de cultivos (Zamudio et al., 2014)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dillon, J. L. 1992. University of New England. Miscellaneous Publication N° 10;
- Jones, J.W. et al., 1997. En: Applications of Systems approaches at the farmer and regional levels. Public Opinions Quarterly, 24: 63-204
- Kahle, L. y Goff, S. 1983. En Kahle, L. (Ed) Social Values and Social Change Adaptation to life in America, New York: Praeger pág. 324
- Zamudio et., al 2014. En Busqué et al., (Ed) Pastos y PAC 2014-2020, SEEP, pág 499-506.

SOCIO-BUSINESS FEATURES OF SHEEP FARMS WITH DIFFERENT STRUCTURE OF PRODUCTION

ABSTRACT. In the framework of a broader research on farmers' behaviour, the use of support management tools, belong to farmers associations or cooperatives and turn to the credit were studied in mixed sheep farms with different types of structure. These farms belonged to a high number of associations and mostly use the credit to carry out investments. Concerning the use of advisory services and the implementation of production controls the farms analysed showed lower values than the other variables analysed.

Keywords: socio-business characteristics, structure types, mixed sheep farms.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE RAZA ASSAF

González¹, M.G., Villamediana, R.², Mantecon, A.R.³ y Lavin, P.³

¹S.Coop.Nutecal 49600 Benavente (Zamora). ggonzalez@nutecal.es.

²S.Coop.Quesos Cerrato 34200 Baltanás (Palencia).

³Instituto Ganadería de Montaña. CSIC-ULE. F.Marzanas. 24346 Grulleros (León)

INTRODUCCIÓN

Los modelos productivos de ovino de leche en España varían en función de cada región y cada vez son mayores las diferencias entre ellos debido a los cambios económicos, sociales y a la estructura industrial de cada zona que afectan tanto a la viabilidad empresarial de las explotaciones como al relevo generacional en la propiedad de las mismas (Mena et al., 2013). Debido a la crisis sufrida en el último lustro en el sector de ovino lechero, motivado por una subida e inestabilidad en los precios de las materias primas utilizadas en alimentación y el incremento de los costes energéticos, junto con un estancamiento del precio de la leche ocasionado por la crisis financiera y de consumo, el sector ha tenido que replantearse sus modelos productivos para adaptarse a la disminución de los márgenes optimizando la producción. En este contexto, el tamaño de las explotaciones puede condicionar la rentabilidad por variación en la producción individual de las ovejas o en la eficiencia productiva (Mantecón et al., 2007).

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto que tiene el tamaño de las explotaciones ovinas de raza Assaf en Castilla y León sobre sus parámetros productivos y económicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos para la realización del estudio se obtuvieron mediante recogida mensual en 11 explotaciones de ovino lechero de Raza Assaf situadas en las provincias de León, Zamora, Palencia y Burgos desde julio de 2013 a junio de 2014 y se registraron informáticamente en la hoja de cálculo Excel. Previamente se realizó una inspección a cada explotación donde se recogieron las características generales del sistema de producción como es el tipo de instalaciones, sala de ordeño, manejo, alimentación, sanidad y tamaño. Los datos recogidos mensualmente son de carácter técnico (leche y corderos vendidos, animales de reposición, mortalidad y desvieje, composición de la leche) y de carácter económico. En estos últimos se recogen todos los ingresos y gastos derivados de la actividad y sus subvenciones, exceptuando las amortizaciones y los gastos financieros. Se calculó la renta disponible (RD) que definimos como los ingresos totales menos los gastos directos e indirectos.

Las explotaciones se agruparon según el tamaño en tres grupos de acuerdo al “censo ponderado” que se refiere a las hembras mayores de un año en el que se tiene en cuenta las variaciones en el tiempo del número de animales a lo largo del año en la explotación. Los grupos establecidos por tamaño han sido “tamaño pequeño” para las explotaciones de menos de 500 hembras adultas (n=4), “tamaño mediano” de 500 a 800 hembras (n=5) y “tamaño grande” para las explotaciones de más de 800 hembras (n=2). Para el análisis estadístico de los datos de utilizo el paquete SPSS Statistics v22 (IBM, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño medio de los rebaños fue de 621 ovejas oscilando entre un mínimo de 200 a un máximo de 1.287 ovejas en la explotación de mayor tamaño.

La **producción media** (leche vendida) fueron 278 litros/oveja, estos valores son similares a los indicados por otros informes para un tamaño medio de raza Assaf (RENGRATI, 2014) y como se puede observar en la tabla 1, aumenta de forma estadísticamente significativa ($p<0,05$) con el tamaño del rebaño, con un valor 70,4% superior en los rebaños de tamaño “grande” en relación a los de “pequeño” tamaño. Sin embargo, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas en los corderos vendidos/oveja y año entre tamaños, con un valor medio de 0,91.

Respecto a la **bacteriología** es el tamaño “pequeño” el que presenta recuentos muy superiores mostrando diferencias estadísticamente significativas con el tamaño “mediano” y “grande”. Como ocurre también en vacuno (Ingham et al., 2011), probablemente debido a la

mejor calidad de los equipos de refrigeración y a la tecnificación-mecanización de las explotaciones. Si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas, el valor de RCS (recuento de células somáticas) presentó un patrón similar al ya indicado para la bacteriología.

Dentro de los **parámetros económicos**, la media de ingresos por la venta de leche/oveja es de 246,8€/oveja, con un valor 66,2% superior en los rebaños de “mayor” tamaño (316,4€/oveja) en relación a los de “menor” tamaño (190,4€/oveja); lo cual es esperable por la mayor producción. Respecto a los **gastos** de la explotación son los correspondientes a la alimentación de las ovejas los que representan la mayor cuantía. Dentro de estos las diferencias se manifiestan de forma estadísticamente significativa únicamente en los gastos de concentrado/oveja, entre las explotaciones de “menor” tamaño (86,9€/oveja) y las de tamaño “grande” (140,2€/oveja). Las explotaciones de tamaño “grande” al presentar mayores dificultades para el manejo de la alimentación requieren de un mayor nivel de mecanización, lo que explica el aumento del gasto en concentrados.

Otro gasto a tener en cuenta en las explotaciones de ganado ovino de leche es la mano de obra, de forma que mientras la **mano de obra de las explotaciones** de menor tamaño es toda de carácter familiar, las de tamaño mediano y grande tienen contratado personal asalariado, suponiendo un gasto medio de 23,5€/oveja. Como indicativo del trabajo invertido en la explotación la media para el conjunto de explotaciones consideradas en este trabajo fue de 12,6 horas/oveja, con una tendencia a disminuir este índice al aumentar el tamaño del rebaño (16,9 vs 7,7 horas/oveja.año en las explotaciones de tamaño pequeño y grande, respectivamente; $p < 0,179$). Sólo en las explotaciones grandes la jornada laboral se acerca a la del convenio agropecuario (Mena et al., 2013). Avanzando en el análisis económico, la **Renta Disponible (RD)/oveja** no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tamaños con un valor medio para la raza Assaf de 130,3€/oveja, si bien el tamaño debiera condicionar la rentabilidad por lo que supone en dilución de costes fijos, organización del trabajo y abordaje de mejoras tecnológicas (Mantecón et al., 2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ingham, S.C., Hu, Y., Anét, C. (2011). J.Dairy Sci. 94:4237-4241.
- Mantecón, A.R., Díez, P., Villadangos, B., Martínez, Y., Lavín, P. (2007). *XXXII Jornadas Científicas SEOC*, pp. 125-128. Mallorca (España).
- Mena, Y., Intxaurreandieta, J.M., Palacios, C., Gutiérrez, R., Batalla, M.I., Hidalgo, C., Mauleon, J.R., Álvarez, R., Marijuan, S., Aguirre, I., Del Hierro, O., Eguinoa, P. (2013). *XXXVIII Jornadas Científicas SEOC*, pp. 465-468. Málaga (España).
- RENGRAFI (2014). MAGRAMA. Madrid (España).

Agradecimientos: Trabajo desarrollado dentro del proyecto IDI PRE/917/2013 financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en el desarrollo del Contrato de Investigación entre el CSIC y Cooperativas Quesos Cerrato y Nutecal.

INFLUENCE OF FLOCK SIZE ON PRODUCTION AND ECONOMIC PARAMETERS OF ASSAF BREED FARMS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the effect of flock size Assaf sheep farms in Castilla y León on its production and economic parameters. Information (technical and economic) was recorded monthly at 11 dairy farms Assaf breed from July 2013 to June 2014. The farms were grouped into those with fewer than 500 ewes ($n = 4$), 500-800 ewes ($n = 5$) and over 800 ewes ($n = 2$). The milk produced by sheep and external manpower employed were higher ($p < 0.05$) and content in bacteriology was lower ($p < 0.05$) in the larger farms. No statistically significant differences ($p > 0.05$) in the other technical and production parameters were found.

Keywords: milking ewes, economy, flock size, Assaf

Tabla 1. Valores medios de los parámetros productivo-económicos de las explotaciones de raza Assaf para los tres grupos de tamaño considerados.

	Pequeño (n=4) Media	Mediano (n=5) Media	Grande (n=2) Media	p<
Parámetros productivos				
Censo ponderado (nº ovejas)	337 ^a ±70,2	618 ^b ±40,1	1.195 ^c ±91,9	0,000
Leche vendida (litros/oveja)	216,1 ^a ±28,42	291,8 ^{ab} ±27,13	368,2 ^b ±45,87	0,048
Corderos vendidos (corderos/oveja)	0,77±0,230	0,97±0,071	1,03±0,109	0,545
Partos/oveja	0,88±0,172	0,86±0,062	0,82±0,137	0,961
Reposición (%)	18,0±1,78	19,0±1,87	25,0±5,00	0,230
Ovejas muertas (%)	6,0±1,67	3,4±0,56	4,2±0,97	0,301
Ovejas desvieje (%)	15,8±4,28	18,5±4,09	12,3±4,92	0,699
Composición de la leche				
Grasa (%)	6,6±0,27	6,6±0,09	6,7±0,02	0,937
Proteína (%)	5,4±0,07	5,3±0,07	5,2±0,07	0,383
Extracto Quesero (%)	12,0±0,27	11,9±0,15	11,9±0,09	0,860
Bacteriología (10 ³ ufc/ml)	192,0 ^b ±42,25	66,8 ^a ±16,84	69,2 ^a ±7,21	0,028
RCS (10 ³ x células/ml)	1544,7±299,80	1052,0±313,66	793,6±403,33	0,384
Mano de obra				
Horas/oveja	16,9±3,94	11,1±1,75	7,7±0,13	0,179
Parámetros económicos				
Ingresos				
Venta leche (€/oveja)	190,4 ^a ±22,03	264,0 ^{ab} ±26,69	316,4 ^b ±35,89	0,056
Venta corderos (€/oveja)	38,2±11,28	43,7±3,63	44,8±3,28	0,828
Otros ingresos (€/oveja)	4,9±1,36	22,7±18,70	16,7±11,51	0,689
Subvenciones (€/oveja)	36,7±12,70	35,3±9,29	13,2±5,94	0,441
Ingresos totales (€/oveja)	270,3±26,85	365,8±42,49	391,2±33,61	0,156
Precio unitario producto				
€/litro	0,91±0,016	0,92±0,026	0,88±0,002	0,631
€/cordero	49,2±1,42	45,9±2,01	44,4±1,47	0,296
€/grado EQ	0,08±0,001	0,08±0,001	0,07±0,001	0,260
Gastos				
Alimentación total (€/oveja)	122,9±10,45	140,9±17,47	171,5±36,48	0,336
Alimentación producida (€/oveja)	2,1±1,24	15,5±9,55	8,6±7,11	0,474
Alimentación comprada (€/oveja)	120,8±11,26	125,5±13,43	162,9±43,59	0,359
Forrajes y subproductos	33,9±13,59	18,7±4,81	22,8±14,29	0,532
Concentrados	86,9 ^a ±11,71	106,8 ^{ab} ±10,63	140,2 ^b ±29,30	0,127
Alimentación/ingreso leche (%)	68,1±12,19	53,6±3,58	53,6±5,45	0,402
Zoosanitarios (€/oveja)	5,5±2,03	11,3±2,91	11,3±3,80	0,299
Mano obra asalariada (€/oveja)	0,0 ^a ±0,00	13,9 ^{ab} ±6,95	24,0 ^b ±3,35	0,081
Otros gastos (€/oveja)	37,5±4,16	47,3±11,95	57,0±18,20	0,585
Total de gastos (€/oveja)	165,9±7,58	213,5±36,54	263,8±25,43	0,216
Renta Disponible				
RD (€/oveja)	104,4±29,70	152,3±16,67	127,3±8,17	0,334
RD sin subvenciones (€/oveja)	67,6±23,04	117,0±14,83	114,1±2,23	0,170

RD=Renta disponible. Letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas ($p<0,05$).

INFLUENCIA DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE TANQUE SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE RAZA ASSAF

González¹, M.G., Villamediana, R.², Mantecon, A.R.³ y Lavin, P.³
¹S.Coop.Nutecal 49600 Benavente (Zamora). ggonzalez@nutecal.es.
²S.Coop.Quesos Cerrato 34200 Baltanás (Palencia).

³Instituto Ganadería de Montaña. CSIC-ULE. F.Marzanas. 24346 Grulleros (León)

INTRODUCCIÓN

Una de las tareas pendientes en el ovino de leche es la aplicación efectiva de los programas de higiene y calidad. Al igual que en vacuno existe normativa que determina los límites legales para los niveles de células somáticas en la leche, no existen estas limitaciones para ovino. Y lo cierto es que así como la bacteriología ha disminuido en los últimos años, los recuentos de células somáticas en leche de tanque (RCSt) en Castilla y León han aumentado (LILCyL, 2010 y 2013). El **recuento de células somáticas (RCSt)** de leche de tanque se considera un buen indicador del estado de la sanidad mamaria de los rebaños (Gonzalo, 2014; Arias, 2011). Aunque existen otros factores que afectan al RCSt como la paridera y el periodo de lactación, el principal factor de variación es la infección bacteriana de la glándula mamaria (Paape et al., 2007). Además, tanto en vacuno (García, 2004) como en algunas razas de ovino (Gonzalo, 2014; Arias, 2012) se ha establecido una relación entre el RCS y las pérdidas de producción de leche, que dado el contexto económico por el que ha pasado el sector debe ser motivo de reflexión.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto que tiene el RCSt de las explotaciones ovinas de raza Assaf en Castilla y León sobre los parámetros productivos y económicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos para la realización del estudio se obtuvieron mensualmente en 11 explotaciones de ovino lechero de Raza Assaf situadas en las provincias de León, Zamora, Palencia y Burgos desde julio de 2013 a junio de 2014 y se registraron informáticamente en hojas de cálculo Excel. Previamente, se realizó una inspección a cada explotación donde se recogieron las características generales del sistema de producción (tipo de instalaciones, sala de ordeño, manejo, alimentación, sanidad, tamaño). Los datos recogidos mensualmente son de carácter técnico (leche y corderos vendidos, animales de reposición, mortalidad, desvieje y composición de la leche) y de carácter económico (todos los ingresos y gastos derivados de la actividad y sus subvenciones, exceptuando las amortizaciones y los gastos financieros). Se calculó la renta disponible (RD) que definimos como los ingresos totales menos los gastos directos e indirectos.

Las explotaciones se agruparon según la calidad higiénico sanitaria de la leche en tres grupos de acuerdo al "RCSt" (media de los niveles mensuales de los recuentos de células somáticas de la leche de tanque). Los grupos establecidos han sido "bajo" para las explotaciones con menos de 1.000.000 de células somáticas/ml, "medio" con un valor entre 1.000.000 y 1.600.000 de células somáticas/ml y "alto" para las explotaciones con más de 1.600.000 células somáticas/ml. Para el análisis estadístico de los datos de utilizo el paquete SPSS Statistics v22 (IBM, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de RCSt de los rebaños fue de 1.184.200 cel/ml oscilando entre un mínimo de 299.800 cel/ml a un máximo de 2.284.800 cel/ml. Estos resultados son inferiores a los de Castilla-León en el año 2013 (1.396.000 cel/ml) (LILCyL, 2013), y superiores que en Castilla-La Mancha tanto para ovejas de raza Manchega (988.000 cel/ml) como para ovejas de otras razas (1.097.000 cel/ml) (LILCAM, 2013). El 63,6% de las muestras se encuentran en un rango de intermedio a alto, el 36,4% entre 1.000.000-1.600.000 cel/ml y el 27,3% con más de 1.600.000 cel/ml, distribución similar al presentado para el conjunto del sector (LILCyL, 2013). Este alto porcentaje en rangos intermedios podría deberse a una falta de implicación por parte del ganadero para reducir esos niveles de células somáticas en tanto no perciban unas mayores bonificaciones o penalizaciones en el precio de la leche.

La **producción media** (leche vendida) para el conjunto de explotaciones consideradas en este trabajo fue de 278,2 litros/oveja, con una tendencia a disminuir al aumentar el RCSt del rebaño (331,0 vs 201,8 litros/oveja en los grupos de RCSt “bajo” y “alto”, respectivamente; $p < 0,1$), al mismo tiempo que existe una correlación negativa (-0,690) y significativa ($p < 0,05$) entre ambas variables.

Respecto a la **bacteriología**, el resultado medio obtenido en este trabajo (112.800 ufc/ml) es menor que los comunicados para el año 2013 en Castilla y León (283.000 ufc/ml) (LILCyL, 2013) o Castilla-La Mancha (180.000 ufc/ml) (LILCAM, 2013). Como se puede observar en la tabla 1, la bacteriología aumenta de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) con el RCSt del rebaño.

En relación a los **resultados económicos**, la media de ingresos por la venta de leche/oveja es de 246,8€/oveja, con un valor 39,6% superior en los rebaños de RCSt “bajo” (291,6€/oveja) en relación a los de “alto” RCSt (175,7€/oveja); lo cual es esperable por la mayor producción, repercutiendo este aumento de ingresos de la misma forma en los ingresos totales (€/oveja) para los grupos “alto” y “bajo” (257,2 vs 398,3; $p < 0,10$). El resto de ingresos considerados (corderos/oveja, subvenciones/oveja y otros ingresos/oveja como los procedentes de la venta de animales, lana o agrícolas) no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de RCSt considerados. La **mano de obra de las explotaciones** en el grupo de RCSt altos es toda de carácter familiar, las de bajos RCSt tienen contratado personal asalariado, suponiendo un gasto medio de 21,8€/oveja y significativamente mayor ($p < 0,10$) que las de menor contenido de RCSt.

Avanzando en el análisis económico, la **Renta Disponible (RD)/oveja** no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0,281$) con un valor medio para la raza Assaf de 130,3€/oveja. Cuando se analiza el valor de RD/oveja sin tener en cuenta las subvenciones las diferencias entre grupos de RCSt presentan una tendencia a la significación ($p < 0,10$) con valores de 55,7€/oveja en el grupo RCSt alto y de 113,7€/oveja para el grupo de bajo contenido en RCSt.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Paape, M.J., Wiggans, G.R., Bannerman, D.D., Thomas, D.L., Sanders, A.H., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R.H. (2007). Small Ruminant Research 68, 114–125.
- Arias, R., Gallego, R., Oliete, B., Arias, C., Ramón, M., Montoro, V., Gonzalo, C., Pérez-Guzmán, M.D. (2012). Small Ruminant Research, 106, 92-97.
- LILCyL (2010). Memoria del Laboratorio Interprofesional de Castilla y León. Palencia (España).
- LILCyL (2013). Memoria del Laboratorio Interprofesional de Castilla y León. Palencia (España).
- LILCAM (2013). Memoria del Laboratorio Interprofesional de Castilla la Mancha. Valdepeñas (España).
- Gonzalo, C. (2014). XXXIX Jornadas Científicas SEOC, pp. 88-107. Orense (España).
- Garcia, A.D. (2004). Dairy Science, Extension Extra 4031-S.
- Arias, R., Oliete, B., Arias, C., Montoro, V., Gallego, R. Y Pérezguzmán, M.D. (2011) XXXVI Jornadas Científicas SEOC, pp. 221-224. San Sebastián (España).

Agradecimientos: Trabajo desarrollado dentro del proyecto IDI PRE/917/2013 financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en el desarrollo del Contrato de Investigación entre el CSIC y Cooperativas Quesos Cerrato y Nutecal.

EFFECT OF MILK SOMATIC CELL ACCOUNT OF FLOCK ON PRODUCTIVE AND ECONOMIC PARAMETERS OF ASSAF BREED FARMS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the effect of monthly average of somatic cell account of flock (SCAf) its production and economic parameters. Information (milk composition, technical and economic) was recorded monthly at 11 dairy farms Assaf breed from July 2013 to June 2014. The farms were grouped into those with fewer than 1000000 SCAf ($n = 4$), 1000000-1600000 SCAf ($n = 4$) and over 1600000 SCAf ($n = 3$). The milk produced, total incomes by sheep, benefit as disposable income and bacteriology content of milk were higher ($p < 0.10$) in the farms with lower milk SCAf content. No statistically significant differences ($p > 0.05$) in the other technical and production parameters were found.

Keywords: somatic cell, sheep, Assaf, profitability

Tabla 1. Valores medios de los parámetros productivo-económicos de las explotaciones de raza Assaf para los tres grupos de RCS.

	Bajo (n=4) Media	Medio (n=4) Media	Alto (n=3) Media	p<
Parámetros productivos				
Censo ponderado (n° ovejas)	758,5±123,86	702,4±198,42	328,9±111,35	0,203
Leche vendida (litros/oveja)	331,0 ^b ±41,65	282,7 ^{ab} ±25,37	201,8 ^a ±25,38	0,079
Corderos vendidos (n°/oveja)	0,97±0,096	0,93±0,217	0,81±0,164	0,802
Partos/oveja	0,84±0,066	1,01±0,123	0,68±0,092	0,129
Reposición (%)	20,0±2,04	21,8±3,12	16,7±1,67	0,117
Ovejas muertas (%)	3,7±0,69	4,1±0,46	6,2±2,46	0,385
Ovejas desvieje (%)	20,5±4,59	13,4±4,19	14,8±3,74	0,473
Composición de la leche				
Grasa (%)	6,6±0,03	6,8±0,27	6,4±0,06	0,457
Proteína (%)	5,2 ^a ±0,03	5,4 ^b ±0,06	5,3 ^{ab} ±0,10	0,093
Extracto Quesero (%)	11,8±0,02	12,2±0,26	11,7±0,15	0,199
Bacteriología (10 ³ ufc/ml)	47,5 ^a ±8,08	118,9 ^{ab} ±24,21	191,7 ^b ±61,85	0,045
RCS (10 ³ células/ml)	524,2 ^a ±108,26	1216,4 ^b ±117,66	2021,2 ^c ±146,57	0,000
Mano de obra				
Horas/oveja	11,0 ^{ab} ±2,37	9,3 ^a ±1,42	19,0 ^b ±4,35	0,085
Parámetros económicos				
Ingresos				
Venta leche (€/oveja)	291,6 ^b ±33,38	255,3 ^{ab} ±24,61	175,7 ^a ±20,16	0,060
Venta corderos (€/oveja)	41,2±2,95	45,3±11,44	38,4±4,80	0,831
Otros ingresos (€/oveja)	27,4±23,38	11,1±5,77	4,3±1,40	0,580
Subvenciones (€/oveja)	38,2±11,33	20,2±4,39	38,8±18,10	0,443
Ingresos totales (€/oveja)	398,3 ^b ±46,24	332,0 ^{ab} ±25,13	257,2 ^a ±34,97	0,087
Precio unitario producto				
€/litro	0,90±0,011	0,93±0,032	0,89±0,019	0,495
€/cordero	43,6±0,79	48,7±1,76	48,7±2,56	0,104
€/grado EQ	0,08±0,001	0,08±0,002	0,08±0,001	0,833
Gastos				
Alimentación total (€/oveja)	167,1±24,37	130,4±2,41	116,5±13,33	0,152
Producida (€/oveja)	10,9±10,45	13,9±7,83	1,3±1,26	0,590
Comprada (€/oveja)	156,2±20,69	116,5±9,22	115,2±14,47	0,170
Forrajes y subproductos	27,5±5,35	18,4±11,83	30,2±14,79	0,724
Concentrados	128,7±17,22	98,1±10,43	85,0±12,40	0,142
Alimentación/ingreso leche (%)	56,7±2,38	52,8±6,11	69,8±16,32	0,412
Zoosanitarios (€/oveja)	13,3±3,60	7,1±1,65	6,4±2,55	0,212
Mano obra asalariada (€/oveja)	21,8 ^b ±7,56	7,6 ^{ab} ±4,93	0,0 ^a ±0,00	0,078
Otros gastos (€/oveja)	44,2±15,49	51,1±8,80	39,8±6,00	0,799
Total de gastos (€/oveja)	246,4±46,83	196,3±15,04	162,7±9,12	0,243
Renta Disponible				
RD (€/oveja)	151,9±8,46	135,7±19,53	94,5±41,11	0,281
RD sin subvenciones (€/oveja)	113,7 ^a ±3,86	115,4 ^a ±18,47	55,7 ^b ±28,73	0,091

RD=Renta disponible. Letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas ($p<0,05$)

ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN RELACIÓN CON EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LECHE DE TANQUE

Arias, R.¹, Jiménez, L.¹, Oliete, B.¹, Gallego, R.², Montoro, V.³, Pérez-Guzmán, M.D.¹

¹ Centro Regional de Selección y Reproducción Animal (CERSYRA). Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. Avda. del Vino, 10. 13300-Valdepeñas (CR). España. rarias@jccm.es

² AGRAMA. Instalaciones del ITAP. Avda. Gregorio Arcos s/n. 02006-Albacete. España.

³ Escuela Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real. IREC (CSIC-UCLM-JCCM). Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. Universidad de Castilla-La Mancha. España.

INTRODUCCIÓN

Las infecciones intramamarias (IMI) son uno de los principales problemas sanitarios de las ganaderías de ovino lechero (Arias et al., 2012). Se ha descrito que las mamicis afectan a la funcionalidad mamaria (Burriel, 1997) provocando importantes pérdidas en la producción de leche (Leitner et al., 2008). En la actualidad, los sistemas de control de la calidad de la leche utilizan de forma rutinaria el recuento de células somáticas de la leche de tanque (RCST), considerándose un buen estimador del estado sanitario de la explotación (Gonzalo et al., 2006). Una sanidad mamaria deficiente ocasiona consecuencias no deseables en las ganaderías de ovino lechero: mayor mortalidad de las ovejas, un aumento en la tasa de reposición, mayores gastos en medicamentos (Bergonier et al., 2003), penalizaciones en el pago por calidad de leche con altos recuentos celulares (Pirisi et al., 2007), o incluso un detrimento de la capacidad tecnológica de la leche (Bencini et al., 2002). Sumada a estas razones, la estimación de las pérdidas económicas directamente relacionadas con las mamicis podría ayudar a concienciar al ganadero de la necesidad de establecer Programas de Control de la Sanidad Mamaria del rebaño.

Para ello, se plantea como objetivo de este estudio, estimar las pérdidas de producción de leche a partir del recuento de células somáticas de leche de tanque (RCST) en las ganaderías de oveja Manchega.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en ganaderías de la Asociación de Criadores de Ganado Ovino Selecto de raza Manchega (AGRAMA), cuya leche se destina a la elaboración de queso Manchego con Denominación de Origen Protegida (DOP). Para cada lote de ordeño se ha recogido una muestra de 50 ml de leche de leche tanque, a las que se adiciona bronopol como conservante (2-Bromo-2-Nitro-1,3-Propanodiol). El recuento de células somáticas de la leche de tanque (RCST) se realizó mediante el método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic FC), basado en la tinción con bromuro de etidio del DNA de las células somáticas, en el Laboratorio de Lactología del CERSYRA de Valdepeñas (Ciudad Real). Los recuentos de células somáticas se han transformado en logaritmos decimales para obtener una distribución normal.

Por otro lado, en este trabajo se han aplicado los resultados de un estudio anterior (Arias et al., 2014), en el que se estimó la pérdida de producción de leche de cada oveja (PPLi) a partir de su recuento de células somáticas individual (RCSi), mediante la ecuación de regresión $PPLi = 1.177 - 126 (\log RSi - 4,95)$. Estos resultados se obtuvieron a partir de 673.074 muestras individuales de leche de oveja Manchega en Control Lechero Oficial de la raza ovina Manchega (Método AT4-ICAR).

Utilizando la ecuación de regresión citada, en 103 lotes de ordeño, se ha obtenido una estimación de la pérdida de producción de leche de cada tanque (PPL), calculada como la suma de las pérdidas individuales de cada oveja que lo componen. Finalmente, relacionando el RCST y la pérdida de producción de leche de cada tanque se ha realizado un análisis de regresión (programa estadístico SAS), con el fin de valorar la pérdida de producción de leche en función del RCST del lote de ordeño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis ha resultado estadísticamente significativo ($p < 0,001$), y responde a la siguiente expresión: $PPL = -33,46 + 7,40 \log RCST$ ($R^2 = 0,25$).

En la Figura 1 se aprecia la recta de regresión por la que se estima las pérdidas de producción lechera (PPL) en función del RCST. En la Tabla 1 se estiman las PPL en virtud

de una serie de rangos de RCST. En base a estas estimaciones, y teniendo en cuenta que en el año 2014, la media del recuento celular de leche de tanque de las ganaderías de AGRAMA ha sido de 1.015.860 cel/ml ($\log_{10}RCST = 6,01$) (AGRAMA, 2015), la pérdida media equivaldría al 10,99% de su potencial productivo teórico.

Como se ha comentado anteriormente, la sanidad mamaria del rebaño debería ser una prioridad. Ariznabarreta et al. (2002) califican las ganaderías de ovino lechero por su estado de sanidad mamaria en función del RCST: ganaderías buenas, aquellas con $RCST < 500.000$ cel/ml; ganaderías deficientes, aquellas con $RCST > 1.500.000$ cel/ml. En base a esta clasificación, se ha calculado la pérdida mínima de producción de leche que podríamos estimar entre ganaderías buenas y deficientes desde el punto de vista de la sanidad mamaria. Los valores obtenidos a partir de la ecuación de regresión calculada (Tabla 1) son: $PPL > 12,24\%$ para $RCST > 1.500.000$ cel/ml y $PPL < 8,71\%$ para $RCST < 500.000$ cel/ml; así, se obtiene un porcentaje mínimo estimable de PPL entre ambos tipos de ganaderías del 3,53%. Este es un porcentaje considerable que debe tenerse en cuenta en la rentabilidad económica de una explotación.

La sostenibilidad de las explotaciones lecheras debe basarse, entre otros, en una optimización de su rentabilidad. La pérdida de producción de leche por infecciones intramamarias, unido al resto de gastos derivados de ella, debe concienciar a ganaderos, Asociaciones y Administraciones Públicas de la necesidad de desarrollar y consolidar los programas de prevención y control de la sanidad mamaria del rebaño, con el objetivo de que las ganaderías de ovino lechero mantengan bajos recuentos de células somáticas de leche de tanque.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAMA. 2015. Comunicación personal.
- Ariznabarreta, A., Gonzalo, C., San Primitivo, F. 2002. Microbiological quality and somatic cell count of ewe milk with special reference to staphylococci. *J. Dairy Sci.*, 85: 1370-1375.
- Arias, R., Ramón, M., Oliete, B., Arias, C., Gallego, R., Montoro, V., Gonzalo, C., Pérez-Guzmán, M.D. 2012. Long-term study of environmental effects on test-day somatic cell count and milk yield in Manchega sheep. *Small Rum. Res.* 106, Issues 2-3: 92-97.
- Arias, R., Jimenez, L., Oliete, B., Gallego, R., Montoro, V., Garzón, A., García, A., Pérez-Guzmán, M.D. 2014. Estimación de las pérdidas de producción de leche relacionadas con el estado de la sanidad mamaria y el recuento de células somáticas. *Rev. Ciencia y Tecnología-UTEQ. Suplemento: Vol. 7., 2: 399-404 pp.*
- Bencini, R. 2002. Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture. Volume 82, Issue 7: 705-719.*
- Bergonier, D.; De Crémoux, R.; Rupp, R.; Lagriffoul, G; Berthelot, X. 2003. Mastitis of dairy small ruminants. *Vet. Res.*, 34: 689-716.
- Burriel, A.R. 1997. Dynamics of intramammary infection in the sheep caused by coagulase-negative staphylococci and its influence on udder tissue and milk composition. *Vet. Record*, 140: 419-423.
- Gonzalo, C., Carriedo, J.A., Beneitez, E., Juárez, M.T., De La Fuente, L.F., San Primitivo, F. 2006. Short communication: Bulk Tank Total Bacterial Count in Dairy Sheep: Factors of Variation and Relationship with Somatic Cell Count. *J. Dairy Sci.* 89: 549-552.
- Leitner, G., Silanikove, N., Merin, U. 2008. Estimate of milk curd yield of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. *Small Rum. Res.* 74: 221-225.
- Pirisi, A.; Lauret, A.; Dubeuf, J.P. 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Rum. Res.*, 68: 167-178.

Agradecimientos: A la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Manchego (AGRAMA).

Tabla 1. Estimación de la pérdida de producción de leche en función del recuento de células somáticas de leche de tanque.

RCST (cel/ml)	logRCST	% Pérdida producción de leche (PPL)
100.000	3,54	3,54
500.000	5,70	8,71
1.000.000	6,00	10,94
1.500.000	6,18	12,24
2.500.000	6,40	13,88

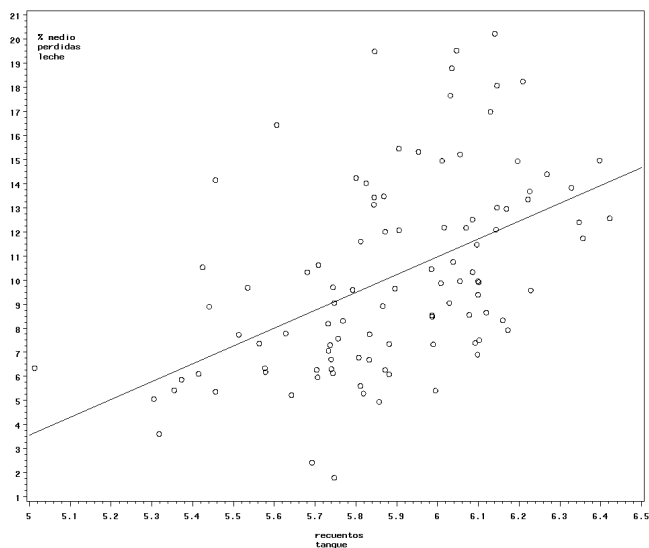


Figura 1. Estimación del porcentaje de pérdidas de producción de leche esperadas en el lote de ordeño en función de su recuento celular de leche de tanque

ESTIMATION OF MILK PRODUCTION LOSSES IN RELATION TO WITH SOMATIC CELL COUNT OF BULK TANK

ABSTRACT: Intramammary infections cause significant undesirable consequences in dairy sheep herds, such as the loss of milk production. Somatic cell count in milk tank is a good indicator of the mammary health condition of the flock and this count is usually used in milk quality control systems. The aim of the study is to estimate the loss of milk production because of somatic cell count milk tank (RCST) in Manchego sheep flocks. From the RCST and milk production losses belonging to 103 sheep batches of milking, it has been calculated an equation of regression to estimate the milk production loss of livestock (PPL). From this equation is obtained PPL<8.71% in flock with RCST<500,000 cells / ml and PPL>12.24% in flock with RCST>1,500,000 cells / ml. The estimation of milk production losses due to intramammary infections should help to educate farmers, associations and government that it is necessary to develop and consolidate the programs concerning to prevention and control of breast health of the flock.

Keywords: somatic cell, milk, ewe.

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD ANIMAL EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CONEJOS EN UNA EXPLOTACIÓN INDUSTRIAL

Araújo, J.P.^{1,2}, Marques, R.², Tavares, T.³, Cantalapiedra J.⁴ y Cerqueira, J.L.²

¹Centro de Investigação da Montanha (CIMO), ESA-IPVC, pedropi@esa.ipvc.pt

²Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima

³Sorgal - Sociedade de Óleos e Rações S.A., Ovar

⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, España.

INTRODUCCIÓN

La producción semi-intensiva de conejos se realiza en jaulas y con naves cerradas, que no requiere mucho espacio por animal. Aunque el número de conejos por jaula es un factor importante para el bienestar, no hay consenso científico sobre los valores de densidad que pueden afectar el bienestar de los conejos (Verspecht *et al.*, 2011). De acuerdo con la EFSA (2005), hay unas dimensiones mínimas de superficie total que deben ser respetadas y estar comprendidas entre 75-80 cm de largo y 35-40 cm de ancho, con una superficie mínima individual de 625 cm² y el peso máximo sacrificio 40 kg/m². Según varios estudios, la densidad óptima corresponde a 16 a 18 conejos/m² (40-45 kg/m² al final del periodo de cebo), en función del peso final (Szendro y Zotte, 2011). En la práctica, sin embargo, estos valores no son los más frecuentemente aplicados, y estos por lo general se encuentran por encima y reportados por diferentes autores y las recomendaciones de la EFSA. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de tres densidades (8, 9 y 10 conejos/jaula), y que pueden considerarse como frecuentes en las granjas industriales en el peso vivo (PV), en el índice conversión (IC) y en la mortalidad de los conejos durante dos periodos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una granja industrial, con ambiente controlado, se han utilizado 162 conejos en crecimiento, distribuidos en 18 jaulas de 95x40 cm, con una superficie útil de 3.400 cm², que corresponde a los siguientes indicadores (Tabla 1). Los conejos se pesaron al destete (37 días (d)) de edad, 54d y 71d. Se administró *ad libitum*, a todos los grupos, un pienso de engorde entre los 37-54 días y un pienso de acabado entre los 54-71 días. Se utilizó una báscula electrónica Mod. "Kern HCB 20K10" con precisión hasta 10 g, y una capacidad máxima de 20 kg. Se registró la mortalidad, y la edad en que se produjo. Los datos han sido analizados por ANOVA, para evaluar el efecto de la densidad en el peso vivo (PV) en las tres edades, en la ganancia media diaria (GMD), en el índice de conversión (IC) y en la mortalidad. Se ha utilizado el test *t* de Tuckey para comparar los valores medios, a través del paquete estadístico IBM-SPSS (ver. 22).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias significativas en el PV a los 37, 54 y 71 días de edad y en la GMD en el P1 y P2 considerando el efecto de la densidad (Tablas 2 y 3). La GMD global (promedio de las tres densidades) disminuyó de 43,9±2,32 kg en P1 para 35,8±3,30 kg en P2. En la misma finca, en un estudio con una densidad de 10 conejos/jaula, Araújo *et al.* (2013) encontraron diferencias (*P* < 0,001) en el crecimiento, entre 37-52 y 52-67 d con 45,6±3,09 g/día, y 31,6±4,73 g/día, respectivamente. Para las cargas en las tres edades se han verificado diferencias significativas, con valores más elevados en las jaulas con 9 y 10 conejos, destacando-se a los 71 días 59,12±4,30 kg/m² (Tabla 4). La mortalidad global fue del 5,6%, con tasas del 6,7, 3,7 y 6,3%, respectivamente, para los 10, 9 y 8 conejos por jaula, sin diferencias entre las densidades. La mortalidad del total de los 9 conejos se produjo entre los 65 y 70 días de edad. Para el P1 y P2 no hubo efecto de la densidad animal en el índice de conversión, pero los valores han incrementado entre el P1 y P2 (Tabla 5). Las densidades utilizadas exceden los recomendados por varios autores. Para Maertens y De Groote (1984), los animales están en una situación crítica por encima de 15 conejos/m² y/o de 40 kg/m², mientras que Aubret y Duperray (1992) consideran una densidad superior a 20 conejos/m², correspondiente a un peso de sacrificio superior a los 46-47 kg/m², como críticos. Morisse y Maurice (1997) han investigado los efectos del aumento de la densidad en el comportamiento de conejos con 10 semanas de edad, y constarán tiempo de reposo superior y de ingestión de alimento inferior en densidades superiores a 20 conejos/m² y peso final superior a 40 kg/m². Según Trocino y Xiccato (2006),

la inferior superficie disponible para el conejo moverse, puede dificultar el acceso a los comederos. Este hallazgo puede explicar la disminución de la GMD y el aumento del IC entre P1 y P2. La mortalidad observada en P2, también contribuyó a aumentar la IC en este período. A la vista de estos resultados, se podría concluir que para los pesos vivos, ganancia media diaria e índice de conversión no hubo efecto de la densidad animal. Sin embargo, la carga animal se ha incrementado con el aumento del número de animales/jaula. Sería importante evaluar la respuesta productiva con densidades inferiores respetando las recomendaciones de la EFSA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Araújo et al., 2013. Resumo comum. V Jornadas ASPOC, 49-50. • Aubret & Duperray, 1992. J. Appl. Rabbit Res. 15, 656-660. • EFSA J., 2005. Acedido en Jan 28, 2015, http://www.efsa.europa.eu/en/science/ahaw_ahaw_opinions/1174.html. • Maertens & De Groote, 1984. J. Appl. Rabbit Res, 7: 151-155. • Morisse & Maurice, 1997. Appl. Anim. Behav. Sci., 54, 351-357. • Szendro & Zotte, 2011. A review. Livest. Sci., 137, 296-303. • Trocino & Xiccato, 2006. World Rabbit Sci. 14, 77-93. • Verspecht et al., 2011. World Rabbit Sci. 19, 123-132.

Tabla 1. Indicadores de densidad en función del número de conejos/jaula.

Conejos/ jaula (nº)	Jaulas (nº)	Conejos (nº)	Superficie individual (conejo/cm ²)	Densidad (conejos/m ²)
8	6	48	425,0	23,5
9	6	54	377,8	26,5
10	6	60	340,0	29,4

Tabla 2. Peso vivo de conejos en engorde sujetos a tres densidades.

Edad (días)	Conejos/jaula	Media±D.T	Mínimo	Máximo	CV (%)
37	8	1,07±0,09	0,96	1,22	8,33
	9	1,09±0,07	1,01	1,19	6,52
	10	1,08±0,07	0,99	1,19	6,45
	Sig.	NS			
54	8	1,83±0,12	1,64	1,99	6,80
	9	1,85±0,08	1,77	1,94	4,21
	10	1,81±0,08	1,75	1,93	4,19
	Sig.	NS			
71	8	2,46±0,16	2,24	2,58	6,71
	9	2,44±0,09	2,30	2,55	3,60
	10	2,41±0,09	2,32	2,52	3,56
	Sig.	NS			

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

Tabla 3. Ganancia media diaria de conejos en engorde sujetos a tres densidades.

Período (días)	Conejos/jaula	Media±D.T	Mínimo	Máximo	CV (%)
37-54	8	44,47±2,66	39,71	47,35	5,97
	9	44,30±2,28	40,78	47,45	5,14
	10	42,98±2,13	38,71	44,35	4,96
	Sig.	NS			
54-71	8	37,01±4,67	29,34	42,46	12,63
	9	34,92±2,87	31,44	38,94	8,23
	10	35,43±2,00	33,18	39,06	5,66
	Sig.	NS	29,34	42,46	9,21
37-71	8	40,74±3,06	36,36	43,84	7,51
	9	39,61±2,06	36,24	41,46	5,20
	10	39,21±1,59	36,85	41,56	4,05
	Sig.	NS			

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

Tabla 4. Carga animal de conejos en engorde sujetos a tres densidades.

Edad (días)	Conejos/jaula	Media±D.T	Mínimo	Máximo	CV (%)
37	8	22,57 ^a ±1,88	20,26	25,58	8,33
	9	25,93 ^b ±1,69	24,03	28,16	6,52
	10	28,36 ^b ±1,83	26,08	31,21	6,45
	Sig.	***			
54	8	38,49 ^a ±2,62	34,47	41,95	6,80
	9	43,76 ^b ±1,84	41,82	46,05	4,21
	10	47,59 ^c ±2,00	45,92	50,89	4,19
	Sig.	***			
71	8	48,51 ^a ±4,95	41,55	54,34	10,20
	9	55,64 ^b ±3,14	51,11	59,84	5,64
	10	59,12 ^b ±4,30	52,95	64,61	7,27
	Sig.	**			

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

Tabla 5. Índice de conversión de conejos en engorde sujetos a tres densidades.

Período (días)	Conejos/jaula	Media±D.T	Mínimo	Máximo	CV (%)
37-54	8	2,9±0,06	2,83	2,95	1,98
	9	2,9±0,06	2,84	2,95	2,15
	10	3,0±0,04	2,94	3,01	1,19
	Sig.	NS			
54-71	8	5,4±1,37	4,10	6,82	25,56
	9	5,1±1,44	4,16	6,75	28,34
	10	5,7±1,45	4,84	7,36	25,55
	Sig.	NS			
37-71	8	3,8±0,35	3,42	4,12	9,27
	9	3,7±0,33	3,49	4,08	8,78
	10	3,9±0,31	3,73	4,28	7,82
	Sig.	NS			

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

STOCKING DENSITY INFLUENCE ON PRODUCTION PERFORMANCE IN FATTENING RABBITS IN A COMMERCIAL FARM

ABSTRACT: In a commercial farm 162 rabbits were distributed over 18 cages (3400 cm²/cage), with three densities: 10, 9 and 8 rabbits/cage. The animals were weighed at weaning (37 days), 54d and 71d. The diet was administered ad libitum, quantifying the consumption for two periods (P): P1: 37-54 d and P2: 54 -71 d of age. Data were analysed by ANOVA, to evaluate the effect of stock density on body weight (BW), average daily gain (ADG) and conversion index (CI), on P1 and P2 period. t Tuckey test was used to compare means, by IBM-SPSS (ver. 22).

No significant differences in LW at 37, 54 and 71 d, and ADG on P1 and P2 periods between three densities were found. The overall ADG decreased from 43.9±2.32 kg to 35.8±3.30 kg, between P1 and P2. The charges were significant different in the three ages, with loads higher in cages with 9 and 10 rabbits. The stock density has not influenced the mortality with rates of 6.7%, 3.7% and 6.3% respectively for 10, 9 and 8 rabbits/cage. In CI there wasn't effect of stock density. Is important to evaluate the productive performance at lower densities, respecting the recommendations of the EFSA.

Keywords: rabbit, stocking density, weight, conversion.

VARIABILIDAD DE PESO VIVO: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA GESTIÓN DE LOS CEBADEROS PORCINOS

López-Vergé, S., Solà-Oriol, D. y Gasa, J.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra. Sergio.Lopez.Verge@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La excesiva variabilidad de peso vivo (PV) al final del engorde, antes de ir al matadero, perjudica seriamente la eficiencia global del ciclo productivo. Esto sucede tanto por aumentar la depreciación del lote, al contar con más animales de PV comercial insuficiente, como por reducir los animales engordados por plaza y año, al aumentar el tiempo de ocupación de las instalaciones. El problema se ha agudizado en los últimos años al aumentar el tamaño y la variabilidad del PV de las camadas (Bealieu et al., 2010). Existe una variabilidad inherente a cada animal que de algún modo ya se refleja, al menos parcialmente, en su peso al nacimiento, por ello el interés no es tanto eliminar la variabilidad como minimizar su impacto. Así pues, el esfuerzo debería centrarse en controlar lo mejor posible otros factores diferentes al PV al nacimiento que puedan explicar el aumento de la variabilidad.

La magnitud de la variabilidad del PV al nacimiento, al destete o al inicio del engorde no ejerce el mismo efecto sobre la fase final del ciclo productivo (Vidal, 2015); esto es, por ejemplo, que en determinadas ocasiones, un lechón grande al nacimiento, puede no serlo al destete y viceversa. Para reducir la variabilidad de las camadas, sería conveniente diseñar estrategias destinadas a favorecer el rendimiento de los lechones de menor peso desde edades tempranas (Pluske et al., 2005).

El objetivo del presente trabajo, fue poner de manifiesto la influencia del PV a lo largo de las diferentes etapas del ciclo productivo sobre el rendimiento posterior de los animales, y, además, proponer un método para reducir el impacto de la variabilidad de PV al matadero en la gestión de los engordes porcinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos estudios distintos; en el primer ensayo, y para evaluar la importancia del PV al nacimiento y al destete sobre el rendimiento posterior de un grupo de cerdos, estos se controlaron desde el nacimiento hasta su salida a matadero en una explotación comercial. Se utilizaron 305 lechones [*Pietrain x (Landrace x Large White)*] procedentes de 30 camadas de una banda de destete completa. Todos los animales fueron pesados los días 2 de vida (después de realizar las adopciones, PVn), 27 (al destete, PVd), 41 (14 días post-destete, PV41), 62 (35 días post-destete, PV62) y 173 (antes de ir a matadero, PV173). A los animales se les ofreció *ad libitum* las mismas dietas comerciales durante las fases de pre-starter, starter, crecimiento y acabado. Finalmente, se analizó la relación existente entre el peso al nacimiento (post-adopciones, PVn) y el PV al destete (PVd) con los demás pesos obtenidos en las etapas posteriores hasta el matadero. Se utilizó el proc CORR del paquete estadístico SAS teniendo en cuenta el coeficiente de correlación de Pearson y un nivel de significación del 0,05.

En el segundo ensayo se pretendió conocer el efecto de tratar diferencialmente un porcentaje pequeño de los cerdos de menor tamaño al inicio del periodo de acabado (aproximadamente 120 días de vida) para ver si con ello se podía reducir el tiempo de ocupación de las instalaciones. Nuevamente, el estudio se llevó a cabo en la misma explotación comercial y se controló a los animales desde el inicio de la fase de acabado hasta la salida a matadero. En esta ocasión, se utilizaron 262 cerdos comerciales [*Pietrain x (Landrace x Large White)*] alimentados *ad libitum* con la misma dieta. En la práctica, los cerdos fueron sacrificados en tres grupos (80, 151 y 31 animales en cada carga) cada 14 días; de este modo el cebadero se vació totalmente en 28 días. Posteriormente, se estudió la variación del PV comercial a matadero (fijado en 100 kg) de acuerdo a tratar diferencialmente los siguientes porcentajes de cerdos de menor tamaño al inicio de la fase de acabado: 0%, 10%, 20%, 30% y 40% respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ensayo (Tabla 1) el PVn y el PVd presentaron un coeficiente de correlación del 36%, más bajo que el aportado por otros autores, que lo sitúan alrededor del 57% (Quiniou et al., 2002). Además, el PVd estuvo altamente correlacionado con el PV41 ($r=0,80$, $P<0,001$) aunque el efecto fue decreciendo paulatinamente a día 62 ($r=0,51$, $P<0,001$) y 173 ($r=0,18$, $P<0,001$). La alta correlación entre el PVd y el PV41, resultó en una gran diferencia en PV entre el 30% de los animales de menor y mayor peso [al destete: 8,52 kg vs 6,43 kg de media, $P<0,001$; y a los 41 días (14 días post-destete): 12,17 kg vs 10,63 kg de media, $P<0,001$]; en términos de porcentaje, la diferencia fue de 32,5% y 13,5% al destete y a los 41 días, respectivamente. El PVn, también tuvo un efecto en las etapas posteriores del ciclo, obteniéndose una correlación moderada con el PV41 (14 días post-destete; $r=0,40$, $P<0,001$); y valores más bajos a día 62 ($r=0,33$, $P<0,001$) y 173 ($r=0,27$, $P<0,001$) de vida.

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre los distintos valores de PV a partir del coeficiente de correlación de Pearson (Rho, r). PVn y PVd indican PV al nacimiento y al destete respectivamente. Nivel de significación establecido en 0,05.

	PVn	PVd	PV41	PV62	PV173
PVn	1	0,36	0,40	0,33	0,27
p-valor	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
N	305	305	305	305	305
PVd	0,36	1	0,80	0,51	0,18
p-valor	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
N	305	305	305	305	305

Estos resultados sugieren que tanto el PVn como el PVd tienen un efecto sobre el rendimiento posterior y la variabilidad de PV a lo largo del ciclo, si bien en ambos casos su influencia se diluye con el paso del tiempo, corroborando que el PV inicial (ya sea al nacimiento o al destete) no garantiza el éxito al final del periodo productivo. Por tanto, existen otros factores responsables de buena parte de la variabilidad de PV observada al final del ciclo.

Los resultados obtenidos del segundo ensayo (Tabla 2) muestran como, asumiendo tan solo dos cargas de animales (empleando así 14 días menos en vaciar la instalación); sino segregáramos ningún animal, hasta un 20,7% de los cerdos se encontrarían por debajo del PV de sacrificio (100 kg), y de ellos, un 4,2% (10 cerdos) incluso estarían por debajo de los 90 kg, causando una depreciación significativa de las canales. Contrariamente, si segregáramos entre un 10% y un 20% de los cerdos, los animales con PV inferiores a 100 kg se reducen hasta el 13% y el 9,3%, de los cuales un 1,9 (4 cerdos) y un 1,1 (2 cerdos) estarían por debajo de los 90 kg. Ciertamente, no haría falta llegar al 20%, siendo recomendable un valor intermedio puesto que el esfuerzo de segregar un 20% de los animales difícilmente compensaría la mejora obtenida en el número de éstos que quedarían por debajo de 90 kg.

Tabla 2. Resultados teóricos de tratar diferencialmente distintos porcentajes de cerdos de menor PV al inicio del periodo de acabado. Se muestra un PV comercial de 100 kg y cuántos cerdos de menos de 100 y 90 kg se esperaría que quedaran suponiendo que vaciamos el corral en dos periodos (14 días en total).

% Segregación	PV comercial = 100 kg	
	< 100kg	< 90 kg
0	20,7%	4,2%
10	13,3%	1,9%
20	9,3%	1,1%
30	7,0%	0,6%

Estos resultados, sugieren que en explotaciones o empresas suficientemente grandes, donde la logística lo permita, una segregación de un pequeño porcentaje de los cerdos de

menor tamaño podría reducir de forma significativa la variabilidad de los animales restantes y en consecuencia, el tiempo de ocupación de las instalaciones sin afectar en exceso la depreciación de las canales para el grueso de los cerdos engordados (80-90%). Dado que la segregación se ha realizado de forma teórica y “a posteriori”, los resultados no muestran cual sería finalmente el efecto de esta medida en condiciones prácticas. Para ello habría que conocer el efecto que ejercería la segregación real de los cerdos más pequeños a 120 días de vida sobre el rendimiento productivo y la variabilidad de PV del grupo mayoritario de animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beaulieu, E.M., Aalhus, J.L., Williams, N.H. & Patience, J.F. 2010. J. Anim Sci. 88: 2767-2778.
- Pluske, J.R., Payne, H.G., Williams, I.H. & Mullen, B.P. 2005. Anim. Nutr. Aust. 15: 171-181.
- Quiniou, N., Dagorn, J. & Gaudré, D. 2002. Livest. Prod Sci. 78: 63-70.
- Vidal, A. 2015. XVII Jornadas de Porcino de la UAB y AVPC.

BODY WEIGHT VARIABILITY: EFFECTS ON PIG PERFORMANCE AND MANAGEMENT OF FATTENING FACILITIES

ABSTRACT: The objectives of this study were to know the influence of the piglets' body weight (BW) at birth and BW at weaning on pig performance over time; and also whether segregation with lower BW of pigs at the start of the finishing period could help to reduce farm occupation time without severely affecting carcasses classification. We used crossbreed pigs [*Pietrain* x (*Landrace* x *Large White*)] in both cases. In the first trial, all pigs were individually weighed several times through the production cycle and the main results showed that both BW at birth and at weaning play a significant role on pig BW performance and variability (being more influent the BW at weaning) but their effects were diluted later on. In the second trial and from a more theoretical approach, we observed that segregating between 10 to 20% of the smaller pigs at the beginning of the finishing period may results in a significant reduction in farm occupation time without severely affecting carcass depreciation at slaughterhouse of 80-90% of the pigs. Thus, the 10-20% of the remaining smallest pigs could be fed and managed separately in a better proper way.

Keywords: Variability, weaning, performance, piglet

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS ADULTAS EN DIFERENTES REGIONES DEL CENTRO DE PORTUGAL

Pires, S.^{1,2}, Durão, L.², Marques, A.², Cadavez, V.^{1,2}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO)

²Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal spires@ipb.pt

INTRODUCCIÓN

Existen varias enfermedades conocidas de las abejas melíferas y es fundamental en la actualidad que los apicultores aprendan a reconocer las más importantes debido a las graves pérdidas económicas que pueden representar, incluso llevando al abandono de la actividad apícola, tanto a nivel nacional como mundial. Estimar la prevalencia clínica de las principales enfermedades de las abejas es uno de los objetivos descritos en los programas de vigilancia que visan la detección precoz, no solo para prevenir la propagación como también para la toma de decisiones en el momento de realizar tratamientos.

La Asociación de Apicultores de la Región de Leiria se encuentra en la zona de Leiria que a su vez pertenece a la Región Centro de Portugal. Tiene cerca de 550 asociados que obtienen una producción media anual de cerca de 100 toneladas de diferentes tipos de miel, principalmente de eucalipto, romero y miel multifloral. Maneja una de las dieciocho Zonas Controladas (áreas donde la ausencia de la enfermedad no se ha demostrado, pero hay un control sistemático de enfermedades, realizado por la entidad de gestión reconocida por la autoridad sanitaria nacional (DGAV) en el continente (Associação de Apicultores da Região de Leiria, 2010)

En esta región la actividad apícola es predominantemente no profesional. Sin embargo, esta región es la mayor del país con respecto al número de apicultores (38% del total nacional). Las explotaciones apícolas tienen una dimensión media de 25,0 colmenas y cada apicultor tiene una media aproximada de 2 colmenares (Programa Apícola Nacional, 2010).

La información sobre la prevalencia y distribución de las enfermedades de las abejas adultas en esta región a lo largo del tiempo es escasa. Así, este trabajo tuvo como objetivo general caracterizar epidemiológicamente las enfermedades de las abejas adultas en el área de influencia de una de las Asociaciones de Apicultores pertenecientes al Centro de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Al Laboratorio de Patología Apícola (LPAESAB) fueron remitidas un total de 977 muestras de abejas adultas recogidas a lo largo de siete años (2008 y 2014) en colmenares ubicados en el área de influencia de esta Asociación. Estas muestras (cerca de 60 a 70 abejas adultas de cada colonia, vivas o muertas recientemente) fueron recolectadas según las normas descritas en el Programa Sanitario Apícola (2014) y conservadas en frío, sólo cuando no había ninguna posibilidad de procesamiento inmediato.

Las técnicas de diagnóstico, basadas fundamentalmente en el examen macroscópico y por microscopía óptica, fueron realizadas de acuerdo con los métodos habitualmente utilizados por el laboratorio de referencia a nivel nacional (Laboratorio Nacional de Investigación Veterinaria (LNIV), según las recomendaciones del Manual de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre Animales Terrestres. Las técnicas de diagnóstico empleadas variaron en función de las distintas enfermedades de las abejas adultas a diagnosticar. Los datos fueron analizados utilizando el software SAS (1995), mediante el test de Kruskal-Wallis y el nivel de significación fue calculado mediante el test Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 997 muestras fueron procesadas en el LPAESAB, excluyendo la presencia de ejemplares de *Aethina tumida* y *Tropilaelaps* sp. durante la inspección en el colmenar y durante el examen en laboratorio. De las muestras analizadas, el mayor porcentaje correspondió a muestras negativas. Los resultados del estudio permiten concluir que el perfil sanitario en los ocho distritos reveló la presencia de las siguientes enfermedades de las abejas adultas: Varroosis, Nosemosis, Miasis y Acarapidosis dispersas a lo largo de los siete años de estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje (%) de muestras positivas obtenidas por año en el período total de estudio

Años	N	Varroosis		Nosemosis		Miasis		Acarapidosis	
		(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n
2008	10	40,0a	4	30a	3	10	1	0a	0
2009	140	25,7a	36	41,4a	58	0,7	1	0a	0
2010	106	47,2b	50	55,7a	59	2,8ab	3	1,9a	2
2011	214	46,7a	100	44,4a	95	5,6a	12	0a	0
2012	253	52,6b	133	40,7a	103	1,2b	3	0a	0
2013	250	56,4b	141	10,8b	27	0,4	1	0a	0
2014	4	75,0b	3	0	0	0	0	0a	0

N, número total de muestras de abejas adultas analizadas. n, número de muestras positivas. a,b En la misma columna valores con diferentes anotaciones son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

El promedio de casos positivos detectados en el laboratorio reveló la presencia de estas enfermedades en todas las estaciones del año, excepto la acarapidosis, que solo fue diagnosticada en el verano. Sin embargo, hay que resaltar una prevalencia más alta ($P < 0,05$) de la Varroosis en verano (41,6%), otoño (50,4%) e invierno (55,9%). Paralelamente, las parasitosis causadas por moscas (Tabla 2) presentarán una prevalencia más alta ($P < 0,05$) también en el verano (10,4%).

Estos datos sugieren que el verano, otoño e invierno son estaciones más críticas para las colonias de abejas, porque los apicultores realizan, posiblemente, una gestión sanitaria menos adecuada de sus colmenares, haciendo la prevención de estas enfermedades de una forma menos planificada. Este fenómeno muestra un alto desconocimiento de parte del sector productivo en el diseño de estrategias de control sanitario o que las mismas no están funcionando. Podrán, sin embargo, contribuir otras causas a la explicación de estos resultados, como por ejemplo, el desconocimiento del apicultor en relación a la sintomatología de campo de las distintas enfermedades de las abejas adultas o de alguna en particular. Quizás esta situación de un manejo sanitario inadecuado también refleje la falta de profesionalidad del sector apícola en la región de estudio ya que la mayoría de los apicultores practica esta actividad como un complemento de su explotación agrícola o como una actividad de ocio. Los resultados obtenidos permitirán caracterizar la situación sanitaria apícola de los colmenares del área de estudio y desarrollar las acciones futuras a implementar en el marco del plan sanitario regional.

La varroosis sigue siendo la enfermedad de la cría de abejas que causa mayor preocupación regional y nacional. Los resultados detectados permiten inferir que la situación sanitaria del Centro de Portugal es grave considerando la prevalencia de las enfermedades parasitarias incluidas: Varroosis y Nosemosis. Así, la situación descrita hace imprescindible la implementación del plan sanitario apícola en la Región Centro de Portugal que permita controlar las enfermedades de las abejas adultas de mayor importancia económica y obtener información epidemiológica para evaluar la marcha de las acciones ejecutadas por las entidades responsables del sector apícola portugués.

Tabla 2. Porcentaje (%) de muestras positivas obtenidas por y entre las distintas estaciones del año en la región del Centro de Portugal

Estación del año	N	Varroosis		Nosemose		Miasis		Acarapidosis	
		(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n
Primavera	108	25,9a	28	37,0a	40	0,93a	1	0,0	0
Verano	77	41,6b	32	36,4a	28	10,4b	8	2,6	2
Otoño	240	50,4b	121	40,4a	97	0,42a	1	0,0	0
Invierno	512	55,9b	286	35,5a	182	0,02a	11	0,0	0

N, número total de muestras de abejas adultas analizadas. n, número de muestras positivas
a,b En la misma columna valores con diferentes anotaciones son significativamente diferentes (P<0,05).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação de Apicultores da Região de Leiria, (2010). <http://www.aarleiria.com/> Consultado em 05-02-2015.
- Programa Apícola Nacional Triénio de 2011-2013, (2010). Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Regional e das Pescas, Gabinete de Planeamento e Políticas, Lisboa, Portugal, 103p.
- Programa Sanitário Apícola (2014). Ministério da Agricultura e do Mar, Direção Geral de Alimentação e Veterinária, Lisboa, Portugal, 14p.
- SAS Institute Inc., (1995). Users Guide, Version 6, Third Edition, Cary, NC. 582p.

EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF HONEY BEE DISEASES IN DIFFERENT REGIONS AT CENTER OF PORTUGAL

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the prevalence of the adult honey bee's diseases at the Central Region of Portugal. Adult bees' samples were collected and analysed at the Laboratory of Honey Bee Pathology at Escola Superior Agraria de Bragança (LPAESAB). Samples were processed for epidemiological characterization of diseases of adult honey bees. In general, the prevalence of Varroa mites and Nosemosis increased over the years. Also, the results attained show that Varroatosis, Nosemosis and Myasis, occur along all the years and seasons. The diagnosis of Varroatosis and Nosemosis were higher (P<0,05) during Autumn than in the summer The Varroatosis and Nosemosis are both the major diseases of the adult honey bees presenting the higher concerns at regional and national level. Positive cases of Acarapidosis are indicative of a failure in acaricide treatment. We conclude that higher efforts are needed in order to define the strategies for the control of these diseases.

Keywords: Honey bee pathology, Nosemosis, Myasis, *Varroa destructor*

RESULTADOS PRELIMINARES DE RESPUESTA EN UN TEST DE CAMPO ABIERTO EN PECES A ALTA Y BAJA DENSIDAD

W.M. Rauw¹, García Cortes, L.A., Larrán, A.M., Fernández, J., Pinedo, J., Villarroel, M., Toro, M.A., Tomás, C., Gómez Raya, L.

¹Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Departamento de Mejora Genética Animal, Crta de la Coruña km 7.5, 28040 Madrid. rauw.wendy@inia.es

INTRODUCCIÓN

Existe interés en el bienestar de los peces de la misma manera que lo hay en los animales terrestres utilizados en agricultura. La reducción del estrés y sus efectos dañinos es un objetivo común entre todos los productores de especies de cultivo en acuicultura. Contrariamente a las especies terrestres, minimizar el estrés de estas especies se ha llevado a cabo mayormente sin considerar el bienestar animal y centrado solamente en mantener los animales vivos y creciendo (Conte, 2004). La consciencia del dolor, miedo y sufrimiento es un tema de controversia en peces. De todas maneras, la idea general es que si un pez sufre heridas o es expuesto a condiciones de estrés se considera que su bienestar se ve afectado. Contrariamente a especies ganaderas terrestres, no hay información científica sobre el bienestar animal de peces de cultivo en condiciones intensivas de producción (Chandroo et al., 2004). Las altas densidades de cultivo de peces podrían afectar al bienestar animal. En general, las respuestas al estrés en peces son similares a las de otros animales y se cree que las maneras de controlar el estrés de los mamíferos podrían ser similares en peces, con caracteres heredables de conducta reactiva y pro-activa en trucha arco-iris (Øverli et al., 2005). Los animales activos tienden activamente a manipular el ambiente, mientras que los animales pasivos tienden a la pasividad. Niveles de estrés sostenidos en el tiempo resultan en cambios significativos en los patrones de nado (Galhardo y Oliveira, 2009). El objetivo de este estudio es investigar las alteraciones de conducta en trucha arco-iris que ha estado sometida a alta o baja densidad en una respuesta a corto plazo en un test de campo abierto.

MATERIAL Y METODOS

Se describen resultados preliminares de un subgrupo de 80 peces de un experimento mas grande con 2000 truchas arco-iris (*Onchorynchus mykiss*) de peso inicial medio de 48 gr de una granja de truchas comercial. Los peces se colocaron al azar a alta o a baja densidad en dos salas diferentes; dentro de cada sala con 10 tanques. Se colocaron 495 peces en un tanque de alta densidad mientras que grupos de 99 truchas se colocaron en 5 tanques (densidad baja), dejando vacíos 4 tanques para su uso posterior. Las densidades iniciales fueron 37 kg/m³ y 6 kg/m³ a alta y baja densidad, respectivamente. Hacia el día 42 del experimento, la densidad se había incrementado a 44.6 y a 7.5 kg/m³ para los tanques de alta y baja densidad, respectivamente. En ese momento, los peces de los tanques de alta densidad se dividieron en 5 grupos y se redistribuyeron en 5 tanques. El ensayo terminó a los 78 días del inicio del experimento.

El agua utilizada procedía de un pozo con una temperatura constante de 14.6°C. Durante el experimento, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua fue en promedio de 8.4ppm con un pH promedio de 8.3. Los peces fueron alimentados con una dieta comercial dos veces al día y ad libitum. Se pesaron los peces y se midió su longitud individualmente en los días 0, 14, 42, 61 y 78 del experimento después de anestasiarlos con Tricaine Methane Sulphonate (MS222®). El factor de condición de Fulton se estimó como $K = 100(\text{peso}/\text{longitud}^3)$ (peso g y longitud en cm). Se seleccionó un grupo de 40 animales por tratamiento (8 animales por tanque) un día antes de que cada animal fuese pesado individualmente para llevar a cabo un test de campo abierto. En este estudio preliminar hemos investigado uno de esos grupos de 40 animales correspondientes a una de las salas y al día 60 (aprox. 3 semanas después de la relocalización de peces de alta a baja densidad). Los experimentos de campo abierto se realizaron con peces individuales en acuarios de 25L durante 5 minutos. Los movimientos se registraron por medio de cámaras. El tiempo de filmación fue dividido en tres periodos a partir del momento en que los peces entraban en el agua: P15-30 (15-30 segundos), P30-60 (entre 30 y 60 segundos) y P60-210 (entre 60 y 210 segundos). El programa Smart © version 3.0 (Panlab Harvard Apparatus ®) fue utilizado para estimar la distancia viajada y la velocidad media de cada individuo. El filtro anti-vibración se ajustó a ≤ 2 cm/s y el filtro de rechazo de artefactos se

ajustó a $\geq 80\text{cm/s}$. El programa corrige automáticamente estos artefactos utilizando interpolación lineal de la posición del individuo. El modelo estadístico para analizar los datos fue:

$$Y_{ij} = \mu + \text{TRATAMIENTO}_i + e_{ij}, \quad (1)$$

donde μ = media, TRATAMIENTO_i = efecto del tratamiento i (alta densidad, baja densidad; efectos fijos), y e_{ij} = término del error del animal j del tratamiento i , $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$. Los caracteres investigados con este modelo fueron distancia y velocidad sin descanso. El efecto del tanque fue incluido inicialmente en el análisis pero no fue significativo para ningún carácter y se excluyó de todos los análisis. Los resultados del test de campo abierto se correlacionaron con peso corporal y longitud después de ajustar por el efecto del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra dos peces muy diferentes con respecto a su conducta de movimientos durante P60-210. Se comprobó la capacidad del programa para detectar y registrar los movimientos de cada individuo del experimento y no se detectó ninguna irregularidad.



Figura 1. Dos ejemplos de la conducta de movimiento en peces en activo (izquierda) y en pasivo (derecha).

La Tabla 1 presenta las medias por mínimos cuadrados y error estándar del factor de condición de Fulton, y la distancia recorrida en P15-30, P30-60, P60-210 para cada tratamiento. Los animales procedentes del tratamiento de alta densidad tuvieron un factor de condición de Fulton menor. Los animales que procedían de tanques de alta densidad tendieron a ser más lentos que los de procedentes de baja densidad entre 15 y 30 segundos y fueron significativamente más lentos entre 30 y 60 segundos. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos entre 60 y 210 segundos.

La Tabla 2 presenta las correlaciones entre el factor de condición de Fulton y velocidad en P15-30, P30-60, P60-210, ajustados por el efecto de tratamiento. El factor de Fulton no está asociado a la velocidad. Los animales que fueron más rápidos en P15-30 fueron también más rápidos en P30-60, y los animales que fueron más rápidos en P30-60 fueron también más rápidos en P60-210.

Tabla 1. Media por mínimos cuadrados (error estándar) del factor de condición corporal de Fulton, y la velocidad en P15-30, P30-60, P60-210, para cada tratamiento.

Carácter	Alta densidad	Baja densidad	Significación
K	1.12 (0.01)	1.18 (0.02)	*
Velocidad P15-30 (cm/s)	10.0 (1.0)	12.9 (1.4)	†
Velocidad P30-60 (cm/s)	5.2 (0.7)	8.4 (1.0)	*
Velocidad P60-210 (cm/s)	2.6 (0.4)	2.7 (0.4)	NS

NS: No significativa, $P \geq 0.01$; †: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$; K = factor de condición corporal de Fulton.

Tabla 2. Correlaciones fenotípicas entre el factor de condición corporal de Fulton, y velocidad en P15-30, P30-60, P60-210, ajustadas por el efecto de tratamiento.

Carácter	Velocidad P15-30	Velocidad P30-60	Velocidad P60-210
K	0.14	0.16	0.03
Velocidad P15-30	.	0.55***	0.11
Velocidad P30-60		.	0.44***

***: $P < 0.01$; K = Factor de condición de Fulton

Los resultados preliminares de este estudio sugieren que una densidad alta durante 10 semanas (incluyendo el periodo de adaptación) ha cambiado significativamente la conducta a corto plazo de la trucha arco-iris como respuesta a una prueba de campo abierto incluso 3 semanas después su redistribución en tanques de baja densidad. Estos animales mostraron una respuesta menos activa que los animales mantenidos a densidad baja durante todo el experimento. En el futuro investigaremos si los resultados son consistentes con todas las medidas realizadas en el tiempo y si la conducta registrada en las pruebas de campo abierto son extrapolables a otras situaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

▪ Chandroo et al., 2004. Appl. Anim. Behav. Sci. 86, 225-250. ▪ Conte, 2004. Appl. Anim. Behav. Sci. 86, 205-223. ▪ Galhardo and Oliveira, 2009. ARBS Annu. Rev. Biomed. Sci. 11, 1-20. ▪ Øverli et al., 2005. Integr. Comp. Biol. 45, 463-474.

Agradecimientos: Este trabajo se ha financiado a través del proyecto AGL2012-39137 "Group competition, feed efficiency and welfare in traditional and genomic selection programs in aquaculture" del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

PRELIMINARY RESULTS ON OPEN-FIELD RESPONSE IN FISH SUBJECTED TO HIGH AND LOW STOCKING DENSITY

ABSTRACT: The study investigated behavioral alterations in rainbow trout kept at high (HD) and at low (LD) stocking densities in a short-term response to a novel open-field environment. HD fish had been reallocated to low stocking densities approximately three weeks earlier. LD fish swam faster than HD fish indicating that stocking density had significantly changed the behavioral response to a novel environment.

Keywords: fish, rainbow trout, stocking density, welfare

EFFECTOS DEL USO DE LONAS TÉRMICAS DE POLIPROPILENO EN NAVES DE DESTETE DURANTE EL INVIERNO

Dolz¹, N., Álvarez-Rodríguez¹, J., Babot¹, D., Forcada², F.

¹Dpto. Producción Animal. Universidad de Lleida. Avda. Rovira Roure 192, 25198 Lleida.

²Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza. noedolz@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los lechones recién destetados (3-4 semanas de vida) son muy exigentes en condiciones ambientales debido a su elevada actividad física unida a una reducida ingesta energética consecuencia del cambio de alimentación, lo que puede provocar pérdidas de peso y de condición corporal (Whittemore et al., 1978). Por tanto, se recomienda una temperatura crítica inferior de 25-27°C durante la primera semana tras el destete al objeto de prevenir pérdidas de calor (Le Dividich y Herpin, 1994). Tales temperaturas requieren que los alojamientos de destete estén equipados con un sistema de calefacción a la par que de unos elevados niveles de aislamiento en sus superficies limitantes para evitar pérdidas excesivas de calor. Se trata de evitar variaciones bruscas de temperatura y la incidencia de corrientes de aire sobre los lechones, consiguiendo además un ahorro energético.

En los cebaderos modernos se están utilizando mantas térmicas de polipropileno durante el invierno al objeto de reducir el volumen del alojamiento y de evitar corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura durante el primer mes del periodo de cebo (Forcada et al., 2014). Dichas cubiertas son muy usadas en invernaderos (Patton et al., 2010), pero no existen referencias de su uso en instalaciones de destete. Por tanto, el objetivo del presente estudio ha sido verificar si el uso de mantas plásticas de polipropileno en un alojamiento de destete durante el invierno puede mejorar las condiciones ambientales y favorecer un ahorro energético en calefacción. Para ello, se han diseñado dos experimentos en base al uso de ventilación natural (Ensayo 1, 2013) o de ventilación forzada (Ensayo 2, 2014).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio tuvo lugar en el Centro de Estudios Porcinos de Torrelameu (Lleida). Se trata de una instalación con una cubierta de fibrocemento asociada a 3 cm de espuma de poliuretano, un cerramiento a base de bloque hueco de hormigón de 20 cm de grosor y una solera de emparrillado plástico. Había 2 módulos con 8 corrales (107 x 127 cm) por módulo, con un comedero multiboca y un bebedero por corral.

En uno de los compartimentos se instaló una lona de polipropileno (15 g/m²; Pigs Warm®; PGI, Charlotte, USA) a una altura de 2,14-2,25 m (Grupo L), mientras que el otro compartimento hacía de Grupo C, sin lona. La calefacción era aportada por un aerotermo por módulo de 3,3 kw (Sial RP 33M). Cada módulo estaba provisto de una chimenea de 41,5 cm de diámetro. El Ensayo 1(2013) se realizó únicamente con ventilación natural, mientras que en el Ensayo 2 se utilizó ventilación forzada (máximo 250 m³/h por compartimento) ajustada semanalmente para mantener una humedad relativa menor del 60%.

Todos los lechones fueron machos enteros Large White x Landrace. En el Ensayo 1, iniciado el 19 de febrero de 2013, se utilizaron 80 animales (40 por tratamiento) con un peso inicial de 8,5±0,2 (C) y 8,6±0,2 (L) kg, distribuidos en grupos de 5 lechones por corral con una superficie disponible de 0,27 m²/lechón. En el Ensayo 2, iniciado el 10 de enero de 2014, se utilizaron 64 animales (32 por tratamiento) con un peso inicial de 7,3±0,2 (C) y 7,4±0,2 (L) kg y distribuidos en grupos de 4 lechones por corral con una superficie disponible de 0,34 m²/lechón. Ambos ensayos se desarrollaron durante 6 semanas. Los animales recibieron un pienso pre-starter durante las 2 primeras semanas y otro estárter en las 4 últimas.

Semanalmente se registró de manera individual el peso vivo de los lechones, mientras que el consumo de pienso se evaluó semanalmente en base a la cantidad de alimento ofertado y rehusado en cada corral. La temperatura y humedad relativa ambientales se registraron de forma continua cada 30 minutos con un data logger Testo 174H con una resolución de 0,1°C y 0,1% de humedad. En los grupos L ambas variables fueron determinadas tanto bajo como sobre (ático) las lonas. Por su parte, el consumo de energía fue evaluado diariamente mediante contadores conectados a los aeroterms de cada módulo. En el Ensayo 2 (2014) se calculó la tasa de ventilación a las 09:00 de cada día a partir de la sección del ventilador

y de la velocidad de salida del aire a su través medida con un anemómetro digital Testo 425 con una resolución de 0,01 m/s. En el mismo momento se registraron los niveles de NH₃ en aire mediante un medidor portátil iBrid™ MX6.

Al objeto de determinar los efectos de la lona térmica sobre la temperatura ambiente, se midió la transmitancia de la radiación infrarroja a través de ella en el espectro del infrarrojo medio (2500-21000 nm), que es el habitual en los alojamientos ganaderos. Para ello, se utilizó un espectrómetro Jasco FT/IR-6300. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (GLM) a través del paquete SAS versión 9.2., con el uso o no de mantas térmicas y el período postdestete (semanas 1-2, 3-4 y 5-6 de ensayo) como factores fijos. Los datos de temperatura y humedad relativa recogidos en continuo fueron procesados para obtener medias diarias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis global, la presencia de lonas aumentó de manera significativa tanto la temperatura como la humedad relativa ambientales. En relación a la temperatura, las mayores diferencias se produjeron en las dos primeras semanas, cuando los compartimentos con lonas tuvieron una temperatura superior en 2°C a los desprovistos de ellas (Tabla 1). Dada la elevada demanda de calor de los lechones en este momento, las lonas parecen ser adecuadas para cubrir adecuadamente tal exigencia. Asimismo, llama la atención las elevadas temperaturas obtenidas bajo las lonas en relación a las registradas sobre las mismas (Tabla 1). Este hecho se explica por los resultados del test de transmitancia, que mostró que únicamente en torno al 12-26% (en función de la longitud de onda) del calor emitido en forma de radiación infrarroja en el entorno de los animales hacia la cubierta se transmite a través de las lonas, que por tanto evitan que el calor se pierda. Estos resultados de transmitancia son muy similares a los obtenidos previamente en estructuras de polipropileno (Fina et al., 2013).

Por lo que a la humedad relativa se refiere, la Tabla 1 muestra que en el Ensayo 1 (2013) fue significativamente superior en el módulo con lona que en el desprovisto de ella, sobre todo en el segundo y tercer período bisemanales, conforme se incrementa la producción de humedad por parte de los lechones (CIGR, 2002) y la ventilación natural puede resultar insuficiente para controlarla. Destaca el hecho de que la humedad relativa es muy superior en la zona sobre las lonas, llegando a alcanzar el 90%, lo que refleja la permeabilidad de éstas a la misma, conjuntamente con una menor temperatura del aire. Las diferencias en humedad entre los grupos L y C se reducen en el Ensayo 2 (2014), en el que se utilizó ventilación forzada regulada en base precisamente a la humedad ambiente.

Los niveles de NH₃ únicamente pudieron ser medidos en el Ensayo 2, y se mostraron superiores en el Grupo L en las semanas 3-4, llegando a alcanzar valores de 20 ppm en ambos grupos al final del ensayo (Tabla 1), cuando las zonas sucias en el corral van siendo relevantes y existe un contacto frecuente de heces y orina. Estos elevados niveles de NH₃ muestran que probablemente la tasa de ventilación fue insuficiente para controlarlos.

Los crecimientos no fueron diferentes entre los corrales provistos y desprovistos de lonas, pero sí fueron aumentando significativamente a lo largo del experimento, desde los 224 (C) y 246 (L) g/d en las semanas 1-2 hasta los 473 (C) y 512 g/d en las semanas 5-6 (medias de los datos de ambos ensayos). Lo mismo sucedió con los índices de conversión, que aumentaron desde los 1,55 (C) y 1,41 (L) g/g hasta los 1,80 (C) y 1,75 (L) g/g respectivamente. Estos datos muestran que la presencia de lonas no modificó los parámetros productivos de los lechones de manera significativa.

Finalmente, los resultados de consumo energético muestran que el uso de lonas se asoció con un ahorro significativo de energía para calefacción en los dos primeros períodos bisemanales de ambos ensayos (Tabla 1), cuando las exigencias de calor de los lechones son más elevadas. En particular, en las semanas 3-4 el consumo de energía fue el triple en los corrales C respecto a los corrales equipados con las lonas (L).

En conclusión, los resultados del presente estudio muestran que las lonas de polipropileno pueden ser un modo interesante de proporcionar condiciones ambientales óptimas a lechones recién destetados en invierno. Su reducida transmitancia evita que la emisión infrarroja por parte de los lechones y de la calefacción se desplace hacia las zonas altas del alojamiento, lo que paralelamente asegura un notable ahorro energético, sobre todo cuando la temperatura exterior se reduce.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• CIGR 2002. 4th Report of Working Group of Climatization of Animal Houses • Fina, A. et al. 2013. Polym Degrad Stab. 98, 1030-1035 • Forcada, F. et al. 2014. ITEA 110, 236-250 • Le Dividich, J. y Herpin, P. 1994. Livest. Prod. Sci. 38, 79-90 • Patton et al. 2010. Hort. Tech. 20, 153-159 • Whittemore et al., 1978. J. Agric. Sci. 91, 681-692

Agradecimientos: Los autores agradecen al personal técnico del Centre d'Estudis Porcins (CEP Diputació de Lleida, Spain) su asistencia técnica en el desarrollo del estudio.

Tabla 1. Efectos de las lonas sobre los parámetros ambientales y consumo energético

	Semanas 1-2		Semanas 3-4		Semanas 5-6	
	C	L	C	L	C	L
2013						
<i>Bajo lonas</i>						
Temperatura (°C)	25,8a	27,7a	27,3a	27,6a	26,1a	27,4b
Humedad relativa (%)	44,4a	47,8a	55,5a	68,8b	71,4a	77,9b
Energía (kwh/día/lechón)	-	-	0,68a	0,23b	0,11a	0,07a
<i>Sobre lonas</i>						
Temperatura (°C)	25,8a	26,0a	27,3a	25,0b	26,1a	24,5b
Humedad relativa (%)	44,4a	64,2b	55,5a	88,0b	71,4a	90,0b
2014						
<i>Bajo lonas</i>						
Temperatura (°C)	24,8a	27,1b	24,4a	24,3a	24,5a	24,7a
Humedad relativa (%)	46,6a	43,8b	58,4a	61,0b	60,6a	60,1a
Ventilación (m ³ /h/lechón)	3,34a	3,19a	3,73a	3,54b	4,56a	4,53a
Energía (kwh/día/lechón)	0,99a	0,77b	0,41a	0,13b	0,18a	0,05b
NH ₃ (ppm)	6,07a	7,07b	9,86a	13,86b	19,43a	20,64a
<i>Sobre lonas</i>						
Temperatura (°C)	24,5a	20,8b	24,7a	20,5b	24,5a	20,2b
Humedad relativa (%)	43,9a	47,9b	55,4a	56,7a	59,8a	51,6b

a,b Letras diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos.

IMPROVING THE ENVIRONMENT FOR WEANED PIGLETS USING POLYPROPYLENE FABRICS IN COLD PERIODS

This study aimed at evaluating the use of polypropylene fabrics in weaned pig facilities during the winter period to improve environmental conditions and energy saving for heating. Two experiments were conducted to validate the effects of fabrics (F) compared to control (C) in three 2-week periods using natural ventilation (assay 1, 2013) and forced ventilation (assay 2, 2014). Air temperature and relative humidity were greater in F than in C compartments in both years. Natural ventilation involved relative humidity levels above 70% at the end of the post-weaning period (9-10 weeks of age) in both groups (F and C), whereas forced ventilation allowed controlling relative humidity levels <60%. About 12-26% of the radiant heat was transmitted through the fabrics cover, depending on the wavelength. There were no differences between compartments in growth performance of piglets in both years. The use of polypropylene fabrics was associated with a significant electric energy saving during the first and second 2-week periods (5 to 8 weeks of age) in both years. In conclusion, polypropylene fabrics were able to provide optimal environmental conditions for weaned piglets in winter, avoiding heat losses through the roof and therefore saving heating energy, in particular when outside air temperature is low.

Keywords: piglet, temperature, relative humidity, energy use

CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO DE CABRITOS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA COMPARANDO UN SISTEMA DE MEDIA LECHE Y UNO DE LACTACIÓN ARTIFICIAL

Vázquez-Briz, S.¹, Pérez-Baena, I.², Gómez, E.A.¹, Rodríguez, M.², Peris, C.², y Fernández, N.^{2*}

¹CITA-IVIA. Centro de Investigación y Tecnología Animal.
Apdo. 187. 12400 Segorbe (Castellón)

²Institut de Ciència i Tecnologia Animal, Universitat Politècnica de València.
Camí de Vera, s/n. 46022 (Valencia) *nfernandez@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones caprinas lecheras están pasando por un periodo de alta rentabilidad económica debido a los altos precios de cotización de la leche (0,90 €/L, FEAGAS, 2015). El ingreso debido a la venta de leche supone el 80% del total de ingresos. Sin embargo, no hay que olvidar tiempos pasados, y no se debe menospreciar el producto secundario (la venta de cabritos lechales), que puede suponer el 13% de los ingresos (Sánchez, 2014).

La principal raza caprina de aptitud lechera en España es la Murciano-Granadina (MG; Serradilla y Fálagan, 2000). En España, la edad y peso de los cabritos MG al sacrificio son bajos (30 días de media y 7-10kg; MAGRAMA; ITAP, 2015), así como el peso de la canal obtenida (5kg de media, INE, 2012), debido a su bajo rendimiento de matadero (50-55%, ACRIMUR, 2015). Además las canales de cabrito MG tienen un elevado porcentaje en hueso y escasa grasa subcutánea e intermuscular (Bas *et al.*, 1982; Muller *et al.*, 1985). El precio actual del cabrito lechal en peso vivo (PV) es realmente bajo (4,2-5,7 €/kg PV, Oviespaña, 2015) si lo comparamos con sus costes de producción. Algunos programas de mejora en pequeños ruminantes incluyen los caracteres de crecimiento (Legarra *et al.*, 2007; Fuerst-Waltl y Baumung, 2009), pero la respuesta a la selección es muy lenta y los ganaderos demandan procedimientos que consigan un aumento de beneficio de manera rápida y eficaz. Según Muñoz *et al.*, (1984), el crecimiento se ve afectado por las condiciones de alimentación, en concreto el sistema de lactación en el caso de la producción de cabritos lechales. Existen tres sistemas: natural, artificial y media leche, siendo estos dos últimos los empleados en las explotaciones orientadas a la producción de leche (Castel *et al.*, 2003) al considerarse los de mayor rendimiento económico en la venta de carne de cabrito contabilizando la producción de leche ordeñada y vendida (Moreno-García, 1986; McKusick *et al.*, 2001).

El objetivo de este estudio fue analizar las diferencias de crecimiento en cabritos machos de la raza MG desde el nacimiento al destete, criados en dos sistemas distintos de lactación, lactación artificial (LA) y media leche (ML). Todo ello con la finalidad última de indicar al ganadero el sistema más adecuado que permita optimizar la producción y mejora de los beneficios de su explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se ha llevado a cabo en la granja experimental de l'Institut de Ciència i Tecnologia Animal (ICTA) de l'Universitat Politècnica de València. Se emplearon 60 cabras múltiparas (tercera lactación) de la raza MG (45±2 kg PV). Se sincronizaron los celos mediante la aplicación de esponjas intravaginales (30 mg de acetato de fluorogestona y 450 UI PMSG; Chrono-gest CEVA Salud Animal, Intervet, Salamanca) y todos los partos se produjeron en un periodo de 14 días (entre septiembre y octubre de 2014). Tras los mismos, 14 cabras se asignaron al azar a un sistema de ML con un cabrito elegido aleatoriamente entre su descendencia (14 machos). Otras 19 cabras aportaron sus descendientes para incluirlos en un sistema de LA en grupo, separados de sus madres al nacimiento (23 machos).

Todas las hembras se ordeñaban una vez al día (8:00h) en una sala tipo Casse con línea alta (2 plataformas, 12 cabras por plataforma y 6 unidades de ordeño), y los parámetros de ordeño fueron 40 kPa de vacío, una velocidad de pulsación de 90 ppm y una relación de pulsación del 60%. Se registraron los pesos al nacimiento y semanalmente en ambos grupos, hasta alcanzar el día 35 (5 semanas). Se utilizó un dinamómetro digital (KERN HDB, KERN, Alemania) con una sensibilidad de 10 g. Tras el nacimiento, a los cabritos se les

suministró Vitamina AD₃E (1 ml * animal⁻¹; Biosvita AD₃E, Laboratorio Ovejero) y Selenio (1 ml * animal⁻¹; Hipravit-SE, Laboratorios Hipra). Durante las primeras 24 horas los cabritos de LA se encalostraron de manera forzada mediante una sonda gástrica, con 2 volúmenes de calostro extraído a su madre (10% del PN*volumen⁻¹). A continuación, pasaron por un periodo de adiestramiento al sistema de LA entre 1 y 4 días. Se utilizó una nodriza LAC-TEK (Yerbero, Huesca) con una tolva para el lactorreemplazante de gama intermedia (Proteína bruta 23 %, Grasa bruta 23 %, Cenizas 7,5%, Calcio 1%, Fosforo 0,7%, Sodio 0,4%; Nanta Milk Creme, Nanta España S.A.), a una concentración de 180 g/l. Los cabritos de media leche fueron alimentados ad libitum por sus madres hasta los 35 días. Únicamente se separaban de éstas durante el ordeño diario.

Para analizar el peso y la velocidad de crecimiento de los cabritos se realizó un análisis estadístico usando el procedimiento GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC). El modelo incluyó como efecto fijo el sistema de cría y como covariable el peso al nacimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se muestra la evolución del peso semanal y la ganancia media diaria (GMD) desde el nacimiento (PN) de los cabritos MG en ML y LA. El PN medio de los cabritos fue de 2,4±0,35 kg, sin diferencias entre los dos tratamientos. Este peso es similar al de otros estudios con cabritos MG como el de Fuentes *et al.*, (1988) en machos (2,8±0,15); y de 2,4±0,14 y 2,7±0,30 en machos y hembras (Pérez-Baena *et al.*, 2013; Sanz, 2005).

Tabla 1. Evolución semanal (media±ES) del peso (kg) y la ganancia media diaria (g/d) de cabritos Murciano granadinos

	Edad					
	PN ¹	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días
Peso (Kg)						
LA	2,45±0,071	3,17±0,079b	4,5±0,16b	5,7±0,20	6,7±0,24	8,0±0,27
ML	2,41±0,088	3,52±0,097a	5,1±0,20a	6,2±0,25	7,2±0,29	8,4±0,35
GMD² (g/d)						
LA	-	105±11b	192±16	169±12	150±14	153±14
ML	-	155±13a	222±20	156±15	147±17	180±18

¹PN, Peso al nacimiento; ² GMD: Ganancia media diaria.

Letras distintas en una misma columna y carácter indican diferencias significativas (P<0,05)

No hubo diferencias en los valores medios de la GMD desde el nacimiento hasta 35 días, que fueron de 171 g/d (±10,16) en el sistema de media leche y de 159 g/d (±7,91) en el sistema de lactancia artificial. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Pérez-Baena *et al.*, (2013) en LA (128±3,9 g/d) en las mismas instalaciones pero criados en un sistema de LA diferente (en cubos frente a tetina), distinto alojamiento (grupos de 3) y una mayor calidad del lactorreemplazante. Esta diferencia puede ser debida a la no inclusión de hembras en este experimento. El crecimiento de los machos fue mayor al obtenido por Fuentes *et al.*, (1988) en ML (de 124,7 g/d entre 33 y 44 días de edad). En otros estudios, se encontraron diferencias entre ambos sistemas de cría (168,8 g/d en ML vs 117,9 g/d LA) pesados hasta 30 días (Sanz *et al.*, 2005). Los resultados en distintas razas como la Florida son contradictorios, mayores según Peña *et al.*, (2009) (180±7,6 g/d ML vs 171±6,4 g/d LA) pero menores (116±0,4 g/d ML vs 136±4,5 g/d LA) según Delgado-Pertíñez *et al.*, (2009a). En la raza Payoya, en un sistema semi intensivo (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2009b) en la misma temporada, se encontraron también valores más bajos (136±4 g/d ML vs 135±4 g/d LA). Esto puede ser debido al menor tiempo (28 días en lugar de 35) y las variaciones entre razas. En otras especies como la oveja frisona del este cruzada, los valores son claramente superiores (LA 350,9 g/d vs ML 321,8 g/d, McKusick *et al.*, 2001). En ningún estudio de los mencionados anteriormente aparecieron diferencias significativas entre velocidades de crecimiento medias entre los dos sistemas.

De acuerdo a estos resultados, el sistema de lactación no afectó significativamente al crecimiento de cabritos de la raza Murciano Granadina durante la cría. Habría que realizar

nuevos trabajos, con un número mayor de individuos y en condiciones de campo, incluyendo al mismo tiempo un estudio económico comparando ambos sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRIMUR. 2015. (Acceso febrero 2015 <http://acrimur.es>)
- Bas, P., Hervieu, J., Morand-Fehr, P., Sauvant, D. 1982. *Nutr.Syst.d'aliment. de la chèvre* 1: 90-100.
- Castel, J. M., Mena, Y., Delgado-Pertíñez, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J. 2003. *Small Rumin. Res.* 47:133-143.
- Delgado-Pertíñez, M., Guzmán-Guerrero, J.L., Mena, Y., Castel, J.M, González-Redondo, P., Caravaca, F.P. 2009a. *Small Ruminant Research* 81 105-111
- Delgado-Pertíñez, M., Guzmán-Guerrero, J.L., Caravaca, F.P, Castel, J.M, Ruiz, F.A., González-Redondo, P., Alcalde, M.J. 2009b. *Small Ruminant Research* 84 108-115
- FEAGAS. 2015. (acceso 4 de Febrero de 2015. <http://feagas.com/index>)
- Fuentes, F. Gonzalo, C., Herrera, M., Escobar, S., Quiles, A. 1988. *Archivos de zootecnia*, 37(138):155
- Fuerst Fuerst-Waltl, B., Baumung, R. 2009. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:341-357
- INE. Instituto nacional de estadística. 2012 (acceso enero 2015 www.ine.es)
- ITAP. Instituto técnico agronómico provincial (acceso febrero 2015, www.itap.es)
- Legarra, A., Ramón, M., Ugarte, E, Pérez-Guzmán, M.D. 2007. *Animal* 1:193–203.
- MAGRAMA. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente (acceso enero 2015, www.magrama.es)
- McKusick, B. C, Thomas, D.L, Berger, Y.M. 2001. *J. Dairy Sci.* 84:1660-1668
- Moreno-García, R. 1986. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Hojas divulgadoras. N°3/86HD. Dirección general de investigación y capacitaciones agrarias. Madrid. 1986
- Muñoz, F, San Sampelayo, M.R, Lara, L., Guerrero, J.E., Extremera, G., Boza, J. 1984. *Actas SEOC.*
- Oviespaña. 2015 (acceso enero 2015 <http://www.oviespana.com/carne/mercados-y-lonjas>)
- Peña, F., Doménech, V., Acero, R., Perea, J., García, A. 2009. *FVC-LUZ/ Vol. XIX, n°6*, 619-629
- Pérez-Baena, I, Dorantes, J.A, Sánchez-Quinche, A., Gutiérrez, A., Fernández, N., Rodríguez, M., Gómez, E.A, Peris, C. et al. 2013. *Tierras Caprino.* N°6 64-68.
- Sánchez, M. 2014. *SIAC. Jornada gestión práctica y económica de explotaciones caprinas y ovinas.*
- Sanz, B. 2005. *XXX Jornadas científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.* P. 236-238.
- Serradilla, J.M., Falagán, A. 2000. *Actas 7th IGA* pp.1049.

Agradecimientos:

Se agradece al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) por la concesión de la beca de formación y especialización n° 30/2014.

GROWTH TRAITS OF MURCIANO-GRANADINA KIDS COMPARING MIX AND ARTIFICIAL REARING SYSTEMS

ABSTRACT: This study evaluated the growth of Murciano-Granadina kids under two different rearing systems. 37 male kids were distributed randomly in two groups. 14 male kids were naturally reared with their mothers, suckling goat milk until weaning at 35 days of age (mix system). In the other group 23 male kids were artificially reared on milk replacer until 35 days of age (artificial system). The animals were weighed once weekly. Birth weight was similar in both treatments. The growth performance of kids was acceptable achieving average daily gain (ADG) values ranging between 159 g/d (artificial system) and 171 g/d (mix system), with no differences between rearing systems. In this study, as in others, the rearing system doesn't affect the growth performance. It could be interesting do a complete study about the profit comparing both systems.

Keywords: kids, artificial rearing, suckling, growth

DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE EXPLOTACIONES LECHERAS PARA VALORAR EL EFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS SOBRE EL RENDIMIENTO TÉCNICO Y ECONÓMICO

Calsamiglia¹, S., Castillejos¹, L., Astiz², S., Baucells³, Q.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona;

²Departamento de Reproducción Animal, (INIA), Madrid

³Centre Veterinari Tona, Tona (Barcelona)

INTRODUCCION

El sector bovino lechero se enfrenta a una encruzijada compleja derivada del contexto de precios, la abolición del sistema de cuotas lecheras y la dificultad para mantener la competitividad (Baucells, 2011). La sostenibilidad económica requiere tomar decisiones estratégicas que son difíciles de evaluar *a priori*, ya que dependen de numerosos factores técnicos y económicos que interaccionan entre sí. La consecuencia de esta dificultad es la tendencia a valoraciones subjetivas sobre los resultados de diferentes opciones técnicas (crecimiento acelerado de terneras, programas de sincronización, vacunaciones, alimentación en lotes,...) o estrategias productivas (intensificación, proyectos de expansión,...). Sin embargo, este debate refleja en buena medida nuestra incapacidad de integrar todos los efectos técnicos y económicos derivados de las decisiones para obtener una valoración objetiva.

OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es desarrollar un modelo de simulación probabilístico para predecir el funcionamiento de una explotación lechera y evaluar el impacto de la modificación de los factores determinantes en su rentabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La modelización matemática es compleja y requiere del uso de ecuaciones de predicción empíricas difíciles de obtener. Una aproximación alternativa a la modelización es la simulación basada en la aplicación de los principios biológicos para describir la evolución de cada individuo en función de sus propios parámetros y las variables del contexto que pueden ser modificadas por el usuario. Estos modelos son más fáciles de entender y desarrollar, pero requieren de mayor capacidad de cálculo. El modelo propuesto considera a cada uno de los animales de una explotación, describiendo su ciclo biológico (curva de lactación, crecimiento, gestación, ciclo reproductivo...), condiciones de alimentación, patologías (incidencia, duración, efectos a corto y medio plazo, interacciones entre enfermedades,...), efectos medioambientales (estrés por calor), de manejo (lotes, frecuencia de distribución de alimentos,...), de planificación reproductiva (sincronización de celos, sistemas de detección de celos,...), etc. El modelo está diseñado para cargar los datos propios de una explotación (datos de vacas individuales e índices técnicos y económicos) y simular cambios en las condiciones con el objetivo de valorar la mejor estrategia para optimizar su competitividad y valorar el riesgo y la incertidumbre mediante análisis de sensibilidad. El modelo se ha concebido para mantener un equilibrio entre la rigurosidad de la simulación biológica y el desarrollo de una aplicación informática fácil, y accesible vía web.

A modo de ejemplo, se seleccionó una explotación con 810 vacas adultas y 490 terneras de reposición, 30,5 l/vaca presente (10.800 l/vaca/año), 205 DEL, y 15% tasa de preñez. Los índices técnicos, la incidencia de patologías y sus efectos, y los índices económicos se han programado en base a medias nacionales y bibliográficas. Se simularon tres escenarios de mejora productiva: 1) CONTROL: mantenimiento del funcionamiento habitual; 2) ELIMINACIÓN: Incrementando 5 unidades de porcentaje en la tasa de reposición (del 31 al 36%); y 3) GENÉTICA: Utilización de semen de alto valor genético (uso de dosis de 10 ó 20 €), considerando que la dosis de mayor precio resultaba en un 2% de mejora del potencial genético de las hijas respecto a las madres. Se simularon 10 años en condiciones de estabilidad de los índices técnicos y económicos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En ELIMINACIÓN, el beneficio económico mejoró durante los primeros 5 años, estabilizándose posteriormente, lo que sugiere que la estrategia de eliminación alcanzó su punto de equilibrio y deberían volverse a modificar los criterios de eliminación (incrementar el umbral de litros para la eliminación) a partir de ese momento. A los 5 años de simulación, ELIMINACIÓN incrementó los beneficios en un 78% respecto al control, aunque la estabilización de las mejoras redujo este margen al 4% al final de los 10 años de simulación. El uso de semen de mayor valor genético resultó en una pérdida de ingresos durante los primeros 4 años, debido al mayor coste de las dosis y al tiempo necesario para la expresión del potencial genético de la descendencia. A los 5 años, los ingresos netos fueron 0, y mejoraron de forma progresiva posteriormente. Al final del periodo de 10 años de simulación, GENÉTICA resultó en unos ingresos un 8% inferiores al control y un 12% inferiores a ELIMINACIÓN. Sin embargo, los beneficios del último año simulado eran un 13% mayor en GENÉTICA respecto al CONTROL, pero esta estrategia de mejora no alcanzó el equilibrio económico global hasta los 13 años.

En resumen, aunque las estrategias de mejora genética no deben olvidarse en la planificación futura de una explotación, el retorno económico es a largo plazo, mientras que las estrategias de mayor presión de selección a partir de un incremento en la tasa de eliminación de animales por producción resulta en retornos económicos a corto y medio plazo. Las estrategias de presión de eliminación deben revisarse regularmente para mantener el nivel de retorno económico.

BIBLIOGRAFIA

Baucells, J. 2011 "De la cesárea a la cuenta de explotación: realidades y falacias del veterinario buiatra". XVI Congreso de ANEMBE, Ávila.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2012-39888-C01)

DEVELOPMENT OF A DAIRY FARM SIMULATOR PROGRAM TO EVALUATE THE EFFECTS OF DIFFERENT PRODUCTIVE STRATEGIES ON THE TECHNICAL AND ECONOMICAL PERFORMANCE

ABSTRACT: A stochastic model was developed to simulate a dairy farm to evaluate the consequences of technical or economic changes in farm performance. Data individual cows and indexes of production, reproduction, diseases incidence, costs, finances, management and environment are introduced. Farm performance is modeled over a 10 year period and technical and economic performance is provided in the output. An 810 dairy cow farm (10.800 L/cow) was used as a model. Three scenarios were tested: 1) CON = No change in the current conditions; 2) CULL = Increase culling rate 5 percentage units (31 vs 36%); and 3) SEMEN = Change from the use of low cost semen vs high cost semen (10 vs 20 Euros) assuming that the use of the more expensive semen results in an increased genetic potential of 2% in the daughters. Simulation were conducted under stable conditions. After 5 and 10 years simulation, CULL increased benefits by 78 and 8% versus CON. After 10 years. SEMEN resulted in 8 and 12% lower benefit compared with CON and CULL, respectively. Although genetic improvement cannot be ignored in dairy farms, the benefits are long term. In contrast, CULL resulted in short and medium term benefits.

Keywords: mathematical model, dairy farm, culling, genetics

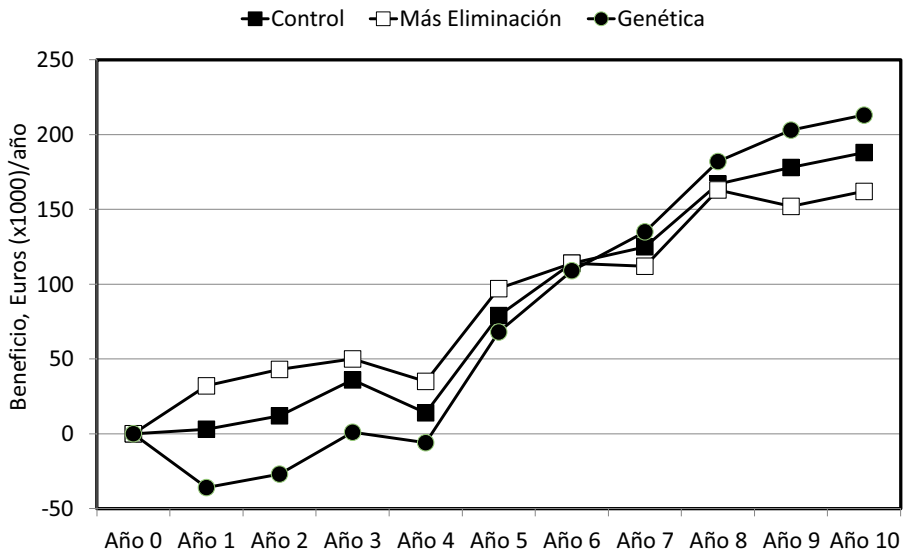


Figura 1. Evolución de los beneficios anuales de las cuatro estrategias simuladas a lo largo de los 10 años (Control; Más eliminación= incremento de la tasa de reposición del 31 al 35%; Genética= uso de semen de genética mejorada; Ambos= combinación de las estrategias de reposición y genética mejorada)

ANÁLISIS COMPARATIVO DE EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE ESPECIALIZADAS Y MIXTAS EN ARAGÓN.

Barrantes, O¹., Blasco, I.¹, Reiné, R.¹, López, C.¹, Regan, J.², Nesme T.², Olaizola, A.¹.

¹Dpto. de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza.

olivia.barrantes@unizar.es ²Institut National de la Recherche Agronomique, Research Unit 'Soil Plant Atmosphere Interactions', INRA-Bordeaux.

INTRODUCCIÓN

El sector del bovino de leche tiene en Aragón, como en otras CCAA, importantes problemas de subsistencia y continuidad de las explotaciones (Sineiro *et al.*, 2012). Ubicado fundamentalmente en el regadío de áreas mediterráneas semiáridas de Aragón, algunas de sus principales debilidades son el envejecimiento de los ganaderos y la falta de relevo generacional, las dificultades para la comercialización de la leche debido a la concentración de la demanda (pocos compradores), la falta casi total de industrias lácteas aragonesas que incrementen el valor añadido de los productos, las incertidumbres derivadas de la desaparición de la cuota láctea, la elevada dependencia de las subvenciones y los elevados precios de los inputs (Sineiro *et al.*, 2012; Olaizola *et al.*, 2014). Sin embargo, este sector contribuye al mantenimiento del territorio y su tejido social, a la conservación del paisaje y la biodiversidad (rotaciones con forrajeras, disminución de monocultivos, etc.) y a reducir las importaciones de leche. Por lo que es relevante conocer en mayor profundidad este sector. En el marco de un proyecto de investigación sobre los sistemas de explotación mixtos (ganado-cultivos), el objetivo de esta comunicación es analizar las diferencias en estructura, indicadores productivos y económicos entre las explotaciones de vacuno de leche especializadas y las mixtas. Los sistemas mixtos pueden constituir una alternativa sostenible en sistemas agrarios (Ryschavy *et al.*, 2012), a escala de explotación o de paisaje, maximizando las interacciones entre cultivos y ganadería con beneficios sobre el medio natural (Hendrickson *et al.*, 2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una prospección inicial a 30 ganaderos titulares de explotaciones de bovino de leche (de un total de 79 explotaciones de leche en Aragón) en 2013. Se identificaron dos grandes tipos de explotaciones: explotaciones más orientadas al mercado, con más de 1000 vacas en producción, y explotaciones de carácter familiar de menor dimensión, más numerosas y en las que se basa este trabajo. En ambos tipos el rebaño permanece constantemente estabulado. En las explotaciones familiares se distinguieron a su vez: explotaciones mixtas, que combinan la producción láctea con la agrícola; y explotaciones especializadas en la producción láctea, con poca extensión de tierra. Para este trabajo se seleccionaron 10 explotaciones (5 especializadas y 5 mixtas, el 12.6% del total de explotaciones lecheras de Aragón). Las granjas seleccionadas se encuentran en la Depresión del Ebro, donde se concentra la mayoría de las explotaciones de vacuno de leche en Aragón. La información se obtuvo a partir de encuestas realizadas a los titulares de las explotaciones entre febrero y abril de 2014. A partir de esos datos, se calcularon indicadores relativos al uso de la tierra, cargas ganaderas, mano de obra, producción de leche, costes de fuera de la explotación, ingresos y Valor Añadido Bruto de la explotación. En costes de fuera de la explotación se incluyeron los costes específicos del ganado y de los cultivos y costes generales de la explotación. No se incluyeron costes de amortización, ni seguridad social agraria, ni gastos financieros. El Valor Añadido Bruto de la explotación se define como la diferencia entre los ingresos totales (incluidas las subvenciones) y los costes de fuera de la explotación. El tratamiento estadístico consistió en una t-Student para testar posibles diferencias significativas en los indicadores debido al tipo de explotación (especializada o mixta). Previamente al análisis, se comprobó la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene. Ambas pruebas se realizaron mediante SPSS v.19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de las explotaciones mixtas y especializadas, así como las diferencias observadas entre ambos tipos, se muestran en la Tabla 1. Las mixtas son de mayor tamaño en cuanto a Superficie Agrícola Útil, pero no en cuanto a tamaño de rebaño, (Unidades de Ganado Mayor) ni a número de vacas en producción. Es decir, las explotaciones mixtas,

lógicamente, tienen mayor actividad agrícola y similar actividad ganadera que las especializadas. Sin embargo, las diferencias entre las cargas ganaderas de uno y otro tipo no llegaron a ser significativas.

Las explotaciones especializadas dedicaron el 97% de su SAU a cultivos forrajeros para autoconsumo, fundamentalmente alfalfa, maíz silo y raigrás italiano. Solamente dedicaron un 3% de su SAU a cultivos para grano. Las explotaciones mixtas, por el contrario, dedicaron mucha mayor SAU a cultivos para grano (56%), sobre todo cebada, trigo y maíz destinados principalmente a la venta. La superficie dedicada a cultivos forrajeros en esas explotaciones fue de un 39%, en algunos casos alfalfa dedicada al menos en parte a la venta a deshidratadoras. Salvo en una explotación, el 100% de los cultivos son de regadío.

Los indicadores relativos a la mano de obra no mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de explotaciones, salvo en las UGM/UTA totales. Este indicador fue significativamente menor en las mixtas, debido a que en este tipo de explotaciones la mano de obra no solamente se ocupa de la producción animal, sino también de la producción agrícola. En ambos tipos, la mano de obra es principalmente familiar.

El rendimiento de las vacas en producción fue similar en explotaciones mixtas y especializadas. La cantidad total de leche producida no fue significativamente diferente entre los dos tipos, luego la productividad del ganado es similar. En cambio, la leche producida en función de la mano de obra (litros/UTA) puso de manifiesto de nuevo el mayor reparto del trabajo entre actividades agrícolas y ganaderas en las mixtas.

En relación con los costes de alimentación, las explotaciones mixtas mostraron una menor dependencia de la compra de concentrados que las especializadas, ya que destinaron parte de su producción de grano al autoconsumo para la producción de leche. Se observó ese mismo comportamiento en el coste de adquisición de paja, utilizaron su propia producción para cama y alimento del ganado. Las especializadas se vieron obligadas a comprar más alimentos concentrados y paja. El gasto en el resto de alimentos de volumen fue similar en los dos tipos, es decir, las especializadas fueron tan autónomas como las mixtas en lo referente a los forrajes (a excepción de la paja, como se ha comentado).

El gasto en fertilizante por hectárea fue significativamente superior en las explotaciones mixtas debido a que, al disponer de similar dimensión de rebaño pero de más superficie agrícola, tienen que complementar el abonado orgánico procedente de su ganado, principalmente estiércol, con fertilizantes químicos. El gasto en gasoil por UGM es significativamente mayor en las explotaciones mixtas, ya que el combustible se emplea proporcionalmente más en producción vegetal que en producción animal.

Globalmente, los costes de fuera de la explotación por litro de leche producida no mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de explotaciones. Por tanto, los costes superiores en fertilizantes químicos y gasoil de las explotaciones mixtas se compensaron, al menos en parte, con inferiores costes en alimentación.

Las diferencias en cuanto a ingresos por litro de leche producida y proporción de ingresos debida a las subvenciones, con valores superiores en las explotaciones mixtas, no llegaron a ser significativas ($p=0,056$ y $p=0,274$, respectivamente). Finalmente, en la productividad de la mano de obra (Valor Añadido Bruto por UTA) no se apreciaron diferencias significativas.

Los resultados preliminares indican una menor dependencia en las explotaciones mixtas en alimentación comprada y una productividad del ganado y del trabajo similares a las especializadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Hendrickson, J.R., Hanson, J.D., Tanaka, D.L., Sassenrath, G.F. (2008). *Renewable Agricultures and Food Systems*, 23, 265-271. •Olaizola, A.M., Barrantes, O., Manrique, E., Reiné, R., Ferrer, C., Broca, A., Mora, J.L., Usón, A., Riaguas, L., Oliván, A., Fantova, E., Nicholas, P.K. (2014). En: *Pastos y PAC 2014-202*. Pp. 507-514. 53ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (9-12 junio 2014). • Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J.P., Joanno, A., Gibon, A. (2012). *Animal*, 6(10): 1722-1730. •Sineiro, F., Lorenzana, R., Vázquez, I. (2012). *Pastos*, 42: 67-92

Agradecimientos: Los autores agradecen a los ganaderos encuestados su colaboración. A los Dres. R. Revilla, C. Ferrer, E. Manrique, J. Albiac y J.L. Olleta su ayuda en la obtención de información relevante sobre el sector. The research leading to these results has received

funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under the grant agreement n° 289328 CANTOGETHER.

Tabla 1. Comparación de explotaciones Especializadas y Mixtas. Los resultados se expresan en promedios \pm error estándar.

	Especializadas (n=5)	Mixtas (n=5)	t-Student
Uso de la Tierra			
SAU (ha)	30,0 \pm 5,7	404,8 \pm 131,3	*
SAU dedicada a cultivos forrajeros (%)	96,6 \pm 2,2	39,1 \pm 10,7	**
SAU dedicada a cultivos para grano (%)	3,4 \pm 2,2	56,5 \pm 11,0	**
Forraje producido consumido en la propia explotación (%)	100,0 \pm 0,0	45,5 \pm 22,4	NS
Tamaño de rebaño y Carga Ganadera			
Nº de vacas en producción	196 \pm 114	103 \pm 18	NS
Unidades de Ganado Mayor (UGM)	285 \pm 166	170 \pm 36	NS
Carga Ganadera (UGM/SAU)	21,6 \pm 18,2	0,7 \pm 0,2	NS
Mano de Obra			
UTA total	3,1 \pm 1,2	5,0 \pm 1,3	NS
UTA familiar/UTA total (%)	70 \pm 12	64 \pm 11	NS
UGM/UTA total	78,2 \pm 13,5	37,4 \pm 6,7	*
Producción de leche			
Producción anual de leche (miles de t/año)	2,29 \pm 1,37	1,12 \pm 0,18	NS
Litros por vaca en producción (l/vaca.año)	10783 \pm 389	10607 \pm 350	NS
Leche producida/UTA (l/UTA)	612,8 \pm 110,5	254,1 \pm 45,5	*
Costes de alimentación			
Concentrado/l de leche producida (€/l)	0,14 \pm 0,013	0,03 \pm 0,02	**
Volumen excepto paja/l de leche producida (€/l)	0,02 \pm 0,01	0,01 \pm 0,01	NS
Paja/l de leche producida (€/l)	0,009 \pm 0,002	0,002 \pm 0,001	**
Total comprada/l de leche producida (€/l)	0,173 \pm 0,026	0,035 \pm 0,015	**
Otros costes variables			
Coste de fertilizantes químicos/SAU (€/ha)	15,22 \pm 13,51	144,53 \pm 43,3	*
Coste de gasoil/UGM (€/UGM)	116,01 \pm 36,3	313,8 \pm 53,7	*
Costes de fuera de la explotación por litro de leche producida (€/l)			
	0,264 \pm 0,017	0,381 \pm 0,078	NS
Ingresos y subvenciones			
Ingresos totales por litro de leche (€/l)	0,438 \pm 0,002	0,786 \pm 0,130	NS
Subvenciones/Ingresos totales (%)	5,7 \pm 0,93	9,5 \pm 3,06	NS
Valor Añadido Bruto/UTA (miles de €/UTA)			
	99,0 \pm 14,7	90,7 \pm 6,3	NS

UGM = Unidades de Ganado Mayor. UTA = Unidad de Trabajo Año. SAU=Superficie Agrícola Útil. *, P<0,05. **, P<0,01. NS = no significativo.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SPECIALIZED AND MIXED DAIRY CATTLE FARMS IN ARAGÓN (SPAIN)

ABSTRACT: There are diverse dairy farming systems in Aragon, including “specialized” and “mixed”. Specialized farms, focused on dairy production, had less cultivable land which was devoted to fodder production. Mixed farms combine plant production with milk production and had more cultivable land, devoted to grain and forage crops. Other differences between them were the costs of feed concentrates and straw (lower for mixed), inorganic fertilizers and oil (lower for specialized). Integrated crop-livestock systems, not only at farm scale but also at landscape scale, can provide environmental and financial benefits, while having higher complexity of management.

Keywords: integrated crops-livestock systems, specialized dairy farms, semi-arid environments.

PROCEDENCIA DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Santiago, C., Vicente, F., Martínez-Fernández, A.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 33300 Villaviciosa (Asturias). admartinez@serida.org

INTRODUCCIÓN

El Norte de España tiene un clima oceánico, con temperaturas suaves y lluvias distribuidas uniformemente a lo largo del año, que favorecen la producción de los pastos y forrajes utilizados en la alimentación de vacuno de leche. Teniendo en cuenta esta situación, los sistemas basados en pastoreo se han propuesto habitualmente como una estrategia para producir leche a bajo coste, al disminuir la compra de alimentos fuera de la explotación (Soder y Rotz, 2001). Sin embargo, en las últimas décadas el sector lechero se ha ido intensificando (Álvarez et al., 2008) y la evaluación económica de las explotaciones de leche de vaca en el área estudiada muestra una gran dependencia de la Superficie Agraria Útil (SAU) destinada al cultivo de maíz forrajero (Servicios Técnicos de Central Lechera Asturiana, 2012). Ahora bien, debido a la orografía de la zona, con una pendiente media superior al 20% (MAPA, 2003), hay áreas donde el cultivo del maíz no es posible. Así pues, el análisis de los sistemas de producción de leche en Asturias (Arango y Fernández, 2011) identificó cuatro modelos productivos en función de la SAU destinada al cultivo de maíz. Los resultados de una encuesta realizada por el Serida en 2014 en el 2% de las explotaciones lecheras con cuota asignada en Asturias (N=2446) estableció que los criterios que mejor definían los sistemas de alimentación son el uso de pastoreo y el % de SAU dedicada al maíz, estableciéndose cuatro tipologías: sistemas con pastoreo (P), sistemas con menos del 20% de la SAU destinado a maíz (SH), sistemas entre 20-75% de la SAU destinado al maíz (SHSM) y sistemas con más de 75% de la SAU destinado a maíz (SM). Ahora bien, las raciones formuladas están constituidas por mezclas de diferentes materias primas que no siempre pueden ser producidas en la explotación, por lo que los ganaderos están obligados a comprar. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la procedencia de los alimentos utilizados en los cuatro sistemas de alimentación identificados en Asturias.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de las 52 explotaciones encuestadas en 2014 se hizo una selección de 16 ganaderías que incluían cuatro por cada sistema de alimentación definido previamente (P, SH, SHSM, SM). Las 16 explotaciones fueron muestreadas en tres ocasiones desde abril a diciembre de 2014, y realizando un cuestionario a los ganaderos acerca de la alimentación de las vacas en lactación y efectuando una toma de muestras en los alimentos. El cuestionario incluía información sobre las cantidades de forraje y concentrado aportadas, tipo de forraje utilizado y si éste era de cultivo propio o adquirido fuera de la explotación. Así mismo, se registraba la producción media de los animales en ese momento para estimar la ingestión de materia seca en función de la producción. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (R Core Team, 2014) usando como factor principal el sistema de alimentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ganaderías tuvieron una producción de leche media de 18,9, 21,3, 27,3 y 33,0 l/vaca/día en los sistemas P, SH, SHSM y SM respectivamente. La figura 1 representa la procedencia del forraje y el concentrado aportados en la ración en los cuatro sistemas de alimentación. En todos los sistemas de alimentación, la totalidad del concentrado aportado en la ración era de origen externo. La proporción de forraje:concentrado en la ración no mostró diferencias entre sistemas, siendo de 60:40. Todos los sistemas producen mayoritariamente sus propios forrajes (76,5, 80,8, 92,4, 92,6% del total del forraje incluido en la ración en los sistemas P, SH, SHSM y SM respectivamente). Ahora bien, se puede apreciar que el porcentaje de forraje comprado es superior en sistemas basados en pastoreo (23,5%), produciéndose la menor compra de forrajes (7,5%; $P < 0,05$) en las explotaciones que cultivan maíz bien

mayoritariamente (SM) o en combinación con otros forrajes (SHSM). Las ganaderías de todos los sistemas compran el 48,5% de los alimentos fuera de la explotación cuando se consideran los concentrados y los forrajes comprados.

La figura 2 representa la cantidad de concentrado aportado para producir un litro de leche en cada sistema de alimentación. Se observa una menor ($P < 0,05$) cantidad de concentrado por litro de leche en el sistema SM (245 g/L de leche) que en el resto de sistemas descritos (370 g/L). Por lo tanto, se puede concluir que la compra de forrajes fuera de la explotación tiende a ser menor en explotaciones que cultivan maíz forrajero. Además el uso del concentrado es más eficiente en las ganaderías que utilizan mayoritariamente el ensilado de maíz en su ración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez A. et al., 2008. J. Dairy Sci. 91: 3693-3698. • Arango J. y Fernández B. 2011. Tablero de gestión de la explotación lechera. Siero (España) • MAPA 2003: Anuario de Estadística Agroalimentaria. Madrid (España). • RCore Team. 2014. R foundation for Statistical Computing. Viena (Austria) • Servicios Técnicos de Central Lechera Asturiana. 2012. Frisona Española. 191:114-116. • Soder K.K. y Rotz C.A. 2001 J. Dairy Sci. 84: 2560-2572.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto INIA RTA2012-00065-C05-01, cofinanciado con fondos FEDER. Los autores expresan su agradecimiento al personal del SERIDA (José Daniel Jiménez, M^a Antonia Cueto y Consuelo González) por la colaboración en la toma de muestras y a los ganaderos participantes.

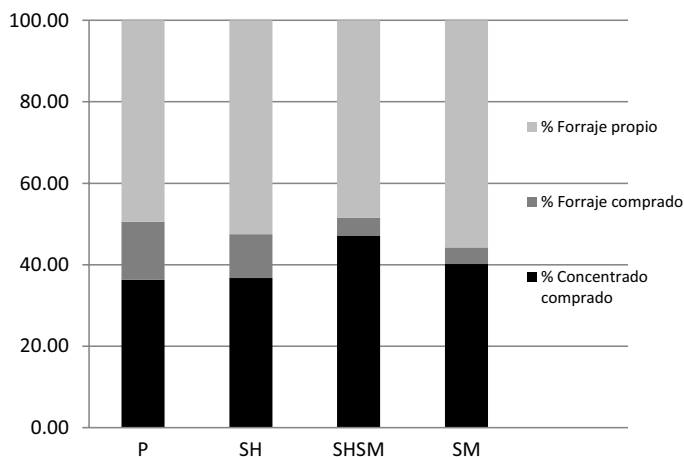


Figura 1. Procedencia de los alimentos en cuatro sistemas de alimentación. P : pastoreo, SH ≤ 20% SAU maíz, SHSM 20-75% SAU maíz, SM ≥ 75% SAU maíz.

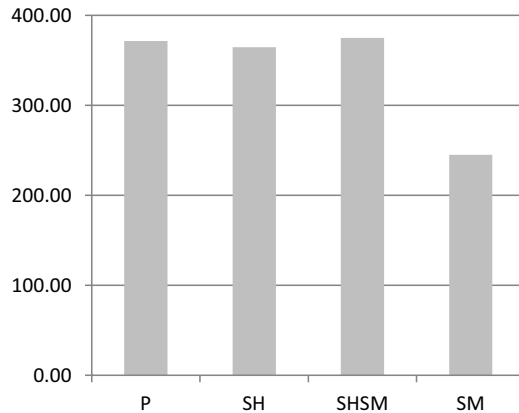


Figura 2. Relación concentrado/leche (g/L) agrupadas en cuatro sistemas de alimentación. P: pastoreo, SH≤20% SAU maíz, SHSM 20-75% SAU maíz, SM≥75% SAU maíz.

ORIGIN OF FEEDSTUFFS USED IN DAIRY FARMS OF PRINCIPALITY OF ASTURIAS

ABSTRACT The oceanic climate conditions of Asturias are favorable for grass and pasture production. However, the use of concentrates in dairy cows diets has increased in the last decades and there is a large dependence of Usable Agricultural Area (UAA) destined to maize culture. Moreover, grazing is proposed as a strategy to reduce the cost of feed inputs in dairy cow farms. Four feeding systems have been identified in dairy farms of Asturias: grazing (P), less than 20% of UAA destined to maize, about 50% and more than 75% of UAA destined to maize. The aim of this work was studied the feedstuffs origin in the four feeding systems identified. There were selected four dairy farms by feeding system (N=16) and the farmer were interviewed about animal feedstuffs and milk production three times from April to December 2014. The results show that the purchase of forage off-farm was lower in dairy cow systems with de highest UAA destined to maize culture. Furthermore this system spends less concentrate by kg of milk.

Keyword: dairy cow, pasture, maize culture, feeding system.

INDICADORES DEL ALIMENTADOR AUTOMÁTICO EN TERNEROS DE LA RAZA HOLSTEIN FRISIAN EN LA REGION DE ENTRE DOURO Y MINHO DE PORTUGAL

Cerqueira, J.O.L.¹, Paço, S.M.¹, Faria, F.C.², Blanco-Penedo, I.³, Cantalapiedra J.⁴, Araújo, J.P.^{1,5}

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

²NEAGRIL - Soc. Com. Prod. Agro-pecuários de Negreiros, Lda, Barcelos, Portugal

³Subprograma Bienestar Animal, IRTA, Monells, Girona, España.

⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, España.

⁵Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo.

INTRODUCCIÓN

En los terneros recién nacidos alojados en grupos es importante tener pequeños núcleos pues siempre que el número de animales aumenta, se hace difícil la gestión de la higiene, la nutrición y el control de enfermedades (Stull y Reynolds, 2008). Una alimentación inicial adecuada es fundamental para el desarrollo futuro de los terneros (Murray y Leslie, 2013), siendo especialmente preocupante la aparición de enfermedades que normalmente desencadena la merma de crecimiento de los animales. La monitorización del crecimiento de los terneros puede permitir la detección temprana de problemas, minimizando las pérdidas causadas por enfermedades y muertes (Windeyer et al., 2014). La recría de terneras es una tarea fundamental en las ganaderías de leche, en el que el éxito de la ganadería depende en gran medida de su productividad. Siguiendo el sistema de nutrición tradicional (alimentación restringida), además de alimentar con lacto reemplazantes, es conveniente que los terneros comiencen a comer alimentos sólidos, anticipando así el desarrollo del rumen y estimular el destete precoz, para reducir los costes de una alimentación líquida (Lorenz et al., 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo es el resultado de la recogida de datos 5 ganaderías en la región de Entre Douro y Minho de Portugal (Ganaderías A, B y C - lecheras; D y E - engorde), en las cuales los terneros fueron alimentados con lacto reemplazante mediante alimentador automático. Los datos fueron exportados a Excel, y se refieren a la frecuencia de visitas (número de veces que el ternero se mueve al alimentador automático), la velocidad de succión (leche consumida por los terneros por minuto - kg/minuto), edad (días de vida de la ternera en un momento dado), perímetro torácico (recogido a través de una cinta que medía por el contorno alrededor del tronco inmediatamente detrás de la escapula) y la cantidad de leche consumida (litros de leche suministrada al ternero por día). En la ganadería A, el destete se realizó en función del peso de los animales y en las restantes ganaderías de acuerdo a la edad. El análisis estadístico fue realizado a través del programa SPSS para Windows versión 22 (SPSS.Inc.). Para determinar el efecto de la ganadería en la edad al destete se empleó un modelo de ANOVA y el test de comparativa de medias de Tuckey. Con el mismo programa se procedió a determinar los coeficientes de correlación de Pearson entre todas las variables analizadas y se realizó un análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad al destete fue de $88,9 \pm 2,2$ días (Tabla 1). Al analizar el efecto de la ganadería en la edad al destete, no hubo diferencias significativas ($P < 0,001$) entre la ganadería B (85,1 días) frente a las restantes ganaderías, en las que el destete se efectuó a los 90 días de edad. En la tabla 2 se presentan los resultados de las correlaciones para el conjunto de parámetros analizados. La correlación más elevada se encontró en las variables edad y perímetro torácico (0,75). Se encontraron correlaciones bajas y significativas entre la frecuencia de visitas al alimentador y la velocidad de succión (0,28) y la velocidad de succión y perímetro torácico (0,38). En los parámetros edad y perímetro torácico se observaron correlaciones negativas con la cantidad de leche ingerida (-0,35 y -0,31) respectivamente. La edad y el perímetro torácico, que se encontraron correlacionados positivamente, revelaron ambos correlaciones negativas con la cantidad ingerida, lo que significa que los animales de más edad y más pesados, por tanto más próximos al destete, tendrían acceso a dosis más

reducidas de lacto reemplazante tal como lo describe Holm y Laue (2014). Los dos componentes principales explican el 67,8% de la variabilidad total. El primer componente principal representa un 42,9% de la variabilidad, siendo todos sus coeficientes positivos. Las variables que más contribuyen a este factor son la cantidad ingerida y la frecuencia de visitas. El segundo factor representa un 24,9% de la varianza total, siendo el mayor porcentaje de varianza explicada por el perímetro torácico, la edad y velocidad de succión. Existen parámetros que presentan una fuerte relación (inercia acumulada elevada), que se pueden observar en la edad y en el perímetro torácico (82%) (Tabla 3). En la proyección de las variables definida por los dos primeros componentes principales (Figura 1), se constató la ausencia de factores contribuyentes negativos entre las variables estudiadas. Se puede distinguir tres grupos, el primero constituido por la edad y el perímetro torácico, con mayor expresión en el segundo componente principal, el segundo grupo integrando la velocidad de succión y la frecuencia de visitas distanciados del origen y con mayor relevancia en el segundo y primer componente principal respectivamente. Se puede destacar el distanciamiento de la variable cantidad ingerida sobre el primer componente principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Holm y Laue, 2014. Manual de terneros: Información para la cría saludable y eficiente de terneros. 2ª edición. URL: www.holm-laue.de. Consulta en octubre de 2013.
- Lorenz, I., Mee J.F., Earley, B., More, J.S., 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. Irish Veterinary Journal, 64 (1): 10.
- Murray, C.F., Leslie, K.E., 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. Vet. J., 198: 322-328.
- Stull, C., Reynolds, J., 2008. Calf welfare. Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice, 24: 191-203.
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., Le Blanc, S.J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. Prev. Vet. Med., 113: 231-240.

Tabla 1: Efecto de la ganadería en la edad al destete de los terneros

Ganadería	N	Media±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
B	74	85,1 ^a ±0,9	85	93	1,1
C	86	90,0 ^b ±0,0	90	90	0,0
D	77	90,3 ^b ±1,1	90	97	1,2
E	82	90,0 ^b ±0,0	90	90	0,0
significación		p<0,001			
Total	319	88,9±2,2	85	97	2,5

Las letras denotan diferencias significativas entre pares de granjas (a≠b).

Tabla 2: Correlaciones entre los parámetros del alimentador automático, la edad y el perímetro torácico de los terneros.

Parámetros	VS	ED	PT	CI
FV	0,28**	-0,79	0,09	0,01
VS		0,28	0,38**	0,00
ED			0,75**	-0,35**
PT				-0,31**

FV – frecuencia de visitas; VS – velocidad de succión; ED – edad; PT – perímetro torácico; CI – cantidad ingerida. ** Nivel de significación: p<0,01.

Tabla 3: Resultado del análisis de componentes principales para los diferentes parámetros del alimentador automático y medidas efectuadas.

Caracteres	Componente 1	Componente 2	Inercia acumulada
FV	0,43	0,43	0,65
VS	0,25	0,68	0,67
ED	0,17	0,85	0,82
PT	0,11	0,95	0,82
CI	0,45	0,10	0,43
Valores propios	2,14	1,24	
% Varianza explicada	42,87	24,89	
% Varianza	42,87	67,75	

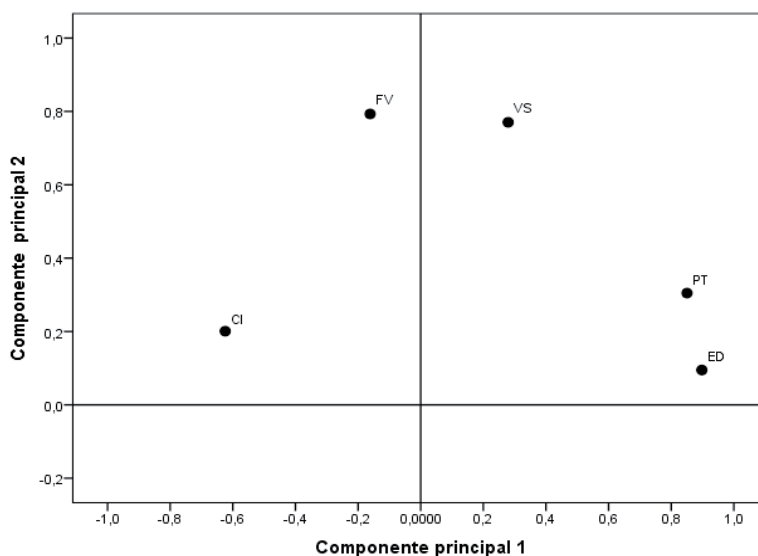


Figura 1: Proyección de las variables originales sobre los ejes definidos para los dos primeros componentes principales.

INDICATORS OF AUTOMATIC FEEDER IN THE HOLSTEIN FRIESIAN CALVES IN THE ENTRE DOURO E MINHO REGIONS IN PORTUGAL

ABSTRACT: The age of weaning for calves of Holstein Friesian was 88.9 ± 2.2 days, ranging from 85 days (Farm B) up to 97 days old (Farm D). From the analysis of the different indicators of the automatic feeder, it was found a negative correlation between the age and the thoracic perimeter (0.75) of the calves. Weak correlations were found between frequency of visiting the automatic feed – the velocity of suckling in calves (0.28) and the velocity of suckling in calves - thoracic perimeter (0.38). Parameters such as age and thoracic perimeter had negative correlations regarding the amount of ingested milk (-0.35 and -0.31 respectively). The two principal components explained 67.8% of the total variation. The first principal component represented 42.9% of the variability, integrated by the variables amount of ingested milk and the frequency of visits. The second factor represented 24.9% of the total variance. The higher percentage of the variance is explained by thoracic perimeter, age and velocity of suckling.

Keywords: calves, automatic feeder, age at weaning, thoracic perimeter.

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE TERNEROS CON ALIMENTADOR AUTOMÁTICO EN LA RAZA HOLSTEIN FRISIA EN LA REGION DE ENTRE DOURO Y MINHO DE PORTUGAL

Cerqueira, J.O.L.¹, Paço, S.M.¹, Faria, F.C.², Blanco-Penedo, I.³, Cantalapiedra J.⁴, Araújo, J.P.^{1,5}

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

²NEAGRIL - Soc. Com. Prod. Agro-pecuários de Negreiros, Lda, Barcelos, Portugal

³Subprograma Bienestar Animal, IRTA, Monells, Girona, España.

⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, España.

⁵Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo.

INTRODUCCIÓN

La ganancia media diaria hasta el destete, es una característica compleja que refleja el potencial de crecimiento del ternero y la calidad de su alimentación (Miller y Wilton, 1999). Una nutrición de calidad durante la fase de prumiante, una pauta de vacunación reglada, la reducción de las causas del estrés y el mantenimiento de unas condiciones sanitarias generales adecuadas en la explotación influyen de forma decisiva en la salud futura del ternero y en su crecimiento. La lactancia automática controlada por ordenador presenta muchas ventajas sobre la forma tradicional de alimentación en cubo, ya que permite que los terneros ingieran pequeñas cantidades de leche a una temperatura adecuada varias veces al día (Holm y Laue, 2014). Hay diferentes estrategias de alimentación de los terneros, desde la restricción de alimentos líquidos y también el suministro de alimentos cerca del nivel natural de la ingestión natural. Esta última también conocida como crecimiento acelerado, permite mayores tasas de crecimiento, pero también causa leves retrasos en el comienzo de la ingestión de alimentos sólidos. Por lo tanto no cabe duda que la estrategia de alimentación debe adaptarse a cada explotación y clase de animales (Drackley, 2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha realizado en la recogida de datos en 5 granjas de la región de Entre Douro e Minho de Portugal (Explotaciones A, B y C - lecheras; D y E - engorde), con alimentador automático de leche de sustitución en un total de 384 animales, subdivididos en grupos de 77 animales por explotación. El perímetro torácico (PT) fue recogido por cinta métrica, por contorno medido alrededor del tronco, inmediatamente detrás de las espaldas, con el animal parado con la cabeza levantada. El peso vivo se obtuvo por la fórmula referenciada por García *et al.* (2009), en donde: $PV = 78,4139 - 2,35177 \times PT + 0,0244963 \times PT^2$. Los datos se exportaron al programa Excel y se refieren a los pesos de los animales a diferentes edades. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el programa SPSS para Windows versión 22 (SPSS Inc.). Los pesos vivos han sido ajustados mediante regresión simple. Con el fin de determinar el efecto de la explotación sobre la ganancia media diaria (GMD), se ha utilizado un modelo de ANOVA y el test de comparación de medias de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las explotaciones bajo estudio aparecieron valores promedio de GMD de $0,786 \pm 0,113$ kg. Estos resultados han sido similares a los citados por Zerbe y Schlichting (1993), utilizando alimentadores automáticos (883 y 908 g/día), con volúmenes de alimento de 6 y 8 l/día respectivamente. El peso inicial de los terneros de las explotaciones en estudio ha sido de $51,1 \pm 3,9$ kg (variando entre 47,4 y 56,7 kg), portanto factor sin efecto en la GMD de los terneros entre explotaciones.

Se han encontrado diferencias significativas ($P < 0,001$) para la GMD entre todas las explotaciones bajo estudio (Figura 1). La explotación C (961 g/día) obtuvo valores más altos en comparación al resto de explotaciones, siendo la explotación D la que presentó el valor inferior (663 g/día).

En la explotación A, la GMD en el período hasta 60 días de edad ha sido de 0,554 kg/día, aumentando en el periodo siguiente alcanzándose los valores más altos (0,885 kg/día). En la granja B se observó una GMD de 0,456 kg/día en el período hasta los 60 días de edad,

duplicándose prácticamente en la etapa posterior (1,879 kg/día). En la explotación C hasta 60 días de edad la GMD alcanzó el valor más alto (0,848 kg) de todas las granjas bajo estudio para esta etapa de la edad, siendo superior en el plazo de 60 a 90 días en 1,063 kg/día. (Figura 2).

En la granja D los valores de GMD fueron muy bajos (0,351 kg/día) en el período hasta a 60 días de edad y aumentando de forma significativa hasta los 1,357 kg/día (Figura 3). Estos resultados son en parte debidos a los problemas clínicos presentes en la explotación. Para Maatje *et al.* (1993) las diarreas y las enfermedades respiratorias ocurren más frecuentemente en animales albergados en grupo que individualmente, y a mayor incidencia de dichas enfermedades aparecía una mayor dificultad en el acceso al alimentador automático.

En la explotación E hasta los 60 días de edad fueron importantes las GMD (0,718 kg/día), sin embargo, hubo una disminución en la siguiente fase hasta el destete (0,669 kg/día).

A partir de los 60 días de edad los terneros han ingerido más cantidades de pienso, resultando en GMD más interesantes, como se constatan en la mayoría de las explotaciones estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García Lara I., Vázquez Ferreño, M.A., Fernández Calviño, E., Vidal Galego, L., García Lara, M.T., 2009. Previsión del Peso Vivo en animales Holstein mediante barimetría: ecuaciones de predicción simples y múltiples. AIDA, XIII Jornadas Producción Animal, Tomo II: 469-471.
- Holm, F.H., Laue, H.J., 2014. Manual de vitelos : Informações para a criação saudável e eficiente de vitelos. 2ª edição. URL: www.holm-laue.de. Consultado em out. de 2014.
- Drackley, J.K., 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding, Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 24: 55-86.
- Maatje, K., Verhoeff, J., Kremer, W.D.J., Crujisen, A.L.M., van den Ingh, T.S.G.A.M., 1993. Automated feeding of milk replacer and health control of group-housed veal calves. Vet. Rec., 133: 266-270
- Miller S.P., Wilton, J.W., 1999. Genetic relationships among direct and maternal components of milk yield and maternal weaning gain in a multibreed beef herd. J. Animal Sci., 77: 1155-1161.
- Zerbe, F., Schlichting, M.C., 1993. Drinking behaviour and activities of rearing calves kept in groups and fed with an automatic-milk-feeder. Proceedings of the Berlin 3rd Joint Meeting of the International Congress on Applied Ethology. Berlin, pp. 483-486.

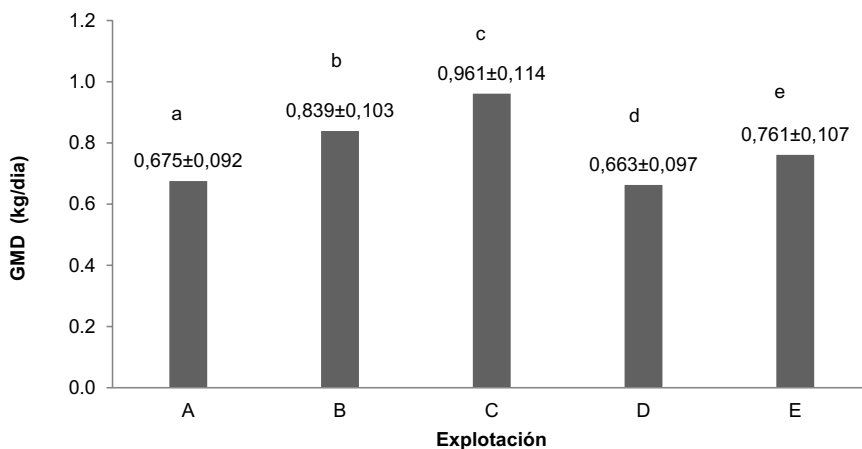


Figura 1: Efecto de la explotación en la GMD de los terneros (kg)

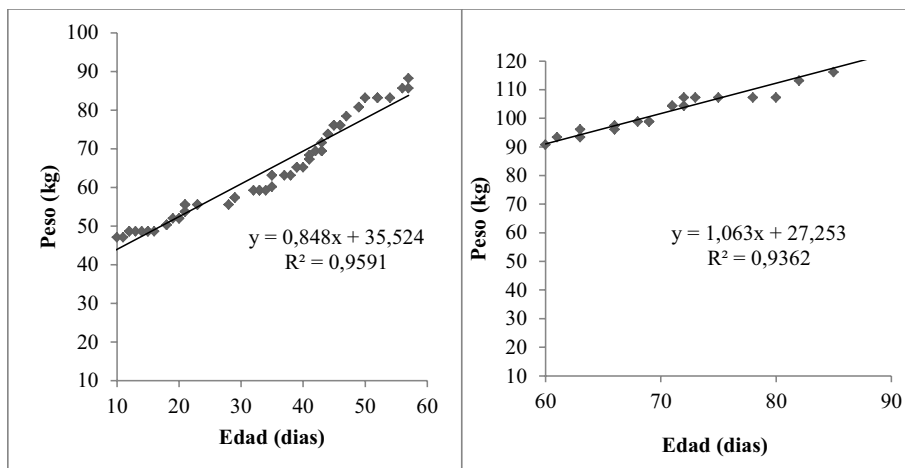


Figura 2: GMD de los terneros en 2 fases de edad de crecimiento en la explotación C

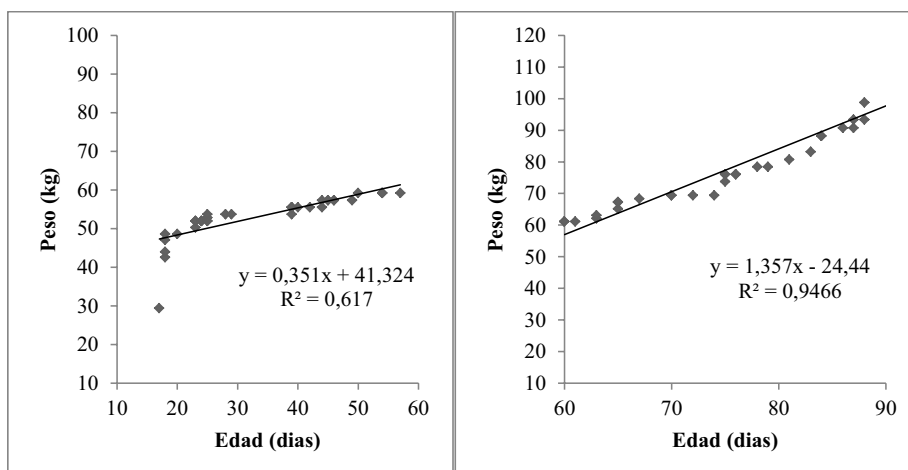


Figura 3: GMD de los terneros en 2 fases de edad de crecimiento en la explotación D

STUDY OF DAILY WEIGHT GAIN IN THE HOLSTEIN FRIESIAN CALVES WITH AUTOMATIC FEEDER IN THE REGION OF ENTRE DOURO E MINHO OF PORTUGAL

ABSTRACT: The Average Daily Gain (ADG) until weaning is a complex feature that reflects the growth potential of the calf and the quality of their feeding. For farms in studied ADG observed is 0.786 ± 0.113 kg. We found significant differences ($P < 0.001$) for the ADG between all the farms studied, having revealed that farm C has a superior ADG (961 g/day) compared to other farms, and farm D provided the inferior value (663 g/day). In farm C the ADG until 60 days old reached the highest value (0.848 kg) of all farms studied in this age phase. Normally from 60 day old calves consume higher amounts of concentrate, bringing the most interesting ADG at this stage of its growth, as found on most farms under study.

Keywords: calves, automatic feeder, daily weight gain, milk replacer

EVALUACIÓN DE RESERVAS CORPORALES DE GRASA DE VACAS LECHERAS A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS DE IMAGEN

Silva, S.R.¹, Cerqueira, J.O.L.², Araújo, J.P.³, Guedes, C.¹, Santos, V.¹, Fontes, I.¹, Batista, A. C. S.¹, Almeida, J.C.¹

¹CECAV - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Email: ssilva@utad.pt

²Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

³Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de las reservas de grasa de rumiantes han sido ampliamente aceptadas como una necesidad para la gestión de las distintas especies (Bewley y Schutz, 2008). Esta evaluación ha adoptado un especial protagonismo en las vacas lecheras (Edmonson et al., 1989; Ferguson et al., 1994). De hecho, este tipo de reservas de grasa de los animales son esenciales para hacer frente con el balance negativo de energía que se observa después de la aparición de la lactancia (Halachmi et al., 2008; Bewley y Schutz, 2008). Además, se reconoce que las reservas de grasa están relacionados con la sanidad animal, el comportamiento reproductivo y el bienestar de los animales (Gearhart et al., 1990; Bewley y Schutz, 2008; Roche et al., 2009). Por lo tanto, existe una clara necesidad de vigilar las reservas corporales de las vacas lecheras. Con los años se han desarrollado varios métodos para evaluar las reservas corporales, son ejemplos el peso corporal (PC), la puntuación de la condición corporal (CC), la ecografía en tiempo real (UTR) y las técnicas analíticas más recientes por vídeo (Bewley y Schutz, 2008; Halachmi et al., 2008; 2013). Aunque los beneficios de la evaluación periódica de las reservas corporales son intuitivos para la mayoría de los productores y nutricionistas, esta información es relativamente poco utilizada en la estrategia de gestión de granjas de productos lácteos (Hady et al., 1994; Bewley et al., 2008). Esto resulta de la evaluación de las reservas corporales, a pesar de su simplicidad, implica un trabajo considerable especialmente para grandes rebaños (Hady et al., 1994; Pompe et al., 2005). El objetivo de este estudio es el desarrollo de un método de análisis de imágenes para evaluar la condición corporal en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio, se utilizaron 46 vacas lecheras múltiparas que pertenecen a la población bovina de UTAD. Para hacer la puntuación de la condición corporal se eligieron 2 operadores que utilizaron la escala propuesta por Edmonson et al. (1989). Se ha utilizado una escala de 1 a 5 puntos a intervalos de 0,25. Después de evaluar la CC también se obtuvieron imágenes UTR, se utilizó un dispositivo de Aloka SSD500V equipado con una sonda lineal de 7,5 MHz (UST-5512U-7.5). La elección de esta sonda se basa en la necesidad de obtener la mayor información con respecto a la grasa subcutánea (Silva y Cadavez, 2012). Las imágenes fueron capturadas en una videocámara (DCR-HC96E, Sony) y se registraron para el análisis posterior. Se obtuvieron imágenes a nivel de espalda baja y a la grupa. Para ello se colocó la sonda entre la tercera y cuarta vértebras lumbares perpendicular a la línea media dorsal. Para las imágenes obtenidas en el nivel de la sonda de crup fue colocado en paralelo a la línea media dorsal en el espacio entre el íleon y el isquion. La UTR de análisis de imágenes se realizó en base a las imágenes TIFF de 1602 X 902 píxeles. Estas imágenes fueron analizadas utilizando el programa ImageJ (1.38x ImageJ). Tanto en las imágenes de UTR obtenidas a nivel lumbar como en las obtenidas a nivel de grupa se realizaron mediciones de espesores de la grasa subcutánea en 3 puntos, y se considera su promedio. Para obtener las imágenes de las vacas se ha desarrollado un aparato que consta de una cámara de vídeo (Sony DCR-TRV460), una fuente de luz y una estructura de soporte para elevar el montaje por encima de la vaca. Este equipamiento permite obtener imágenes de las vacas en un plano superior como se sugiere en Halachmi et al. (2008). Con este equipamiento se obtuvieron imágenes de las vacas que estaban en posición normal y con el plano del dorso perpendicular al sistema de captura de imágenes. En todas las vacas se obtuvieron imágenes TIFF con 1682 x 1052 píxeles, que se analizaron para determinar 11 medidas de ángulo obtenidas en la cadera, anca y nalga. Para la determinación de las medidas de ángulo se ha recurrido al programa de análisis de imágenes ImageJ. Durante la medición se cuidó de mantener siempre el mismo

procedimiento de identificación de los diferentes puntos anatómicos que sirvieron de base para la determinación de las medidas de ángulo. Se realizó un análisis descriptivo de análisis, análisis de correlación y regresión con procedimiento por pasos entre las medidas de los ángulos y medidas de UTR y CC. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 Aj) y la desviación estándar de los residuos (DPR) se utilizaron como criterios de evaluación y el ajuste de las estimaciones. Los Análisis se realizaron utilizando el software JMP versión 7.0 (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que la CC y las mediciones de grasa subcutáneas obtenidas por UTR muestran una gran variación (CV entre 29 y 51%). Las medidas del ángulo muestran una menor variación (CV entre 6 y 16%). Cabe señalar que las mediciones de ángulo de A1 a A5 obtenido en posiciones equivalentes a las mediciones de ángulo anatómicas a7 a A11 (A11 vs A1, A2 vs a10, a9 vs a3, a4 y a5 vs a8 a7) presentan valores e intervalos de variación muy similares (Tabla 1). De hecho, como resultado de un análisis de varianza no se encontró diferencias ($P > 0.05$) entre las mediciones de ángulos en los lados izquierdo y derecho de las bases anatómicas similares. Estos resultados apuntan a la simetría de las imágenes obtenidas y por lo tanto a la proximidad de las mediciones de ángulo en posiciones anatómicas similares. El hecho de que el coeficiente de variación de las mediciones de ángulo presentes con 23 a 35 puntos porcentuales de diferencia con el CC y las medidas RTU sugiere que pequeñas variaciones en las mediciones de ángulo muestran tener consecuencias importantes en las reservas de grasa (Tabla 1), una correlación significativa entre las mediciones CC y el espesor de GS obtenidos por UTR ($P < 0,01$ $r > 0,88$) se encontró. Estos resultados son similares a los observados por otros autores en las vacas lecheras (Domecq et al., 1995; Mizrach et al., 1999; Schröder y Staufienbiel, 2006). En general observamos coeficientes significativos de correlación (r entre 0.55 y 0.90; $p < 0,01$) entre el CC y las medidas UTR con las medidas de ángulo (Tabla 1). Estos resultados sugieren que las mediciones de ángulo son relevantes para evaluar las reservas de grasa. En cuanto a las ecuaciones resultantes del procedimiento de *stepwise* resulta que las mediciones de ángulo pueden explicar 71% a 82 de la variación de las medidas de UTR y 90% de la variación de CC (Tabla 2). Estos resultados muestran que es posible evaluar las reservas de grasa corporal utilizando los ángulos obtenidos por análisis de imágenes en las bases anatómicas conectadas con el dorso y la grupa. En trabajos futuros se debe considerar análisis de vistas posteriores y laterales de la vaca y la segmentación automática con el fin de hacer el proceso más rápido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bewley, J.M., Peacock, A.M., Lewis, O., Boyce, R.E., Roberts, D.J., Coffey, M.P., Kenyon, S.J. & Schutz, M.M. 2008. *J. Dairy Sci.* 91:3439–3453. • Bewley J.M. & Schutz M.M. 2008. *Prof. Anim. Sci.* 24:507–529. • Domecq J.J., Skidmore A.L., Lloyd J.W. & Kaneene J.B. 1995. *J. Dairy Sci.* 78: 2308-2313. • Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L. D., Farver T. & Webster G. 1989. *J. Dairy Sci.*, 72: 68-78. • Ferguson J.O. Galligan D.T. & Thomsen N. 1994. *J. Dairy Sci.* 77: 2695-2703. • Gearhart M.A., Curtis C.R., Erb H.N., Smith R.D., Sniffen C.J., Chase L.E. & Cooper M.D. 1990. *J. Dairy Sci.* 73:3132-3140. • Hady P.J., Domecq J.J. & Kaneene J.B. 1994. *J. Dairy Sci.* 77: 1543–1547. • Halachmi, I., Polak, P., Roberts, D.J. & Klopčic, M. 2008. *J. Dairy Sci.* 91: 4444–4451. • Halachmi, I., Klopčic, M., Polak, P., Roberts, D.J. & Bewley, J.M. 2013. *Comput. Electron. Agric.* 99: 35–40. • Mizrach, A., Flitsanov U., Maltz E., Spahr S.L., Novakofski J.E. & Murphy M.R. 1999. *Trans. ASAE* 42: 805-812. • Pompe J.C.A.M., de Graaf V.J., Semplonius R. & Meuleman J. 2005. 2nd European Conference on Precision Livestock Farming, 243-245. • Roche J.R., Friggens C., Kay J.K., Fisher M.W., Stafford K.J. & Berry D. 2009. *J. Dairy Sci.* 92: 5769–5801 • Silva, S. & Cadavez, V.P. 2012. In D.W. Sun (Ed.), *Computer vision technology in the food and beverage industries.* 238: 277-329. • Schröder U.J. & Staufienbiel R. 2006. *J. Dairy Sci.* 89:1-14.

Tabla 1: Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de correlación (r) para a CC (notas 1 a 5), medidas de UTR (mm) e medidas de ángulos (grados) (n = 46).

	Media±DE	Coeficientes de correlación		
		CC	UTR_Grupa	UTR_Lumbar
CC	3,33±1,09			
UTR_Grupa	7,67±4,04	0,934		
UTR_Lumbar	8,53±3,92	0,882	0,940	
Ang1	143,1±13,0	0,830	0,827	0,769
Ang2	116,7±17,2	0,851	0,854	0,813
Ang3	156,8±14,1	0,803	0,744	0,730
Ang4	146,9±9,5	0,793	0,809	0,779
Ang5	106,6±18,4	0,900	0,849	0,763
Ang6	103,3±14,6	0,824	0,760	0,678
Ang7	108,6±14,8	0,799	0,787	0,758
Ang8	148,4±10,3	0,877	0,829	0,783
Ang9	157,7±12,6	0,778	0,723	0,734
Ang10	118,3±21,2	0,785	0,777	0,750
Ang11	146,4±11,1	0,706	0,674	0,551

Todos los valores de r fueron significativamente (***)P<0,01) diferentes de cero

Tabla 2: Las ecuaciones de regresión entre las mediciones de ángulos y medidas de CC y UTR.

CC y medidas de UTR	Terme cst.	Medidas de ángulo					R2 Aj	DPR
		a2	a3	a5	a7	a8		
CC	-7,08			0,027	0,015	0,039	0,900	0,346
UTR_Grupa	-18,55	0,089		0,082	0,066		0,817	1,727
UTR_Lumbar	-21,42	0,135	0,091				0,706	2,125

ASSESSING BODY FAT RESERVES OF DAIRY COWS BY DIGITAL IMAGE ANALYSIS

ABSTRACT: The evaluation of ruminant fat reserves has been widely accepted as a necessity for herd management. The aim of this study is the development of an image analysis method for assessing the body condition of dairy cows. Images were taken from 46 animals using an apparatus consisting of a video camera and a light source mounted on a supporting structure in order to have a bird's eye view of the cow. Based on these images and using ImageJ 11 angles of rump region, particularly for hook and pin bones were determined. For validation with was done the notation of body condition (BCS) using a scale of 1 to 5 points at intervals of 0.25 and subcutaneous fat thickness (SFT) determined in ultrasound images using ImageJ in rump and lumbar regions. The ultrasound images were obtained with real time ultrasound with a 7.5 MHz linear probe. A significant correlation between BCS and SFT ($r > 0.88$, $P < 0.01$) was found. Regarding stepwise regression equations the angle measurements can explain 71 to 82% and 90% variation of SFT and BCS, respectively. These results show that it is possible to evaluate body fat reserves using rump angles obtained by image analysis.

Keywords: image analysis; dairy cattle; body fat reserves

EL DISEÑO DE UN CONTRATO AMBIENTAL PARA LAS EXPLOTACIONES GANADERAS DE EXTENSIVO. ESTUDIO APLICADO A LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LAS SIERRAS DE BÉJAR Y FRANCIA

Azqueta-Oyarzun, D., Vicente-Amores, F. M.¹

¹Departamento de Administración y Economía de la Empresa. Universidad de Salamanca. fva@usal.es

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones ganaderas de extensivo en la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia generan unas rentas, por término medio, de 236 €/ha que se distribuyen de la siguiente forma: 35€/ha rendimiento comercial; 182 €/ha subvenciones correspondientes al Pilar I de la PAC y 19 €/ha al Pilar II (Vicente-Amores, 2013). El sistema de incentivos establecido ha favorecido la adopción de prácticas dirigidas a incrementar la ganancia media diaria de peso para acortar la duración del proceso y aumentar la rentabilidad, el abandono de prácticas dirigidas a mejorar el estado de las fincas y la sobreexplotación de las parcelas mejor situadas. El objetivo de este trabajo es proponer un contrato que incentive la provisión de servicios ambientales. Para aumentar la eficiencia del contrato es importante que incorpore prácticas generadoras de externalidades positivas vinculadas a la actividad productiva, que sean fáciles de controlar y específicas a las características del territorio (Hanley *et al.*, 2012; Uthes y Matzdorf, 2013).

METODOLOGÍA

Partiendo de un censo de 654 ganaderos, facilitado por la Cámara Agraria de Salamanca, se obtuvo una muestra de 207 individuos que permite afirmar, con un 95% de confianza, que los resultados se pueden extrapolar a la población con un error máximo del 5,5%. Para analizar la información se ha utilizado el Biplot Logístico (Vicente-Villardón *et al.*, 2006; Demey *et al.*, 2008; Gallego-Álvarez y Vicente-Villardón, 2012), que combina Análisis de Coordinadas Principales y Regresión Logística, para tratar la información recogida en una matriz IxJ de datos binarios en la que las I filas corresponden a 207 individuos (explotaciones ganaderas de extensivo de la RBSBF) y las J columnas a 12 variables dicotómicas empleadas (Tabla 1). Complementariamente, se incorporó una pregunta, en términos de oferta competitiva, para poder estimar el coste del contrato.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para interpretar un Biplot Logístico debemos tener presente que: (1) los individuos se representan con puntos y las variables (características) con vectores. (2) la distancia entre dos individuos en la representación es proporcional a su semejanza, de modo que si aparecen muy próximos tienen características similares. (3) Los segmentos representan la dirección que toman las distintas variables; en el gráfico sólo se muestra el tramo que predice las probabilidades 0,5-0,75 y su longitud es inversamente proporcional a la capacidad discriminadora de la variable. (4) Proyectando un individuo sobre la variable se puede aproximar la probabilidad de que individuo tenga la característica descrita por la misma.

El biplot formado por los dos primeros ejes clasifica correctamente el 88% de los casos. En la figura 1 aparecen representados los individuos, las variables que han resultado representativas (en Tabla 1: p-valor y R²) y los cluster obtenidos en el análisis; además, para facilitar la interpretación se han incorporado las líneas que predicen la probabilidad 0,5 de las variables MS50, MS75, DS50, DS75. Se puede concluir:

- El establecimiento de cuatro cluster permite una clasificación clara de la población: cluster 1 (28,50%), cluster 2 (28,5%), cluster 3 (17,8%), cluster 4 (16,90%). Se establece una clara separación entre explotaciones de dehesa (cluster 1 y 2) y montaña (cluster 3 y 4).
- Los dos cluster de montaña comparten la importancia de los muros de piedra pero, además, las explotaciones del cluster 3 se caracterizan porque las parcelas requieren tareas de desbroce.
- Dentro del cluster 2 son importantes las tareas de desbroce, pero es poco probable encontrar explotaciones que tengan más del 50% de las parcelas que conserven muros

de piedra. En este cluster es muy probable encontramos con ganaderos afiliados a organizaciones profesionales.

- Respecto al cluster 1, aunque no es dominante ninguna de las medidas analizadas puede observarse que existe un número importante de explotaciones que conservan muros de piedra.
- La probabilidad de aceptar un contrato que incorpore las medidas necesarias es muy alta en los cluster 2 y 3, media en el cluster 4 y baja en el cluster 1. Por ello, se puede diferenciar entre dos modelos contractuales básicos uno para las explotaciones de dehesa y otro para las explotaciones de montaña. El contenido fundamental del primero serían las tareas de desbroce y el segundo que incorporaría mediadas de desbroce y mantenimiento de muros. Sobre estos modelos básicos sería posible incorporar compromisos complementarios (vg. cría de razas autóctonas). Teniendo en cuenta la posición de los individuos, y los cluster, en el gráfico respecto a las variables de edad podemos decir que el contrato es aceptado mejor entre los ganaderos más jóvenes.

La compensación exigida para aceptar un contrato, que sustituya el modelo actual de subvenciones e incorpore las prácticas descritas, es 287,5 €/ha en las explotaciones de montaña y 262,5 €/ha en las de dehesa. Si al pago exigido le restamos el valor de las subvenciones percibidas en la actualidad obtenemos el coste del contrato, que en las explotaciones de montaña sería de 97,5 €/ha (287,5 €/ha-190 €/ha) y en las de dehesa 48,5 €/ha (262,5€/ha-214€/ha). Los resultados obtenidos son coherentes con los costes estimados para estas actividades por el ITAGRA para la Junta de Castilla y León. Por otra parte, el pago exigido por mantener la actividad productiva incorporando prácticas que indiquen positivamente en la provisión de servicios ambientales es muy próxima al valor medio de un derecho de Pago Único en España (278 €/ha) y al pago medio por hectárea percibido en otros países europeos en concepto de pagos directos (268 €/ha) sin tener que asumir compromisos ambientales que van más allá del mero cumplimiento de la condicionalidad agraria.

Puede concluirse que poner en marcha el modelo propuesto permitiría integrar la dimensión ambiental en las decisiones productivas de los ganaderos. Además, al aumentar la rentabilidad de las explotaciones e incrementar las rentas de los ganaderos podría contribuir a frenar el proceso de abandono del medio rural. La propuesta contractual realizada es coherente con las recomendaciones institucionales y científicas sobre el desarrollo de programas agroambientales y compatible con los reglamentos comunitarios de reforma de la PAC para el período 2015-2020.

Tabla 1. Variables incorporadas en el Biplot Logístico y calidad de representación

Variable	Descripción	p-valor	R ²
FCTE	El ganadero está dispuesto a firmar un contrato ambiental	0	0,68
ING	La ganadería es la principal fuente de ingresos	0,01	0,74
OPA	El ganadero pertenece a organización profesional agraria	0	0,58
I40	El ganadero tiene menos de 40 años	0	0,63
I55	El ganadero tiene menos de 55 años	0	0,86
PORC	La explotación tiene ganado porcino	0	0,34
MONT	La explotación está en territorio de montaña	0	0,69
REF	¿Las parcelas pueden mejorarse mediante reforestación?.	0,16	0,23
MS50	% de las parcelas requieren mantenimiento de muros>50%	0	0,96
MS75	% parcelas requieren mantenimiento de muros >75%	0	0,93
DS50	% de parcelas que requieren tareas de desbroce>50%	0	0,95
DS75	% de parcelas requieren tareas de desbroce >75%	0	0,83

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Demey, J.R., et al. 2008. Identifying molecular markers associated with classification of genotypes by External Logistic Biplots, *Bioinformatics* 24, 2832-2838.
- Gallego-Álvarez, I., et al., 2012. Analysis of environmental indicators in international companies by applying the logistic biplot, *Ecological Indicators* 23, 250-261
- Hanley, N., et al., 2012. How should we incentivize private landowners to "produce" more biodiversity?, *Oxford Review of Economic Policy* 28, 93-113.
- Uthes, S. et al., 2013. Studies on Agri-environmental Measures: A

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS MIXTOS OVINO-CULTIVOS EN ARAGÓN

Nicoloso^{1,2}, C.S, Olaizola², A.M., Barrantes², O., Blasco², I., Reiné², R., Riaguas³, L., Fantova³, E., Cuartielles³, I., Manrique², E.

¹Universidad Federal de Santa Maria. carolinanicoloso@hotmail.com ²Dpto. de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza. ³Oviaragón-Grupo Pastores.

INTRODUCCIÓN

Entre los métodos desarrollados para la evaluación de la sostenibilidad, MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad) sigue un enfoque holístico y se puede aplicar a diferentes escalas, incluyendo a nivel de explotación. La aplicación práctica de este enfoque integrador para identificar y analizar indicadores relevantes para la sostenibilidad de las explotaciones, puede ser complejo, debido a la implicación de diferentes grupos de interés con diversas percepciones de la sostenibilidad y diversas escalas temporales y espaciales implicadas (Ripoll-Bosch, *et al.*, 2012). En el marco de un proyecto de investigación sobre los sistemas de explotación mixtos (ganado-cultivos), el objetivo de esta comunicación es evaluar la sostenibilidad de sistemas mixtos ovino-cultivos mediante el establecimiento de una tipología de explotaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

La sostenibilidad según MESMIS está basada en cinco atributos: productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia teniendo en cuenta los tres pilares (económico, social y medioambiental). El procedimiento de evaluación consta de seis etapas (Speelman *et al.*, 2007):

Etapas 1- definición y descripción del sistema a evaluar. Las explotaciones analizadas pertenecen a la red de gestión técnico-económica de Oviaragón y están distribuidas por el territorio aragonés bajo diferentes condiciones agroecológicas. La dimensión media de los rebaños es de 736 ovejas, pero con valores mínimos y máximos de 286 y 1.640 ovejas respectivamente. Disponen de media de 115 ha de SAU aunque existe una fuerte variabilidad. Son explotaciones con gran importancia del secano (88% de la SAU de media). Los cereales en secano y cultivos forrajeros suponen de media el 27% y 30% de la SAU, respectivamente. El valor medio de la superficie en propiedad es del 45%, si bien el valor máximo es del 100%. La raza utilizada mayoritariamente es Rasa Aragonesa y el manejo reproductivo es de 3 partos en 2 años en el 75% de las explotaciones. El 72% de los corderos producidos están incluidos en la IGP "Ternasco de Aragón".

Etapas 2- identificación de los puntos críticos del sistema. Etapa 3 selección de los criterios e indicadores de diagnóstico: Se han seleccionado 42 indicadores en una reunión de expertos. Etapa 4- medición y seguimiento de los indicadores seleccionados. Se ha realizado una encuesta directa a 40 explotaciones ovinas (julio 2013-marzo de 2014). Etapa 5- integración de los resultados: se establecieron valores de referencia para cada indicador. Los indicadores se ponderaron según la opinión de los mismos expertos de la etapa 2. Dada la distinta naturaleza de los indicadores, todos los valores se transformaron en una escala de 0 (menos sostenible) a 100 (más sostenible). Para cada explotación se han calculado los atributos de sostenibilidad Etapa 6- Conclusiones y recomendaciones. Se ha establecido una tipología de sistemas mixtos ovinos en función de su sostenibilidad mediante Análisis Cluster, previa estandarización de las variables. La distancia euclídea al cuadrado y el método de Ward se han utilizado como medida de la distancia y algoritmo de clasificación, respectivamente. Para analizar las diferencias entre grupos de explotaciones se ha utilizado análisis de varianza (ANOVA) Los análisis se han realizado con SPSS (19.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis Cluster realizado sobre las cuarenta explotaciones, se ha identificado cuatro grupos de explotaciones (Tabla 1 y Figura 1).

Grupo 1 (n = 18). Estas explotaciones presentan de media la "mayor autosuficiencia y estabilidad". Son explotaciones, por tanto, con mayor capacidad para regular y controlar las interacciones con el exterior y para hacer frente a los cambios. En este grupo, se pueden diferenciar dos subgrupos de explotaciones. El Subgrupo 1A (n = 10). Obtienen la "mayor adaptabilidad" (54,8%), es decir explotaciones con mayor capacidad para encontrar nuevos niveles de equilibrio a largo plazo frente a posibles cambios. El Subgrupo 1B (n = 7). Explotaciones con "mayor estabilidad"

Tabla 1. Puntuaciones medias de los atributos de sostenibilidad en los grupos de explotaciones mixtas ovino-cultivos.

	Grupo 1	Subgrupo 1A ¹	Subgrupo 1B ¹	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
No. explotaciones	18	11	7	8	6	8
Productividad	34,6 ^a	35,5 ^e	33,2 ^e	52,6 ^b	27,5 ^a	39,0 ^a
Estabilidad	57,2 ^a	54,8 ^e	61,0 ^f	47,3 ^b	40,8 ^{bc}	50,3 ^{bd}
Adaptabilidad	46,7 ^a	56,4 ^e	31,4 ^f	35,0 ^a	41,1 ^a	50,5 ^a
Equidad	53,5 ^a	52,7 ^e	54,8 ^e	46,2 ^{bc}	50,5 ^{ac}	65,6 ^d
Auto-suficiencia	74,4 ^a	74,3 ^e	74,7 ^e	70,4 ^a	54,1 ^b	65,7 ^{ab}

ANOVA. Mismos atributos con letras distintas indican diferencias entre los grupos ($p < 0.05$).

¹ Diferencias entre los dos subgrupos.

Grupo 2 (n = 8). Explotaciones con la "Mayor productividad y la menor equidad y adaptabilidad". También presentan un elevado nivel de autosuficiencia. Grupo 3 (n = 6). Explotaciones "menos sostenibles". Consiguen la menor productividad (27,5%), autosuficiencia (54%) y estabilidad (41%). Grupo 4 (n = 8). Explotaciones que presentan la "mayor equidad" y con gran capacidad de adaptación. Así mismo, consiguen una elevada productividad.

En el análisis de los indicadores del atributo de productividad, se observan grandes diferencias entre los grupos. El Grupo 2, "Mayor productividad", obtiene la mayor productividad del trabajo (50.745 € VAB/UTA), la mayor productividad animal (1,57 corderos vendidos/oveja y año) y la mayor productividad de la tierra. Por el contrario el Grupo 3, "Menos sostenible", consigue la menor productividad del trabajo y de la tierra. Respecto al atributo de estabilidad, la continuidad de las explotaciones es similar entre los grupos establecidos, excepto el Grupo 4 con mayor continuidad. En el Subgrupo 1B "mayor estabilidad", las explotaciones poseen mayor porcentaje de superficie en regadío (40%) y se localizan más próximas a ciudades con un cierto grado de servicios, sucediendo lo contrario en las explotaciones del Grupo 3, "menos sostenibles. Con relación al atributo de adaptabilidad, los ganaderos del Subgrupo 1A "mayor adaptabilidad" tienen el mayor nivel educativo, mientras que los ganaderos del Grupo 2 tienen el nivel más bajo. Sin embargo, este grupo comercializa el mayor porcentaje (alrededor de 80%) de corderos bajo la IGP "Ternasco de Aragón". El Grupo 4, "mayor equidad" y el Subgrupo 1A presentan una mayor disponibilidad de tierra en relación al tamaño de rebaño (ha Superficie total/oveja), mientras que el Grupo 2 tiene la menor disponibilidad. Respecto al atributo de equidad, no hay grandes diferencias entre los grupos de explotaciones en la importancia del pastoreo y en el nivel de satisfacción de los ganaderos con su actividad, excepto el Grupo 3, "menos sostenibles" que son los menos satisfechos.

El Grupo 4 "mayor equidad" presenta una mayor diversificación de los cultivos (número de cultivos en un año), mientras que los Grupos 2 y 3 obtienen los menores valores. Así mismo, el coste en consumo de agua (coste agua/ha SAU) es menor en el Grupo 4 y 3. Sin embargo, el Grupo 3 y 2 "menor equidad" gastan más en combustible (coste combustible/ha SAU). El Grupo 4 reutiliza casi el 100% del estiércol producido en su propia explotación. Con relación al atributo de autosuficiencia, se observa un alto grado de dependencia de las subvenciones en todos los grupos de explotaciones, si bien el Grupo 3, "menos sostenibles" sería el más dependiente. El Grupo 1 "mayor autosuficiencia y estabilidad" y Grupo 4 "mayor equidad" gastan menos en alimentación por oveja. La superficie en propiedad es solo el 21% de la SAU en el Grupo 3 y en el Grupo 1, más autosuficiente, es el 54%. Son explotaciones familiares en las que la mano de obra familiar alcanza el 100% en algunos grupos. Sin embargo, en el Grupo 4 la mano de obra familiar representa el 70% del total de la mano de obra.

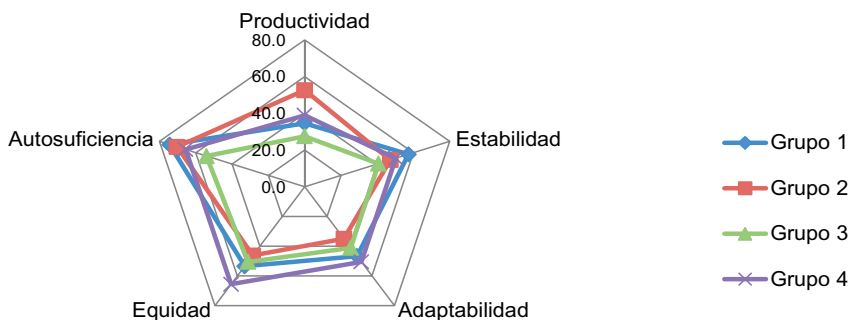


Figura 1. Valores medios de los atributos de sostenibilidad en los grupos de explotaciones mixtas ovino-cultivos.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los ganaderos encuestados, a los técnicos de la cooperativa Oviaragón, así como a los expertos participantes en las reuniones su colaboración. The research leading to these results has received funding from the European project CANTOGETHER (FP7, Grant agreement n° 289328).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Ripoll-Bosch, R. et al., 2012. *Agricul. Syst.*105, 46-56; •Speelman, E.N. et al. 2007. *Intern. Jour. of Sustain. Develop. and World Ecology* 14, 345-361.

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF MIXED SHEEP - CROPS SYSTEMS IN ARAGON

ABSTRACT: Among the methods developed for sustainability assessment, MESMIS (acronym in Spanish) (Framework for assessing the Sustainability of Natural Resource Management Systems) follows a holistic approach, can be applied at different scales, including the farm scale and assure universal applicability to natural resource management systems at attributes level. The objective of this work was to evaluate the sustainability of mixed sheep farming systems by means of farm typology. Most farms (45 %) were included in Group 1 "More self-sufficiency and stability" and only 15 % of farms were "less sustainable" (Group 3). 20 % of farms present "Best productivity" (Group 2) and 20 % "Best Equity" (Group 4). The sustainability assessment of mixed sheep farms showed that mixed sheep farms presented higher levels of self-sufficiency and equity than productivity.

Keywords: sustainability, MESMIS, cluster analysis, mixed farming systems.

ACTIVIDAD OVINA Y DIVERSIFICACIÓN DE LOS MODOS DE VIDA RURALES EN LA ALTA MONTAÑA MEXICANA

Estévez-Moreno, L.X.¹, Sánchez-Vera, E.¹, Nava-Bernal, G.¹, Estrada F. J.¹, Gómez-Demetrio, W.¹.

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus El Cerrillo, Piedras Blancas, Carretera Toluca - Ixtlahuaca Kilómetro 15.5, Edo. México. Correo: lauem82@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las actividades que soportan los modos de vida rurales alrededor del mundo (Chaminuka et al, 2014, Tsegaye et al, 2013). La producción ovina es particularmente relevante en múltiples comunidades de la alta montaña mexicana, por lo cual, comprender su papel en la subsistencia de los hogares resulta fundamental como base para la elaboración de propuestas orientadas al desarrollo rural sustentable. El presente trabajo busca aportar a la comprensión del papel de la ganadería en la subsistencia de los hogares rurales, tomando como caso de estudio el ejido Ojo de Agua localizado en el municipio de Zinacantepec, en el Edo. México. Se acude como marco teórico y analítico al enfoque de los Modos de Vida Sostenibles, con énfasis en categorías analíticas como los capitales de los modos de vida y las estrategias de obtención de ingresos (Ellis 2000). Se conjugan herramientas cualitativas y cuantitativas de captura de información, y se plantea como hipótesis de trabajo que los ovinos tienen un papel multifuncional dentro de los modos de vida de los hogares que los mantienen, más allá de su aporte como fuente de ingresos monetarios para los hogares.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo es un estudio de caso realizado en el ejido Ojo de Agua. Se conjugaron métodos cualitativos y cuantitativos incluyendo entrevistas a profundidad con actores clave del ejido, dos talleres de productores ovinos y un cuestionario con preguntas cerradas a los miembros de 16 hogares vinculados durante 2013 y 2014 a la actividad ovina. Estos se seleccionaron mediante un muestreo por conveniencia. De acuerdo con los entrevistados y los resultados de los talleres, los 16 hogares representan la heterogeneidad de los hogares borregueros de la zona, tanto por su estructura como por el perfil tecnológico de la producción ovina que manejan. El cuestionario consideró 1) Características generales del hogar, 2) perfil tecnológico de la producción ovina 3) estructura del sistema de producción agropecuaria 4) mano de obra empleada en la actividad ovina, 5) estrategia del hogar para la generación de ingresos. Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, y se hizo la triangulación de la información proveniente de las diferentes fuentes, para analizarla en torno a la conceptualización del Enfoque de los Modos de Vida Sostenibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ejido Ojo de Agua cuenta con 503 hogares de los cuales, entre el 40% y el 60% tuvo ovinos durante 2014. De los hogares restantes, aproximadamente el 40% tuvo estos animales por lo menos una vez durante los últimos 5 años, según estimaciones de los entrevistados y el consenso de los asistentes a los talleres. Los 16 hogares ovinocultores estudiados en profundidad, tienen en promedio 3,2 miembros, una edad promedio de 38 años, y la edad promedio del responsable del manejo de los ovinos es de 47 años. En solo uno de los 15 hogares hay miembros con educación superior, y al interior de los hogares, el responsable de la actividad ovina no es en ningún caso el miembro del hogar con mayor escolaridad. De acuerdo con las entrevistas y talleres, los ovinos cumplen múltiples funciones en los modos de vida de los hogares de Ojo de Agua aportando los distintos capitales de los hogares (financiero, natural, humano, físico y social), y participando en la construcción de estrategias de obtención de ingresos, tal como lo conceptualiza Ellis (2000).

Capital financiero y estrategias de obtención de ingresos: Al igual que se ha evidenciado alrededor del mundo (Chaminuka et al, 2014; Tsegaye et al, 2013), la ganadería forma parte de una estrategia diversificada de fuentes de ingresos de los hogares. Esto lo corroboran los talleres realizados en Ojo de Agua, que identifican como actividades generadoras de

ingresos adicionales a los ovinos en el ejido, la cría de aves, la siembra de maíz, haba, avena y/o papa; empleos no agropecuarios en fábricas relacionadas con los sectores de alimentos o automotriz, servicio doméstico, o empleos asociados a seguridad. También se refieren autoempleos, como negocios de preparación y/o venta de alimentos; donaciones, y subsidios gubernamentales entregados a personas de la tercera edad. Los ovinos son la principal fuente de los ingresos monetarios del 43% de los hogares estudiados y todos los hogares están vinculados a por lo menos 2 de los tipos de fuentes de ingresos. Esto muestra que aunque en algunos casos podría hablarse de un “estrategia ganadera”, no es la generalidad de los hogares de Ojo de Agua. Más allá de este aporte, según refieren los entrevistados los ovinos también sirven como garantía para solicitar préstamos a particulares. Además son un mecanismo de ahorro, que puede ser invertido en gastos diarios, emergencias, gastos puntuales, o reinversiones en actividades productivas, contribuyendo a aumentar la autonomía de los hogares.

Capital social: Los aportes directos de la actividad ovina al capital social, incluyen la presencia de una asociación de productores que funciona como estrategia para intercambio de conocimientos, la gestión de proyectos y canalización de recursos. La transmisión de conocimientos sobre la actividad ovina de padres a hijos, que se verifica en el 100% de los hogares estudiados, también ha llevado a reforzar los lazos al interior de los hogares entre miembros de diferentes edades. Otro aporte es el trabajo “a medias”, que es una estrategia de manejo de los ovinos que vincula a un dueño de los animales y a un pastor, y permite crear o robustecer redes de confianza entre amigos o familiares e intercambiar conocimientos. Esto también aporta al capital financiero ya que los acuerdos a medias permiten optimizar el uso de la mano de obra disponible en los hogares de ambas partes para el desarrollo de otras actividades generadoras de ingresos.

Capital humano: Aunque la carne ovina solamente es autoconsumida en 4 hogares, la actividad aporta de manera indirecta a este capital, dado que el 44% de los hogares destinaron parte de los ingresos de la venta de ovinos a gastos en salud, alimentación y/o educación.

Capital físico-natural: Los ovinos y las tierras de pastoreo, son activos de los hogares, que pueden ser catalogados como parte del capital físico o del natural (Chaminuka et al, 2014). De acuerdo con los entrevistados, en 2014 el tamaño máximo de los rebaños de Ojo de Agua no superó los 60 ovinos por hogar, salvo los pastores que reciben animales de diferentes dueños, bajo acuerdos “a medias”, alcanzando hasta 150 cabezas. De los 16 hogares estudiados, 8 manejan ovinos “a medias”, como dueños de los ovinos (50%) o como pastores (50%). Existen sistemas de cría de corderos o de cebo, pero en el ejido los hogares suelen combinar diferentes formas de tenencia para mantener ovinos de orientaciones productivas. Así, de los 16 hogares estudiados, el 31% tienen sistemas de cría, el 44% de cebo y el 25% restante manejan ambos sistemas. Todos los rebaños de cría y parte de los de cebo, realizan pastoreo diario durante todo o la mayoría del año, y en confinamiento únicamente se manejan cebos. El pastoreo es posible gracias a que los productores pueden acceder a bosques, baldíos, y parcelas dedicadas a la agricultura durante los meses del año en que no están cultivadas. La actividad ovina en Ojo de Agua funciona a través de una estrecha sinergia con la agricultura, que como lo ha mostrado ayuda a viabilizar ambas actividades y a optimizar el uso de recursos como el estiércol que se aprovecha en los suelos agrícolas y productos y residuos de cosecha que se emplean en la alimentación animal.

Como conclusión, los resultados obtenidos permiten corroborar la hipótesis planteada, ya que sin ser la principal fuente de ingresos de todos los hogares ovinocultores de Ojo de Agua, los ovinos tienen un carácter multifuncional en términos de su aporte a los modos de vida de los hogares del ejido. Esto último se visibiliza, gracias a la utilización del enfoque de los modos de vida sostenible

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chaminuka, P., Udo, H.M.J., Eilers, K. & Zijpp, A. 2014. Livelihood roles of cattle and prospects for alternative land uses at the wildlife/livestock interface in South Africa. *Land Use Policy*. 38: 80 – 90.
- Ellis, F. 2000. *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. New York: Oxford University Press. 273 p.
- Tsegaye, D., Vedeld, P., Moe, S.R. 2013. Pastoralists and livelihoods: A case study from northern Afar, Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 91:138-146

Agradecimientos: Fondos de investigación de la UAEMEX, proyecto 3785/2014.

Tabla 1. Fuentes de ingresos monetarios de los hogares ovinocultores de Ojo de Agua según la orientación productiva de sus sistemas ovinos.

Actividades generadoras de ingresos monetarios (I.M)	Cría (5 hogares)		Cebo (7 hogares)		Cría y Cebo (4 hogares)		Total (16 hogares)	
	Nº	Principal fuente de I.M (%)*	Nº	Principal fuente de I.M (%)*	Nº	Principal fuente de I.M (%)*	Nº	Principal fuente de I.M (%)*
Ovinos	5	80,0	7	28,6	4	25,0	16	43,8
Otras act. agropecuarias	4	25,0	6	16,7	4	25,0	14	21,4
Emp.agropecuario	0	0,0	6	33,3	2	0,0	7	16,7
Empleo no agropecuario	2	0,0	3	50,0	2	50,0	6	42,9
Autoempleo no agropec.	1	0,0	2	50,0	2	50,0	5	33,3
Donaciones	4	0,0	1	0,0	1	0,0	6	0,0
Subsidios	3	0,0	1	0,0	1	0,0	4	0,0

*Porcentaje de Hogares en los que es la principal fuente de I.M respecto al total de hogares de cada orientación productiva que realizan la actividad.

SHEEP PRODUCTION AND DIVERSIFICATION OF RURAL LIVELIHOODS IN THE HIGHLANDS OF MEXICO

ABSTRACT: This paper is aimed to understand the role of livestock in the livelihoods of the inhabitants in the highlands of Mexico, using Sustainable Livelihoods approach as theoretical and analytical framework. The Ojo de Agua (Mun. Zinacantepec) ejido located on the slopes of Nevado de Toluca was used as a case study. Methods such as interviews with key actors, workshops and a questionnaire were undertaken together with sheep producers and their family members. Based on the triangulation of information gathered, the contribution of sheep to different capitals within households and their participation in livelihood strategies were analyzed. Preliminary results indicate that households in Ojo de Agua combine different income generating activities besides sheep production. These are other agricultural activities, agricultural employment, non-agricultural self-employment, non-agricultural employment, subsidies and grants. Sheep production is not always the main source of cash income of households but provide financial capital. Sheep are themselves a physical and natural assets and enhance either directly and indirectly the social and human capital growth. Finally, the study demonstrates the utility of the approach used to understand the multifunctionality of sheep within rural livelihoods.

Keywords: Sheep production, rural livelihoods, Nevado de Toluca.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIARES EN EL BIOMA PAMPA: ANALISIS INICIAL

Nicoloso¹, C.S., Silveira, V.CP¹, Quadros, F.L.F¹, Coelho Filho, R.C².

¹Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. carolinanicoloso@hotmail.com

²EMATER-RS

INTRODUCCIÓN

En Brasil se encuentran seis distintos biomas: Amazônia (49,29%), Cerrado (23,92%), Mata Atlântica (13,04%), Caatinga (9,92%), Pampa (2,07%) e Pantanal (1,76%). El Pampa está ubicado en la provincia del Rio Grande do Sul en 63% del territorio, Argentina y Uruguay. El bioma Pampa presenta flora y fauna propias, con un riquísimo patrimonio cultural asociado a su grande biodiversidad.

Desde la colonización ibérica, la ganadería extensiva es la principal actividad económica de la zona y permite la conservación del bioma, desarrollando una cultura singular representada por la figura del gaucho. La introducción e incremento de cultivos y forrajeras exóticas están llevando a una rápida degradación de las pasturas naturales del Pampa. Estudiar esta dinámica es importante para comprender la sostenibilidad de estos sistemas.

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta metodológica que ayuda evaluar la sustentabilidad a través de la comprensión integral de los sistemas de manejo que surgen de las interrelaciones entre los procesos ambientales, sociales y económicos (Astier et al, 2008).

El objetivo de este trabajo es evaluar la sostenibilidad de los sistemas familiares de producción en lo bioma Pampa en Rio Grande do Sul.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para aplicar la metodología MESMIS, se propone un ciclo de evaluación que comprende los pasos descriptos a seguir (Maserá et al, 1999):

Paso 1- definición y descripción de los sistemas que serán evaluados. En reunión con técnicos de EMATER/RS y expertos de UFSM, fueron elegidos tres sistemas de producción de ganadería familiar existentes en el bioma Pampa y representativos del problema investigado: GPN-Ganaderos familiares típicos con sistema de producción en pastos naturales, GPNC- Ganaderos familiares típicos con sistema de producción en pastos naturales y presencia de otros cultivos, excepto soja. GPNS- Ganaderos familiares típicos con sistema de producción en pastos naturales y cultivo de soja.

Paso 2- en un taller con técnicos expertos de EMATER/RS y UFSM, fueron identificados los puntos críticos del sistema a través de un análisis DAFO.

Paso 3- selección de los criterios de diagnóstico e indicadores: con el resultado del análisis DAFO se elaboró la lista de indicadores finales mediante discusión con los expertos y técnicos. Los tres pasos iniciales fueron realizados entre octubre de 2013 y marzo de 2014.

Paso 4- medición y el seguimiento de indicadores seleccionados. Esta etapa se realizó con el estudio de 35 explotaciones de la Comarca de Santa Maria, distribuidas en distintos municipios de la zona, que forman parte del bioma Pampa, entre marzo y julio de 2014. Un cuestionario fue desarrollado por los participantes con el fin de recoger datos, con preguntas relacionadas con los indicadores.

Paso 5- integración de los resultados: se establecen valores de referencia para cada indicador. Para cada atributo de sostenibilidad, los indicadores fueron ponderados para reflejar la diferente importancia que tienen en la explicación de la sostenibilidad del sistema. Los valores se transformaron en una escala de valor de 0 (peor) a 100 (mejor), estos valores y sus pesos se utilizaron para el cálculo de los atributos de sostenibilidad. Posteriormente los indicadores fueron agrupados dentro de los tres pilares de la sostenibilidad, admitidos por el método (social, ambiental y económico).

Paso 6- Conclusiones y recomendaciones: después de los cálculos de los valores obtenidos por cada sistema de producción estudiado para cada pilar de la sostenibilidad, estos valores fueron estandarizados y se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias entre las medias de cada sistema de producción. El análisis fue realizado con SPSS (19.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar los resultados obtenidos por los sistemas de producción estudiados, para los tres pilares de la sostenibilidad.

Tabla 1. Puntuaciones obtenidas por los tres sistemas de producción en los pilares de la sostenibilidad.

	GPN	GPNC	GPNS
Social (%)	58	50.9	54.9
Económico (%)	74.1	72.1	68.8
Ambiental (%)	71.6	69.3	57.8

(p<0.05)

No se identificó diferencias significativas para las medias de los sistemas de producción estudiados en el pilar social. Para este estudio, el pilar social estaba compuesto por los indicadores “participación del ganadero” en espacios colectivos y sindical, “formación del ganadero” (educación formal y complementaria), “calidad de vida” y “continuidad de la explotación” (presencia de hijos que desean seguir en la explotación). Solo el indicador “formación del ganadero” presentaba un peso más bajo que los demás indicadores, con pesos iguales. En la Figura 1 también se observa los resultados de los pilares en cada sistema.

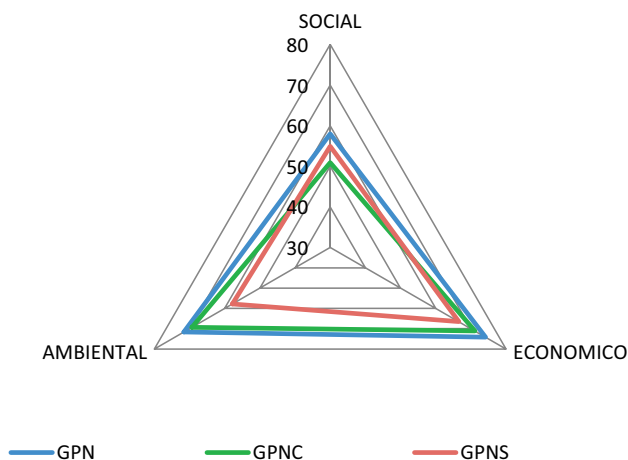


Figura 1: Puntuación de los tres sistemas de producción en los pilares social, económico y ambiental.

En el pilar social los tres sistemas no difieren estadísticamente y el comportamiento en los indicadores también se parece. Para la calidad de vida, los tres sistemas presentaran valores alrededor de 70%, lo que indica condiciones de vida estructural y trabajo son aceptables. La participación de los ganaderos, fue baja, lo que está de acuerdo con lo referido en la literatura que resalta el carácter individualista de los ganaderos familiares en esta zona (Porto et al., 2010; Ribeiro, 2009).

La continuidad de la explotación presentó los resultados positivos (más de 80%) para los tres sistemas estudiados. La formación del ganadero, que incluye la educación formal y cursos relacionados a la actividad ganadera, presentó la puntuación más baja entre todos los indicadores sociales. Estos valores tan bajos (debajo de 20%) la ausencia de educación formal o informal, lo que puede ser explicado por dificultades de acceso a la educación formal/informal, y oferta insatisfactoria de cursos de formación para la actividad.

En el pilar económico todos los indicadores presentan el mismo peso. Este pilar fue compuesto por los indicadores origen de la renta, sistema de producción, nivel de endeudamiento, propiedad de la tierra y herencia.

El indicador “origen de la renta” considera los ingresos de otras actividades, no ganadera, y las explotaciones más sostenibles son las que presentan menos ingresos externos a la producción animal. Los tres sistemas presentaron ingresos de otras actividades y el sistema menos dependiente de estos ingresos externos fue el sistema GPN (60% de la renta tiene origen en la producción animal). Los sistemas GPNC y GPNS obtuvieron 40 y 20 % de sus ingresos con origen en la producción animal. Según Pizzato (2013), esto es reflejo de la valorización de los granos en el mercado, llevando a los ganaderos a cultivar granos, en especial la soja.

En el indicador “sistema de producción” las variables indican mayor sostenibilidad de los sistemas que tienen menor dependencia de insumos externos y con más bien estar animal. En este indicador, todos los sistemas obtuvieron valores alrededor de 70%.

La “propiedad de la tierra” considera que la tierra que no es propia representa inseguridad en cuanto al futuro de lo sistema. Así, los sistemas con más tierras propias son considerados los más sostenibles. Los sistemas GNPS tenían mayor cantidad de tierras no propias. Los costos de los implementos agrícolas y el precio de la soja incentivan a la expansión del cultivo mediante arrendamientos.

El nivel de endeudamiento relaciona las deudas que necesitan ser pagadas con los ingresos del año. Los sistemas presentaban niveles de endeudamiento parecidos, alrededor de 50%.

El indicador “herencia” considera la existencia de una área de tierras mínima de 150 ha/heredero. Aunque haya interés y herederos para continuar con la explotación, ya demostrado en el pilar social, el área de tierra disponible/heredero no es suficiente para garantizar la sobrevivencia económica de la explotación, en los tres sistemas estudiados.

El pilar económico no presenta diferencia significativa entre los sistemas de producción estudiados (Tabla 1). Aunque los indicadores origen de la renta y propiedad de la tierra presenten diferencia entre los resultados, estas diferencias numéricas no fueron suficientes para diferir en los resultados de cada sistema para el atributo económico.

Los indicadores ambientales se relacionan con dos aspectos: condiciones de manejo de los pastos naturales y la áreas de cultivos de las explotaciones. Las condiciones de manejo están representadas por los indicadores carga animal (medida por la altura del pasto) y nivel de degradación de los pastos (cobertura del suelo de 90%, sin plantas invasoras). El indicador “presencia de cultivos” considera el tiempo y porcentaje en el sistema.

Los sistemas no presentaron diferencias significativa entre ellos, aunque el sistema GPN tenga obtenido la mejor puntuación para los indicadores ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astier, M. et al. 2008. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 100p
- Masera, O. et al. 1999. GIRA Mundi prensa, México.
- Pizzato, F. 2003. Dissertação de Mestrado, GEO-UFRGS. 105p.
- Porto, R. G. et al. 2010. Revista Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 48, n. 2.
- Ribeiro, C. M. 2009. Tese de Doutorado, PPGDR-UFRGS. 300p.

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF PRODUCTION SYSTEMS IN PAMPA BIOME USING MESMIS METHODOLOGY: INITIAL ANALYSIS

ABSTRACT: The Pampa biome has native flora and fauna, with a rich cultural heritage associated with the greatest biodiversity. Extensive livestock is the main economic activity of the area and allows the conservation of the biome. The introduction and growth of exotic crops and forage are leading to a rapid degradation of natural pastures of the Pampa. Studying this dynamic is important to understand the sustainability of these systems. It was used the MESMIS methodology and analysis of variance to compare means. There are no significant differences between the means, although one can observe differences between the indicators for each production system.

Keywords: sustainability, MESMIS, Pampa.

EFFECTOS DE LA DIVERSIFICACIÓN GANADERA DE LA EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS EN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES

Pindado¹, E., Sánchez, M., Tudela, L. y García Álvarez-Coque, J.M.

¹ Public University of Navarra. Business Department. Campus Arrosadia, 31006 Pamplona, Spain. emilio.pindado@unavarra.com

INTRODUCCIÓN

La innovación es uno de los principales factores que permiten a las pequeñas empresas obtener ventajas competitivas consiguiendo así mejores rentabilidades, lo que incrementa las posibilidades de supervivencia a largo plazo (Alfranca et al., 2004; Audretsch, 1991). La innovación en producto y proceso es un importante componente de la capacidad innovadora de las empresas al ser el mecanismo central de diversificación y adaptación al mercado (Katila y Ahuja, 2002). Durante los últimos años el sector agrícola ha sufrido una reestructuración consecuencia de los cambios tecnológicos, cambios en el mercado y modificaciones en la PAC, hacia una mayor especialización de las actividades. No pocas explotaciones van dejando de ser unidades productivas dónde se producían múltiples actividades; agrícolas, ganaderas y forestales, para especializarse horizontalmente (uno o muy pocos productos) o especializarse verticalmente (una parte de la cadena productiva). Sin embargo, a pesar de esta especialización en la producción el número de explotaciones mixtas en España continua siendo alto (Viladomiu et al., 2002). El efecto de la diversificación sobre la innovación puede ser negativo o positivo, o no existir, según diferentes investigaciones. Las empresas diversificadas poseen más oportunidades para usar sus conocimientos y la innovación puede incrementarse a través de las economías de gama (Katila y Ahuja, 2002). Mientras, por el contrario, otros autores señalan como las empresas más diversificadas prestan menor atención a la I+D y la innovación disminuye (Hoskisson y Hitt, 1988).

Conocer las variables que intervienen en la capacidad de adaptación al mercado y creación de valor a través de la innovación, se establece como herramienta fundamental para contribuir al desarrollo económico del sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado los factores que intervienen en la adopción de innovaciones en producto y proceso de las explotaciones agropecuarias de las regiones de Navarra y Valencia, prestando especial atención a la relación o no de la diversificación de actividades dentro de la explotación con dicha innovación. El trabajo emplea un modelo de regresión logística para explicar la adopción de innovaciones, considera esta como la adopción de innovaciones en producto o servicio en los últimos cinco años en la explotación. El modelo propuesto emplea las siguientes variables a nivel de explotación; capital humano del titular (nivel de educación), antigüedad (año desde que existe la explotación) y resultado económico de la explotación (margen bruto). A través de un análisis factorial exploratorio y sus puntuaciones se ha definido la medición de la presión competitiva que resume la concurrencia en el mercado a partir de las preguntas realizadas en la encuesta mediante una escala de Likert, ver Tabla 1. Para analizar la diversificación de la actividad se han considerado la dedicación a tiempo completo, lo cual implica que el titular busca ingresos fuera de la actividad agrícola (diversificación fuera de la explotación) y ser explotación mixta (diversificación dentro de la explotación).

La base de datos empleada es una encuesta realizada a explotaciones por dos instituciones agrícolas técnicas, INTIA e IFIVA para una muestra aleatoria de explotaciones en las regiones de Navarra y Valencia desde septiembre de 2011 hasta enero de 2012. En total la muestra utilizada es de 118 encuestas en Navarra y 240 en Valencia para explotaciones agrícolas y mixtas. Respecto a las explotaciones con producción mixta, estas se distribuyen en la muestra de la siguiente manera, 39,8% en Navarra y 16,2% en Valencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo econométrico estimado (ver Tabla 2) muestra de manera general como la diversificación de actividades, tanto dentro como fuera de la explotación, favorecen la adopción de innovaciones en producto y proceso en ambas regiones.

Respecto al capital humano, medido a través del nivel de educación del titular de la explotación, este afecta positivamente a la adopción de innovaciones en Valencia, mientras en Navarra no es significativo. Estos resultados reflejan las relaciones complejas entre capital humano e innovación. La educación puede favorecer las innovaciones incrementales pero en el caso de innovaciones radicales puede afectar negativamente (Subramaniam y Youndt, 2005). La antigüedad de la explotación no es significativa en la adopción de innovaciones en producto y proceso, lo que se traduce en que las explotaciones más modernas no son las más innovadoras en lo que a productos o servicios se refiere, a pesar de que al haber entrado recientemente al mercado podrían haber optado por entrar con un producto innovador, reflejando cómo en el sector se produce una escasa destrucción creativa (Schumpeter, 1934). El resultado económico de la explotación, medido a través del margen bruto, no influye en la decisión de adoptar innovaciones en productos o servicios. Este aspecto coincide con otros estudios que señalan que mayores resultados económicos no favorecen la innovación (Katila y Ahuja, 2002).

La presión competitiva afecta positivamente a la adopción de estas innovaciones en las explotaciones de Navarra, mientras en Valencia no es significativa. Al igual que otros sectores e industrias la competitividad del mercado favorece la innovación en producto, siendo fundamental la manera de medir esta presión competitiva para que sea significativa o no y el tipo de producto (Vives, 2008).

Las variables que permiten medir la diversificación de la actividad, fuera y dentro de la explotación, son significativas y favorecen la adopción de innovaciones en producto para ambas regiones. En este sentido, la diversificación de la actividad fuera de la explotación (agricultura a tiempo parcial) favorece la innovación en producto y proceso. De la misma manera la multiactividad agrícola y ganadera favorece la adopción de innovaciones frente a las estrategias que buscan las economías de escala dentro de las explotaciones agrícolas.

Desde el punto de vista político el disponer de explotaciones mixtas no presupone a priori que no estén dispuestas a ser innovadoras, y por lo tanto se puede favorecer el desarrollo de un sector dinámico que se adapte bien a los cambios de la demanda y con una mayor orientación al mercado. Ante las recientes modificaciones en la Política Agraria Común y el debate surgido a nivel nacional a cerca de la definición de agricultor activo, es interesante remarcar el perfil innovador de los agricultores a tiempo parcial ante futuras medidas de apoyo porque se ha demostrado en el trabajo que estos no adoptan menos innovaciones que los titulares a tiempo completo, favoreciendo así el dinamismo del sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfranca, O., Rama, R., von Tulzemann, N. (2004). Innovation spells in the multinational agri-food sector. *Technovation* 24, 599-614.
- Audretsch, D. B. (1991). New-firm survival and the technological regime. *The Review of Economics and Statistics*, 441-450.
- Hoskisson, R. E., y Hitt, M. A. (1988). Strategic control systems and relative R&D investment in large multiproduct firms. *Strategic Management Journal*, 9(6), 605-621.
- Katila, R., y Ahuja, G. (2002). Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Academy of management journal*, 45(6), 1183-1194.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction Publishers.
- Subramaniam, M., y Youndt, M. A. (2005). The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management Journal*, 48(3), 450-463.
- Viladomiu, L., Rosell, J., y Francés, G. (2002). La diversificación de las explotaciones agrarias catalanas: hechos y realidades. • Vives, X. (2008). Innovation and Competitive Pressure*. *The Journal of Industrial Economics*, 56(3), 419-469.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto de investigación AGL2012-39793-C03-01 del Ministerio de Economía y Competitividad.

Tabla 1. Preguntas Factor Presión Competitiva.

Factor Presión Competitiva

1. Las decisiones de otros productores me obligan a innovar (1=en desacuerdo,7=de acuerdo; NS = No Sabe)
2. Conozco qué otros productores innovan en mi sector “
3. Las exigencias de los clientes sobre mi producto o métodos de producción me obligan a innovar “
4. Si pierdo clientes es fácil encontrar otros clientes “

Tabla 2. Modelos adopción innovaciones en producto o proceso en los últimos 5 años.

	Navarra		Valencia		
	Coef.	Error Std.	Coef.	Error Std.	
Constante	-0.118	(1.322)	-2.757	(0.908)	**
Nivel de Educación titular explotación	0.127	(0.302)	0.391	(0.230)	.
Antigüedad Explotación	-0.135	(0.117)	0.108	(0.096)	
Resultado Económico Explotación	-0.347	(0.286)	0.062	(0.156)	
Presión competitiva	0.918	(0.258)	*** 0.191	(0.174)	
Dedicación completa	-1.314	(0.637)	* -0.871	(0.245)	***
Explotación Mixta	0.408	(0.239)	. 0.861	(0.259)	***
Log-likelihood	-55,47		-104,88		
Chi ²	32,460 ***		32,544 ***		
AIC	124,95		223,78		
n	105		171		

Nivel de significancia: '***' 0,1% '***' 1% '*' 5% '.' 10%.

AIC: Criterio de información de Akaike.

DIVERSIFICATION IN SMALL AGRICULTURAL HOLDINGS: EFFECTS ON PRODUCT INNOVATION

ABSTRACT: This paper focuses on product and process innovation in small agricultural holdings in two Spanish regions. The structure of agricultural holdings has been changing towards more specialized farms based on scale economies. In this context, the paper analyzes the effect of diversification on innovation. Special attention is given to human capital and market pressure. Internal farm variables such as the economic results and age don't affect the adoption of new product or services. The conclusion is that product diversification and income diversification enhance the product innovation in small agricultural holdings.

Keywords: Product Innovation, diversification, Agricultural holdings.

Nutrición y alimentación

ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES MICROBIANAS EN FERMENTADORES DE FLUJO CONTINUO: EFECTO DE MODIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA RETENCIÓN DE PROTOZOOS EN EL SISTEMA

Cabeza-Luna¹, I., Carro², M.D., Fernández-Yepes¹, J. y Molina-Alcaide¹, E.

¹Estación Experimental del Zaidin (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008 Granada.

²Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. molina@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Algunos estudios previos, realizados con fermentadores de flujo continuo (Muetzel *et al.*, 2009; Soto *et al.* 2012; 2013) y semi-continuo (Martínez *et al.*, 2010; Mateos *et al.*, 2013), han mostrado que durante el período de incubación se producen cambios cuantitativos y cualitativos en las poblaciones microbianas ruminales. En todos estos estudios se observó un descenso marcado del número de protozoos, pero la evolución de otras poblaciones microbianas fue variable. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de dos modificaciones técnicas en fermentadores de flujo continuo para mejorar la retención de los protozoos y analizar la posible influencia en los parámetros fermentativos y en las poblaciones de bacterias, hongos y arqueas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 2 series de incubación de 14 días de duración cada una con 6 fermentadores de flujo continuo. En cada serie se asignaron al azar dos fermentadores a cada uno de los tratamientos experimentales: control (sin modificaciones), esponja (situada en la salida del efluente de los fermentadores) y filtro (formado por dos capas de nylon de 50 µm de tamaño de poro y situado en la salida del efluente). El primer día de cada serie de incubación los fermentadores se inocularon con 700 ml de fluido ruminal procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen, que recibían una dieta constituida por heno de alfalfa y concentrado en proporción 50:50. El contenido ruminal se obtuvo inmediatamente antes de la administración del alimento, se mezcló y se filtró a través de 4 capas de gasa antes de inocular los fermentadores. El flujo de saliva artificial se fijó en 40 ml/h y se mantuvo un flujo continuo de CO₂ durante todo el experimento. Cada fermentador recibió diariamente 30 g de la misma dieta que recibían las ovejas. Tras el periodo de adaptación, los días 10 y 14 de cada serie de incubación, se tomaron muestras de los efluentes para analizar las concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV), amoníaco y lactato. Asimismo, se recogieron unos 10 ml de efluente, en recipientes estériles que se congelaron (-20°C) para su posterior liofilización y extracción de ADN.

La extracción del ADN se realizó a partir de 50 mg de materia seca del fluido liofilizado siguiendo el método propuesto por Yu y Morrison (2004), incluyendo el tratamiento con un Mini-Beadbeater (Biospec Products, Bartlesville, OK, EE. UU.) para lisar los microorganismos ruminales y la purificación del ADN con las columnas del kit QIAamp DNA stool (QIAGEN, Valencia, CA, EE. UU.). La cuantificación absoluta del ADN de bacterias y protozoos y la cuantificación relativa de *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, hongos y arqueas se realizaron mediante PCR cuantitativa en un ABI PRISM 7000 Sequence Detection System (Applied Biosystems, Warrington, Reino Unido) siguiendo la metodología descrita por Saro *et al.* (2014). Como estándar para la cuantificación de bacterias y protozoos se utilizó ADN extraído de pellets de bacterias y de protozoos que habían sido aislados del rumen de ovejas alimentadas con una dieta similar. Los valores obtenidos se analizaron con el software StepOne versión 2.0 (Applied Biosystems, Foster City, CA, EE. UU.) y los datos de las 3 especies de bacterias celulolíticas, los hongos y las arqueas se expresaron en relación a la cantidad absoluta de bacterias según los cálculos descritos por Pfaffl (2001).

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza con el Proc MIXED del paquete estadístico SAS, utilizando un modelo con medidas repetidas en el tiempo, en el que el tratamiento, tiempo, interacción tratamiento x tiempo y el periodo se consideraron efectos fijos y el fermentador se consideró un efecto aleatorio. La significación estadística se estableció en P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguna de las dos modificaciones técnicas ensayadas afectó ($P>0,05$) a la concentración de ADN bacteriano ni a la abundancia relativa de hongos (Tabla 1), aunque la abundancia de arqueas tendió a ser diferente ($P=0,06$). Por el contrario, los fermentadores a los que se aplicaron la modificación técnica filtro y esponja presentaron una mayor concentración de ADN protozoario ($P<0,05$) que los fermentadores control, aunque este valor fue muy inferior al observado en el fluido ruminal utilizado como inóculo ($268 \mu\text{g ADN/g ml}$). La concentración de ADN protozoario y la abundancia relativa de hongos y arqueas fueron menores ($P<0,001$) el día 14 que el día 10 de incubación, aunque en el caso del ADN bacteriano se observó el efecto contrario. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Mateos *et al.* (2013) en fermentadores Rusitec que recibían una dieta similar.

Tabla 1. Efecto de modificaciones técnicas (MTEC) en fermentadores de flujo continuo sobre las poblaciones microbianas y los parámetros fermentativos

Item	Día	Modificación técnica			eem ⁴	P-valor ⁵	
		Control ¹	Filtro ²	Esponja ³		MTEC	Tiempo
Poblaciones microbianas							
Bacterias totales	10	1,14	1,17	1,07	0,372	0,89	0,001
($\mu\text{g ADN/ml}$)	14	3,03	3,06	3,30			
Protozoos	10	3,51 ^a	7,42 ^b	7,72 ^b	0,847	0,01	0,001
($\mu\text{g ADN/ml}$)	14	1,47 ^a	3,62 ^b	3,30 ^b			
Hongos ⁶	10	0,196	0,171	0,143	0,0240	0,81	0,002
	14	0,072	0,010	0,099			
Arqueas ⁶	10	1,47	1,54	1,12	0,104	0,06	0,001
	14	0,85	1,01	0,96			
Parámetros fermentativos							
Ácidos grasos volátiles (AGV; mmol/d)							
Total AGV	10	56,2	52,8	54,4	3,51	0,95	0,69
	14	53,7	56,3	56,9			
Acético	10	30,6	29,6	30,6	2,12	0,82	0,60
	14	29,7	31,6	32,3			
Propiónico	10	13,2	12,1	12,5	0,81	0,96	0,56
	14	12,4	13,3	13,3			
Butírico	10	8,31	7,56	7,45	0,465	0,55	0,95
	14	7,84	7,85	7,70			
Otros AGV ⁷	10	4,18	3,79	3,79	0,274	0,51	0,36
	14	3,70	3,68	3,78			
Amoníaco (mg/d)	10	210	199	220	13,1	0,60	0,68
	14	204	220	211			
Lactato (mg/d)	10	6,98	5,99	6,69	0,872	0,73	0,01
	14	8,51	7,89	9,88			

¹sin modificaciones técnicas; ²provistos de un sistema de filtros; ³provistos de una esponja
⁴error estándar de la media; ⁵No se detectaron ($P=0,315$ hasta $0,858$) interacciones MTEC x tiempo para ningún parámetro ⁶ADN relativo al total de ADN bacteriano ($10^2 \times 2^{-(\text{Ct diana} - \text{Ct bacterias totales})}$) ⁷ Suma de los ácidos isobutírico, isoaléxico, valérico y caproico

a, b, c en la misma fila, los valores con diferente letra difieren ($P<0,05$)

Ninguna de las dos modificaciones técnicas afectó ($P>0,05$) a los parámetros fermentativos, que fueron similares a los observados en los fermentadores control (Tabla 1). Tampoco se

detectaron diferencias ($P>0,05$) en los parámetros fermentativos entre los dos días de muestreo (10 vs. 14), con la excepción de la producción de lactato, que fue mayor ($P=0,009$) el día 14 que el día 10. Estos resultados concuerdan con los observados por Martínez *et al.* (2011) en fermentadores de flujo semi-continuo, en los que, tras un período de adaptación de 8 días, los parámetros fermentativos se mantenían sin cambios hasta el final del período de incubación (14 días).

En resumen, las dos modificaciones técnicas estudiadas permitieron incrementar la población de protozoos en fermentadores de flujo continuo sin influenciar las poblaciones del resto de grupos microbianos. A pesar de ello, las concentraciones de ADN protozoario las concentraciones de ADN protozoario fueron inferiores a las presentes en el fluido ruminal utilizado para inocular los fermentadores (valor medio de los dos inóculos: 248 μg ADN/ml).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez, M.E. *et al.* 2010. J. Dairy. Sci. 93: 3699–3712.
- Martínez, M.E. *et al.* 2011. Options Méditerranéennes, Serie A 99: 121-126.
- Mateos, I. *et al.* 2013. ITEA, XV Jornadas sobre Producción Animal. Tomo II: 851-853.
- Muetzel *et al.* 2009. Anim. Feed Sci. Technol. 151: 32-43.
- Pfaffl, M. W. 2001. Nucleic Acids Res. 29: e45-e45.
- Saro, C. *et al.* 2014. Livest. Prod. 160: 52-59.
- Soto, E. C. *et al.* 2012. Anim. Prod. Sci. 52: 813-822.
- Soto, E. C. *et al.* 2013. Anim. Feed Sci. Technol. 185: 9-18.
- Yu, Z., y M. Morrison. 2004. BioTechniques. 36: 808-812.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del Proyecto AGL2011-22628 financiado por el MICINN. Se agradece el apoyo técnico de D. Alejandro Muñoz-Martínez.

MICROBIAL POPULATIONS IN CONTINUOUS-CULTURE FERMENTERS: EFFECTS OF TECHNICAL MODIFICATIONS

ABSTRACT. The objective of this work was to study the effect of two technical modifications (supplemented with sponge materials (ES) and provided with a filter system (FIL)) in continuous-culture fermenters on the microbial populations and ruminal fermentation parameters over the sampling period. Six fermenters fed a 50:50 alfalfa hay:concentrate diet, inoculated with rumen liquor from sheep fed the same diet, were used in two incubation runs of 14 days each. On days 10 and 14, samples were taken for analysis of fermentation parameters (volatile fatty acids, ammonia-N and lactate) and microbial populations. None of the technical modification affected ($P>0.05$) concentrations of bacterial DNA and the relative abundance of fungi and archaea, but protozoal DNA concentrations were higher ($P>0.05$) in ES and FIL fermenters than in the control ones. However, values of protozoal DNA were about 50 times lower than in the rumen fluid used as inoculum for the fermenters. The tested technical modifications did not affect ($P>0.05$) any fermentation parameter, and there were no differences in fermentation parameters between days 10 and 14, with the exception of lactate production which was higher ($P=0.009$) on day 14 than on day 10. In conclusion, the technical modifications tested maintained protozoa in continuous culture fermenters without any effect on fermentation parameters and other microbial populations, but protozoa concentrations were still lower than those in the rumen.

Keywords: continuous-culture fermenters, microbiota, fermentation, technical modifications

INFLUENCIA DEL TIPO DE FILTRADO Y TRATAMIENTO CON STOMACHER® DEL CONTENIDO RUMINAL DE OVEJAS EN LAS POBLACIONES MICROBIANAS DEL FLUIDO

Mateos¹, I., Saro¹, C., Ranilla^{1,2}, M.J., Molina-Alcaide³, E. y Carro⁴, M.D.

¹ Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071 León, España

² IGM (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España

³ Estación Experimental del Zaidin (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008 Granada

⁴ Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. mariaadolores.carro@upm.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores más importantes sobre los resultados de los estudios de fermentación ruminal *in vitro* es el tipo de poblaciones microbianas presentes en el fluido ruminal utilizado como inóculo. Varios estudios han analizado la influencia del procesado del contenido ruminal (Mackie *et al.*, 1983; Fliegerova *et al.*, 2014) sobre las poblaciones bacterianas y protozoarias en el fluido obtenido, pero la información sobre otras poblaciones microbianas ruminales que participan en los procesos fermentativos es más limitada (Soto *et al.*, 2012). Soto *et al.* (2012) observaron una disminución de las concentraciones de bacterias, hongos y arqueas en el fluido ruminal obtenido tras el proceso de filtrado del contenido ruminal, que fue atribuido a la pérdida de microorganismos asociados a la fase sólida de la digesta. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos tipos de filtrado y el tratamiento con Stomacher® de la digesta ruminal sobre las concentraciones de bacterias, protozoos, hongos y arqueas y la diversidad bacteriana en el fluido obtenido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron cuatro ovejas provistas de una cánula ruminal permanente que recibían una dieta compuesta por heno de alfalfa y concentrado en proporción 66:34 (en materia seca; MS) administrada en dos porciones iguales a las 8:00 y 18:00 h. La obtención de contenido ruminal y su procesado se llevó a cabo en 4 días diferentes y en cada uno de ellos se obtuvo el contenido ruminal de una oveja para disponer de 4 réplicas por tratamiento. El contenido ruminal (600 g) se extrajo de diferentes partes del rumen antes de la primera administración de alimento e inmediatamente se trasladó al laboratorio en un termo cerrado. El contenido ruminal se homogeneizó mediante agitación con una varilla y se dividió en 3 fracciones que fueron sometidas a uno de los siguientes tratamientos para obtener el fluido: gasa: filtrado a través de 4 capas de gasa; filtrado: filtrado a través de 4 capas de gasa y filtrado adicional a través de una capa de nailon de 100 µm de tamaño de poro; y stomacher: tratamiento con Stomacher® durante 3 minutos a velocidad media (230 rpm) y filtrado a través de 4 capas de gasa. En todos los casos se tomaron muestras del fluido obtenido en tubos estériles que se congelaron inmediatamente (-20 °C) hasta la extracción de ADN.

La extracción del ADN se realizó a partir de 2 ml de fluido ruminal siguiendo el método propuesto por Yu & Morrison (2004), con un paso adicional en el que las muestras se trataron con bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB) para eliminar inhibidores de la PCR. El proceso incluyó el tratamiento con un Mini-Beadbeater (Biospec Products, Bartlesville, OK, EE. UU.) para lisar los microorganismos ruminales y la purificación del ADN con las columnas del kit QIAamp DNA stool (QIAGEN, Valencia, CA, EE. UU.). La cuantificación absoluta del ADN de bacterias y protozoos y la cuantificación relativa de *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, hongos y arqueas se realizaron mediante PCR cuantitativa (qPCR) en un ABI PRISM 7000 Sequence Detection System (Applied Biosystems, Warrington, Reino Unido) siguiendo la metodología descrita por Saro *et al.* (2014a). Como estándar para la cuantificación de bacterias y protozoos se utilizó ADN extraído de pellets de bacterias y de protozoos aislados del rumen de ovejas que recibían una dieta similar. Los valores obtenidos se analizaron con el software StepOne versión 2.0 (Applied Biosystems, Foster City, CA, EE.UU.) y los datos de las 3 especies de bacterias celulolíticas, los hongos y las arqueas se expresaron en relación a la cuantificación de bacterias según los cálculos descritos por Pfaffl (2001). El análisis automático de los fragmentos interribosomales (ARISA) se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Saro

et al. (2014b) en un secuenciador ABI Prism 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, CA, EE. UU.) y se consideró que el perfil de los picos de los electroferogramas reflejó las especies o comunidades bacterianas predominantes presentes en cada muestra. La matriz de datos con la presencia (1) o ausencia (0) de picos en las muestras se utilizó para construir un dendrograma utilizando el coeficiente de correlación de Pearson como medida de similitud.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza utilizando el procedimiento MIXED del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), en el que el tratamiento se consideró un efecto fijo y la oveja donante un efecto aleatorio. La significación estadística se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existieron diferencias entre tratamientos en la cantidad de ADN bacteriano en el fluido ruminal ($P=0,11$), aunque el método stomacher aumentó esta cantidad en un 22,2% (Tabla 1). Comparado con el método gasa, el método stomacher redujo la concentración de ADN protozoario en el fluido ruminal ($P < 0,05$), posiblemente debido a la lisis de protozoos durante el tratamiento y a la pérdida del ADN liberado al desechar el sobrenadante de la centrifugación previa a la extracción de ADN, pero aumentó la abundancia relativa de *F. succinogenes* ($P < 0,05$) y tendió a aumentar la abundancia relativa de *R. albus* ($P < 0,10$), lo que indicaría un desligamiento de estas especies bacterianas. El método filtrado redujo numéricamente (32,0%) la cantidad de ADN protozoario en comparación con el método gasa, que pudo ser debido a la retención de protozoos de gran tamaño ($> 100 \mu\text{m}$) en la tela de nailon. No se observaron diferencias entre métodos en la abundancia relativa de *R. flavefaciens*, hongos y arqueas ni en la diversidad bacteriana analizada mediante ARISA ($P > 0,05$).

Tabla 1: Efecto del método de procesado del contenido ruminal de ovejas sobre las poblaciones microbianas y la diversidad bacteriana en el fluido ruminal resultante ($n = 4$)

Item	gasa ¹	filtrado ²	stomacher ³	eem ⁴	P-valor
Poblaciones microbianas					
Bacterias totales ($\mu\text{g ADN/ml}$)	40,5	43,3	49,5	2,55	0,11
Protozoos ($\mu\text{g ADN/ml}$)	4,00 ^b	2,72 ^{ab}	1,36 ^a	0,500	0,03
Abundancia relativa: ⁵					
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	0,382 ^a	0,386 ^a	0,481 ^b	0,0207	0,02
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	0,291	0,306	0,327	0,0138	0,26
<i>Ruminococcus albus</i>	0,723	0,644	1,165	0,1433	0,08
Hongos	0,0015	0,0014	0,0014	0,00035	0,99
Arqueas	0,252	0,285	0,264	0,0157	0,38
Diversidad bacteriana					
Índice de Shannon	4,30	4,26	4,27	0,215	0,40
Número de picos	74,0	71,0	71,8	1,46	0,38

^{a, b} en la misma fila, los valores con diferente letra difieren ($P < 0,05$)

¹ filtrado a través de 4 capas de gasa; ² filtrado a través de 4 capas de gasa y a través de una capa de nailon de $100 \mu\text{m}$ de poro; ³ tratamiento con un homogeneizador Stomacher® (5 min, 230 rpm) previo al filtrado a través de 4 capas de gasa; ⁴ error estándar de la media; ⁵ ADN relativo al total de ADN bacteriano, expresado como $10^2 \times 2^{-\text{(Ct diana} - \text{Ct bacterias totales)}}$

Tal como muestra el dendrograma de la Figura 1, existió una gran influencia del animal en la diversidad bacteriana de los fluidos ruminales obtenidos, ya que las muestras se agruparon claramente en 4 clusters (uno para cada oveja). En 3 de las ovejas, los métodos gasa y filtrado produjeron fluidos ruminales con una similitud superior al 86%, mientras que en el caso del método stomacher este valor fue inferior al 75% en todos los casos. Estos resultados indicarían que el tratamiento con Stomacher® provocó una selección de especies bacterianas.

Los resultados indican una influencia clara del método de procesado del contenido ruminal sobre la estructura de las comunidades microbianas en el fluido resultante, pero son

necesarios otros estudios que analicen la posible influencia de estos métodos en los parámetros fermentativos *in vitro* de diferentes sustratos cuando se utiliza el fluido ruminal como inóculo.

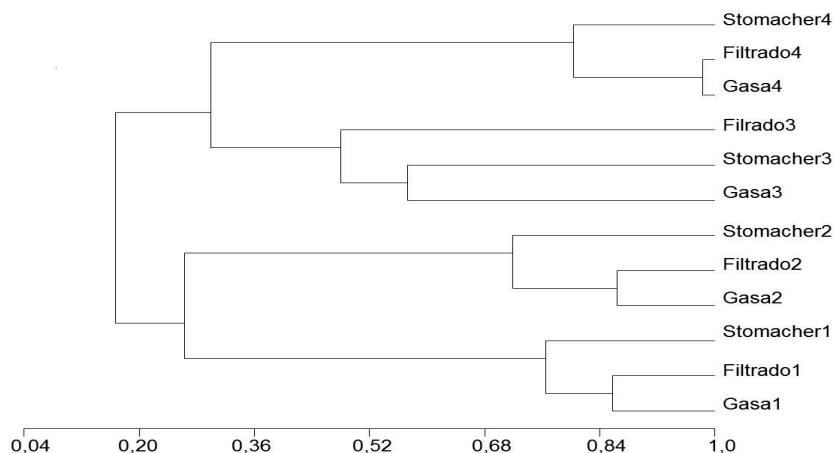


Figura 1. Dendrograma generado a partir de los perfiles ARISA de las comunidades bacterianas del fluido ruminal de ovejas (1 a 4) obtenido tras someter el contenido ruminal a diferentes tratamientos (ver texto para su descripción).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Fliegerova, K., et al. 2014. *Anaerobe*. 29: 80-84.
- Mackie, R. I., et al. 1983. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 13: 52-54.
- Pfaffl, M. W. 2001. *Nucleic Acids Res.* 29: e45-e45.
- Saro, C., et al., 2014a. *Livest. Prod.* 160: 52-59.
- Saro, C., et al., 2014b. *J. Anim. Sci.* 92: 1083-1088
- Soto, E. C., et al., 2012. *Anim. Prod. Sci.* 52: 813-822.
- Yu, Z., & M. Morrison. 2004. *BioTechniques*. 36: 808-812.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte de los Proyectos AGL2011-22628 (MICINN) y MEDGAN ABI-2913 (Comunidad de Madrid y Fondos Estructurales de la UE).

INFLUENCE OF PROCESSING METHOD OF RUMEN CONTENTS ON MICROBIAL POPULATIONS IN THE RESULTING FLUID

ABSTRACT: Four rumen-fistulated sheep fed a 66:34 alfalfa hay:concentrate diet were used as donors to investigate the effect of rumen contents' treatment on microbial populations in the resulting fluid. Rumen contents were sampled from each individual sheep and subjected to the following treatments: SQ: squeezed through 4 layers of cheesecloth; FIL: SQ treatment and further filtration through a 100- μ m nylon cloth; STO: treated with a Stomacher® for 3 min at 230 rev min⁻¹ and followed by SQ. Microbial populations in the fluid were analysed by real-time PCR and bacterial diversity was assessed by the automated ribosomal intergenic spacer analysis (ARISA) of the 16S ribosomal DNA. Bacterial DNA concentrations and relative abundance of *Ruminococcus flavefaciens*, archaeal and fungal DNA did not differ ($P>0.05$) between treatments. In contrast, STO treatment decreased ($P<0.05$) protozoal DNA concentrations and increased ($P<0.05$) the relative abundance of *Fibrobacter succinogenes* compared with SQ method. There were no differences ($P>0.05$) between treatments either in the Shannon index or in the number of peaks in the ARISA electropherograms, indicating no effect on bacterial diversity. Studies analyzing the influence on the tested methods on fermentation characteristics of different substrates when the fluid is used as inoculum is required.

Keywords: rumen contents processing; microbial populations, qPCR, bacterial diversity

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA MICROBIOTA Y METABOLOMA DEL RUMEN CUANDO SE INHIBE LA SÍNTESIS DE METANO EN CAPRINO

Abecia¹, L., Martín-García¹, A.I., Creevey², C., Pinloche² E., Newbold², C.J. y Yáñez-Ruiz¹, D.R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada

²IBERS, Aberystwyth University, Aberystwyth, SY23 3DA, United Kingdom

E-mail: david.yanez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En la última década se ha producido un avance considerable en el conocimiento de la diversidad existente en los distintos grupos filogenéticos del ecosistema microbiano del rumen y de los cambios que sufre como consecuencia de modificaciones en la dieta (Denmand & McSweeney, 2015). Sin embargo, estos cambios con frecuencia implican grupos desconocidos y no proporciona información suficiente que permita conocer las funciones específicas y los mecanismos de acción en los que cada grupo microbiano está implicado. Por otro lado, el avance de las técnicas de metabolómica está permitiendo conocer con más detalle la interacción entre distintas rutas metabólicas, además de la identificación de marcadores biológicos relacionados con alteraciones digestivas, como por ejemplo la acidosis ruminal (Mao et al., 2015). El estudio conjunto del metaboloma en el rumen y su relación con la diversidad de la microbiota aún no se ha explorado y podría proporcionar información valiosa sobre grupos microbianos clave y su implicación en cambios observados en metabolitos específicos ante determinadas modificaciones de la dieta. En este sentido la utilización del bromoclorometano (BCM) como inhibidor de la producción de metano ha resultado de gran utilidad en estudios de manipulación del microbioma ruminal (Abecia et al., 2012). El objetivo de este trabajo fue el estudio conjunto de la población de bacterias y del metaboloma del rumen tomando como modelo cabras adultas en las que la producción de metano estaba parcialmente inhibida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 16 cabras Murciano-Granadinas adultas en el primer tercio de lactación. Ocho cabras fueron tratadas con una dosis diaria de 0,30 g de BCM/100 kg de peso, mientras que otras 8 se emplearon como control. Tras 2 meses de tratamiento se recogieron aproximadamente 50 g de contenido ruminal mediante sonda esofágica, se congeló a -80 °C y posteriormente se liofilizó. La extracción de ADN se realizó con el kit QIAamp® DNA Stool Mini Kit (Qiagen Ltd, UK) siguiendo las instrucciones del fabricante. A partir de cada muestra de ADN genómico se amplificó la región hipervariable V1-V2 del gen 16S bacteriano mediante PCR, utilizando cebadores bacterianos universales (27F y 357R) etiquetados con identificadores "multiplex". Los amplicones fueron normalizados, mezclados y secuenciados en un pirosecuenciador Roche 454 GS FLX Titanium (Roche, EEUU), analizándose las secuencias mediante el programa informático QIIME (Caporaso et al., 2010). Las unidades taxonómicas operacionales (OTU) fueron asignadas al 97% de similitud. La clasificación taxonómica se llevó a cabo con el clasificador del Ribosomal Database Project (RDP).

Para el estudio de metabolómica se enviaron 200 mg de cada muestra a la empresa Metabolon Inc. (Research Triangle Park, North Carolina, EEUU) donde se sometieron al sistema de extracción con solvente orgánico MicroLab STAR® en el que se incluyeron patrones de recuperación. Cada extracto se sometió a análisis de cromatografía líquida (HPLC-MS/MS) y de gases (GC/MS). La identificación de picos se realizó estándares y el Sistema LIMS (Laboratory Information Management System), mientras que el análisis bioinformático se llevó a cabo a través del servidor Oracle 10.2.0.1 Enterprise Edition. La representación gráfica ("heatmap") de la matriz de correlación calculada con la medida D de Hoeffding entre los metabolitos y los microorganismos detectados en el rumen de los animales se realizó usando el entorno de programación R (version 2.15; <http://www.r-project.org/>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de pirosecuenciación de bacterias arrojó un total de 16.870 secuencias de alta calidad que se distribuyeron en 2.011 OTUs. La comunidad bacteriana del rumen de las cabras en las que la producción de metano estaba parcialmente inhibida presentó una

El ecosistema ruminal es complejo e interactivo. Algunas bacterias se consideran 'generalistas' ya que tienen la capacidad de fermentar un rango amplio de sustratos (celulosa, hemicelulosa, pectina, almidón y proteína), como es el caso de *Butyrivibrio*. Otros, en cambio, están más 'especializados' en la utilización de un rango más estrecho de sustratos, como es el caso de *Xylanobacter* y *Ruminobacter*. *Xylanobacter* está implicado en el metabolismo de algunos de los lípidos afectados por el tratamiento con BCM, entre ellos los lípidos, lo que sugiere un posible efecto negativo sobre la lipólisis. *Ruminobacter* incluye a microorganismos implicados en la degradación de carbohidratos estructurales. En particular el tratamiento con BCM produjo un incremento de este grupo, puesto que, como *F. succinogenes*, puede mantener una alta actividad metabólica con una baja producción de H₂ y alta formación de succinato que finalmente puede ser metabolizado a propionato, lo que concuerda con los parámetros de fermentación ruminales analizados y una mayor producción de leche (Abecia et al., 2012).

Los resultados de este trabajo sugieren que la combinación de genómica y metabolómica puede ser una herramienta útil para entender modificaciones del ecosistema microbiano del rumen que deriven en estrategias nutricionales exitosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, L et al. 2012. J Dairy Sci. 95: 2027-36
- Caporaso COMPLETAR CITA
- Denman, S & McSweeney C. 2015. Annu Rev. Anim. Biosci. (en prensa)
- Caporaso et al. 2010. Nature Methods 7, 335–336
- Mao, et al. 2015. Environ. Microbiol. (en prensa)

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el CSIC (Proyecto Intramural, CSIC 201440E048).

PRELIMINARY MICROBIOME-METABOLOME ANALYSIS IN THE RUMEN OF GOATS WITH REDUCED METHANE EMISSIONS

ABSTRACT: Despite the large improvements in the study of the microbial ecosystem in the rumen, we still lack the knowledge of the function of many groups. This work aimed to combine genomic bacterial study with metabolomics profile to gain insight into the changes occurring in the rumen of goats treated with an antimethanogenic compound (bromochloromethane, BCM). Rumen digest samples were collected from control and treated goats after two months of treatment. Samples were subjected to 454 pyrosequencing to study the bacterial population and by GC-MS and HPLC-MS/MS for metabolomics study. The abundance of *Xylanobacter* and *Ruminobacter* groups differed between experimental groups and was correlated to a number of metabolites involved in lipids and carbohydrates metabolism. This study of microbiome and metabolome has shown its potential to help understanding microbial processes occurring in the rumen under different feeding strategies.

Keywords: rumen, metabolome, microbiome, methane

CAMBIOS TEMPORALES EN POBLACIONES BACTERIANAS DEL RUMEN Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA BIOHIDROGENACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS MARINAS

Castro-Carrera, T., Toral, P. G., Frutos, P., Hervás, G. y Belenguer, A.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León,
España. Correo electrónico: a.belenguer@csic.es

INTRODUCCIÓN

La administración de fuentes lipídicas de origen marino, como las microalgas, a la dieta de ovejas en lactación permite modular el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche mediante su efecto sobre el metabolismo microbiano de los lípidos en el rumen (Belenguer et al., 2010). Aunque se sabe que las bacterias son los principales microorganismos responsables de este proceso, la información disponible sobre las poblaciones implicadas es aún limitada (Huws et al., 2011; Castro-Carrera et al., 2014). Además, este tipo de suplementos marinos puede provocar modificaciones a largo plazo en la comunidad bacteriana ruminal (Castro-Carrera et al., 2012), pero los escasos estudios que relacionan dichos cambios con los de la composición de AG en el rumen se limitan a periodos de tiempo relativamente cortos (<30 días; Boeckert et al., 2008; Belenguer et al., 2010).

Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar las variaciones en poblaciones bacterianas del rumen en respuesta a la suplementación de la dieta de ovejas con microalgas marinas durante un periodo prolongado, así como examinar de forma paralela los cambios en el perfil lipídico ruminal, para tratar de establecer relaciones entre grupos microbianos y el proceso de biohidrogenación de los AG insaturados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 36 ovejas adultas de raza assaf en lactación, que fueron distribuidas en 6 lotes de 6 animales cada uno, asignados a 2 tratamientos experimentales (dietas). Todas las ovejas recibieron ad libitum una dieta mixta completa compuesta por heno de alfalfa (40%) y un concentrado (60%) que contenía maíz, soja, cebada, pulpa de remolacha, melazas, un complemento vitamínico-mineral y 25 g de aceite de girasol/kg materia seca (MS). Esta dieta estaba suplementada con 0 (control) o con 8 g de microalgas marinas (Market Biosciences Corp., EE. UU.)/kg MS. Tras un periodo de adaptación de 3 semanas, los animales del grupo control continuaron con la misma dieta durante los siguientes 52 días, mientras que al resto se les ofertó la dieta con microalgas marinas. Los días 0, 26 y 52 de experimento, 3 h después de retirar los restos de alimento, se tomaron muestras individuales de fluido ruminal de todos los animales mediante el uso de una sonda esofágica. Una vez filtrado, se tomaron alícuotas que fueron congeladas inmediatamente a -80 °C y posteriormente liofilizadas para el estudio de la comunidad bacteriana mediante PCR cuantitativa (qPCR) y la técnica del polimorfismo de la longitud de los fragmentos terminales de restricción (T-RFLP), y también para el análisis de AG mediante cromatografía de gases (Toral et al., 2010).

La extracción de ADN microbiano y el análisis de la comunidad bacteriana mediante T-RFLP, en el que se emplearon tres enzimas de restricción (*HhaI*, *MspI* y *HaellI*) por separado, se llevaron a cabo tal y como describen Castro-Carrera et al. (2014). Los fragmentos terminales de restricción (T-RF) se analizaron en un secuenciador capilar automático Megabace 500 (Amersham Biosciences, Reino Unido), utilizando fragmentos de entre 60 y 900 pares de bases (pb) como patrones. La qPCR se realizó según Belenguer et al. (2010) para cuantificar los géneros *Prevotella* y *Ruminococcus* (Weimer et al., 2008).

El perfil de picos de T-RFLP se obtuvo mediante el programa *GeneMarker* (Softgenetics, EE. UU.) y los datos fueron analizados con el *software* R (www.r-project.org, versión 3.1.1). Las abundancias obtenidas mediante qPCR (% sobre bacterias totales) y T-RFLP (% sobre el área total de los T-RF) fueron transformadas (\log_{10}). El efecto de la dieta (D), del tiempo (T) y de su interacción (D×T) se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo, anidando los datos de cada lote al tratamiento. Para ello se utilizó el procedimiento MIXED del SAS 9.4 (SAS Institute Inc, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos mediante qPCR, *Ruminococcus* alcanzó abundancias importantes (5,6±0,42%) y *Prevotella* fue el grupo dominante (71,3±1,81%), lo que coincide

con otros estudios en el rumen (Weimer et al., 2008; Castro-Carrera et al., 2014). A pesar de que se ha sugerido que especies de estos géneros podrían estar implicadas en el metabolismo ruminal de los AG (Huws et al., 2011; Castro-Carrera et al., 2014), la inclusión de microalgas marinas en la dieta de ovejas durante un periodo relativamente largo (52 días) no alteró las proporciones relativas de estas poblaciones, ya que no hubo efecto ni de la dieta ni de la interacción con el tiempo ($P>0,10$; datos no presentados). Su elevada diversidad bacteriana podría explicar la ausencia de cambios significativos. Por el contrario, la T-RFLP, que puede discriminar microorganismos emparentados filogenéticamente, sí permitió detectar modificaciones en subpoblaciones bacterianas concretas que pueden corresponder a algunas especies no cultivadas de dichos grupos. Así, se observó que fragmentos compatibles con diversas bacterias de *Prevotella* (103 pb con *MspI* y 270 con *HaeIII*; Tabla 1) desaparecieron con la inclusión de las microalgas marinas, lo que podría sugerir una posible implicación en la síntesis de 18:0 (Huws et al., 2011). Por otra parte, la dieta con microalgas marinas incrementó la abundancia del T-RF de 181 pb obtenido con *HaeIII*, siendo mayor el día 52 (Tabla 1), de manera semejante a la concentración de 10-oxo-18:0, *cis*-11 18:1 y *trans*-10 18:1 (Tabla 2). Es interesante destacar que este último T-RF podría proceder de varios microorganismos específicos del género *Prevotella* que no han sido previamente relacionados con la biohidrogenación ruminal.

Tabla 1. Abundancias relativas de algunos fragmentos detectados mediante T-RFLP (expresadas como \log_{10} del % del área total - valores no transformados entre paréntesis) en muestras de ADN microbiano del fluido ruminal recogido los días 0, 26 y 52 de ovejas en lactación alimentadas con una dieta control o suplementada con microalgas marinas.

	Control			Microalgas marinas			eed ²	P ³		
	0	26	52	0	26	52		D	T	D×T
<i>Prevotella</i> ¹										
103 pb	0,16 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,22 ^a	0,18 ^a	-0,22 ^b	-0,22 ^b	0,173	NS	**	**
(<i>MspI</i>)	(1,12)	(0,66)	(1,07)	(0,91)	(0,00)	(0,00)				
270 pb	0,18 ^{ab}	0,14 ^{ab}	0,19 ^{ab}	0,29 ^a	-0,15 ^b	-0,15 ^b	0,176	NS	*	*
(<i>HaeIII</i>)	(1,03)	(0,84)	(1,06)	(1,29)	(0,00)	(0,00)				
181 pb	0,56 ^{bc}	0,57 ^{bc}	0,60 ^{bc}	0,45 ^c	0,66 ^b	0,88 ^a	0,094	NS	*	*
(<i>HaeIII</i>)	(1,66)	(1,56)	(1,84)	(0,70)	(2,49)	(5,51)				
<i>Ruminococcaceae</i> ¹										
540 pb	0,11 ^{ab}	-0,22 ^b	-0,02 ^{ab}	-0,22 ^b	0,34 ^a	-0,03 ^{ab}	0,292	NS	NS	*
(<i>MspI</i>)	(0,84)	(0,00)	(0,60)	(0,00)	(1,64)	(0,57)				
<i>Succinivibrio</i> ¹										
201 pb	0,04 ^z	0,35 ^{xy}	0,42 ^x	0,04 ^z	0,15 ^{yz}	0,67 ^w	0,117	NS	***	t
(<i>HhaI</i>)	(0,00)	(1,41)	(1,54)	(0,00)	(0,42)	(3,63)				
461 pb	-0,05 ^y	0,29 ^x	0,35 ^x	-0,05 ^y	0,06 ^y	0,58 ^w	0,119	NS	***	t
(<i>MspI</i>)	(0,00)	(1,28)	(1,35)	(0,00)	(0,31)	(3,00)				

Distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas (^{a-d} $P<0,05$) o una tendencia (^{w-z} $P<0,10$) a la significación.

¹Identificación taxonómica potencial. ²error estándar de la diferencia; ³nivel de significación del efecto de la dieta (D), del tiempo (T) y de la interacción (D×T). NS=no significativo; t= $P<0,10$; *= $P<0,05$; **= $P<0,01$; ***= $P<0,001$

La administración de microalgas marinas también indujo un aumento transitorio (día 26) de un T-RF (540 pb con *MspI*) compatible con unas pocas especies de la familia *Ruminococcaceae* que tampoco se han asociado anteriormente con el metabolismo ruminal de los AG. Esta modificación es similar a la del *trans*-11 18:11 (Tabla 2), lo que podría indicar su capacidad para formar este AG. Además, fragmentos que pueden provenir de determinadas cepas de *Succinivibrio* (201 pb con *HhaI* y 461 con *MspI*) tendieron a ser más abundantes con la adición de microalgas marinas que con la dieta control el día 52 ($P<0,10$), lo que parece coincidir con los cambios en la concentración de 10-oxo-18:0 y algunos isómeros 18:1 (e. g., *trans*-10 o *cis*-11) y con una posible relevancia de estas bacterias en el metabolismo de los lípidos en el rumen (Castro-Carrera et al., 2014).

Tabla 2. Concentración de algunos ácidos grasos (AG; g/100 g AG totales) en el fluido ruminal recogido los días 0, 26 y 52 de ovejas en lactación alimentadas con una dieta control o suplementada con microalgas marinas.

	Control			Microalgas marinas			eed ¹	P ²		
	0	26	52	0	26	52		D	T	D×T
18:0	44,4 ^{ab}	42,7 ^b	39,2 ^b	49,7 ^a	9,15 ^c	7,73 ^c	2,712	***	***	***
cis-9 18:1	4,17 ^{cd}	5,76 ^{bc}	6,37 ^b	3,36 ^d	8,75 ^a	10,61 ^a	0,844	***	***	**
cis-11 18:1	0,52 ^{cde}	0,59 ^d	0,68 ^c	0,48 ^e	1,03 ^b	1,26 ^a	0,059	***	**	*
trans-10 18:1	2,85 ^c	2,10 ^{bcd}	1,94 ^{cd}	1,49 ^d	7,49 ^{ab}	11,52 ^a	2,276	*	t	*
trans-11 18:1	17,2 ^c	14,7 ^c	16,1 ^c	15,3 ^c	34,0 ^a	26,2 ^b	2,623	***	**	***
10-oxo-18:0	0,10 ^c	0,07 ^c	0,10 ^c	0,07 ^c	2,10 ^b	3,02 ^a	0,436	***	***	***

Distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas (^{a-e}P<0,05).

¹error estándar de la diferencia; ²nivel de significación del efecto de la dieta (D), del tiempo (T) y de la interacción (D×T). t=P<0,10; * =P<0,05; ** =P<0,01; *** =P<0,001.

En definitiva, estos resultados sugieren que algunas subpoblaciones bacterianas que no habían sido relacionadas previamente con la biohidrogenación ruminal, podrían estar ligadas a la acumulación de determinados AG. Además, su posible asignación filogenética a especies concretas de la familia *Ruminococcaceae* y del género *Prevotella*, de las que se conoce la secuencia de su ADNr 16S, podría facilitar el diseño de cebadores específicos que pueden contribuir a confirmar su participación real in vivo y por tanto a incrementar el conocimiento de la compleja microbiología del metabolismo lipídico en el rumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belenguer et al., 2010. J. Dairy Sci. 93: 3275–3286.
- Boeckeaert et al., 2008. Appl. Environ. Microbiol. 74: 6923–6930.
- Castro-Carrera et al., 2012. Abstracts of the 8th INRA-Rowett Symposium on Gut Microbiology, p.111.
- Castro-Carrera et al., 2014. J. Dairy Sci. 97: 1661–1669.
- Huws et al., 2011. Environ. Microbiol. 13: 1500–1512.
- Toral et al., 2010. J. Dairy Sci. 93: 4804–4817.
- Weimer et al., 2008. Appl. Microbiol. Biotechnol. 80: 135-145.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (proy. AGL2011-23700). T. Castro-Carrera ha disfrutado de una beca predoctoral del CSIC (programa JAE) cofinanciada por el Fondo Social Europeo.

TEMPORAL CHANGES IN RUMEN BACTERIAL POPULATIONS AND THEIR POSSIBLE RELATION TO FATTY ACID BIOHYDROGENATION IN SHEEP FED MARINE ALGAE

ABSTRACT: Diet supplementation with marine algae (MA) in sheep alters rumen fatty acid (FA) metabolism via changes in the bacterial community, which may occur over an extended period. Examining these time-dependent variations, together with the FA profile, may allow to relate microbial groups to FA biohydrogenation. With this aim, 36 lactating ewes were divided in 6 lots (3 lots/treatment) and offered a diet containing alfalfa hay (40%) and a concentrate (60%) with 25 g of sunflower oil/kg dry matter (DM), and supplemented with either 0 (Control) or 8 g of MA/kg DM. On days 0, 26 and 52, samples of rumen fluid were collected through a stomach tube and composited per lot for microbial analysis, using quantitative PCR (qPCR) and terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP), and FA determination. The genera *Prevotella* and *Ruminococcus*, quantified by qPCR, showed no changes due to the treatment or its interaction with time (P>0.05). Conversely, several fragments detected by T-RFLP were modified by MA over the long time similarly to certain FA, suggesting a potential role of the compatible bacteria in rumen FA metabolism. Some of these fragments may correspond to species of *Ruminococcaceae* and *Prevotella* that had not been previously related to FA biohydrogenation.

Keywords: biohydrogenation, lipid, molecular biology, rumen microbiota.

Efecto de un extracto de regaliz rico en flavonoides sobre la actividad protozoaria y la fermentación ruminal *in vitro*

Ramos-Morales, E., De La Fuente, G., Braganca, R., Newbold, C.J
Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences. Aberystwyth University.
Aberystwyth SY23 3DD, Gales. evr1@aber.ac.uk

INTRODUCCIÓN

La fermentación entérica ruminal supone una pérdida de aproximadamente el 12% de la energía consumida en la dieta, en forma de metano (Johnson y Johnson, 1995). La manipulación del ecosistema ruminal mediante el control de la población protozoaria para reducir las emisiones de metano es una de las principales vías utilizadas por nutricionistas y microbiólogos. Los protozoos están indirectamente implicados en la producción de metano al ser donantes del H₂ que utilizan las arqueas metanogénicas que viven en simbiosis con ellos. Por otro lado, los protozoos son los responsables de la mayoría de la degradación bacteriana en el rumen, causando un incremento en el reciclaje de nitrógeno dentro del rumen y una disminución del aporte de proteína bacteriana a tramos posteriores del aparato digestivo.

Se ha demostrado que ciertas plantas o extractos de plantas con alta concentración de compuestos secundarios, como las saponinas, aceites esenciales o flavonoides, presentan un gran potencial como moduladores de la fermentación ruminal (Hart et al., 2008). Entre los compuestos secundarios, los flavonoides han despertado un gran interés debido a su amplio espectro de actividad biológica y, en particular, debido a sus propiedades antimicrobianas (Oskoueian et al., 2013). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la adición de distintas concentraciones de un extracto de regaliz rico en flavonoides sobre la actividad protozoaria y la fermentación ruminal *in vitro* utilizando como inóculo líquido ruminal de vacuno.

MATERIAL Y MÉTODOS

La actividad protozoaria *in vitro* se evaluó a partir de la degradación de bacterias marcadas radioactivamente con [¹⁴C], tal y como está descrito por (Newbold, 2010). *Streptococcus bovis* se cultivó en medio M2 (Hobson, 1969) con [¹⁴C]Leucina. Posteriormente, las bacterias se aislaron por centrifugación y se lavaron y resuspendieron en una disolución tampón con [¹²C]leucina. Las bacterias marcadas isotópicamente se utilizaron como inóculo en la incubación con líquido ruminal. El líquido ruminal, obtenido a partir de cuatro vacas Holstein-Friesian (4 réplicas), se filtró y se mezcló (1:1) con una disolución tampón (Williams y Coleman, 1992). Se incubaron 7,5 ml de líquido ruminal filtrado con 0,5 ml de bacterias marcadas en tubos que contenían diferentes concentraciones (0,25, 0,5, 1 y 2 mg/ml de incubación) de un extracto de regaliz rico en flavonoides. Las incubaciones se llevaron a cabo en anaerobiosis a 39 °C y se tomaron muestras (0,5 ml) a las 0, 1, 2, 3, 4 y 5 h de la incubación, que se acidificaron con ácido tricloroacético y se centrifugaron. La radioactividad en el sobrenadante se determinó mediante espectrometría de centelleo líquido. La digestión bacteriana para cada tiempo de incubación se expresó como el porcentaje de la radioactividad liberada con respecto a la radiactividad total medida en la suspensión bacteriana.

Para estudiar la fermentación ruminal se empleó un sistema *in vitro* de cultivo no renovado de microorganismos ruminales (Theodorou et al., 1994). Se incubaron 300 mg de una dieta control (heno de alfalfa y cebada, 60:40) en botellas Wheaton de 120 ml sin o con 0,5, 1 y 2 mg/ml de extracto de regaliz. Cada botella se inocularó con 30 ml de medio de cultivo compuesto por líquido ruminal filtrado y una disolución tampón (1:3) (Menke y Steingass, 1988). A las 0, 2, 4 y 8 h de la incubación, se tomaron muestras para determinar la motilidad protozoaria mediante microscopía. Transcurridas 24 h de incubación, se tomaron muestras para la medida de pH y determinación de ácidos grasos volátiles (AGV) por cromatografía de gases y nitrógeno amoniacal por espectrometría. El análisis de los datos experimentales se realizó mediante un ANOVA de una vía. Los datos de degradación bacteriana y motilidad protozoaria a distintos tiempos de incubación se analizaron mediante un diseño de medidas repetidas. Las diferencias entre medias se establecieron utilizando el test LSD de Fisher (P<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de 0,25 mg/ml de un extracto de regaliz rico en flavonoides no tuvo ningún efecto sobre la actividad de los protozoos a lo largo del tiempo, en comparación con el control (Figura 1). Sin embargo, las incubaciones con 0,5 mg/ml resultaron en la reducción de la digestión bacteriana por los protozoos a partir de las 3 horas de incubación ($P < 0,001$). Este efecto fue mayor en presencia de las concentraciones más elevadas de este extracto a partir de las 2 horas de incubación (1 y 2 mg/ml), observándose una inactividad de los protozoos a lo largo del tiempo.

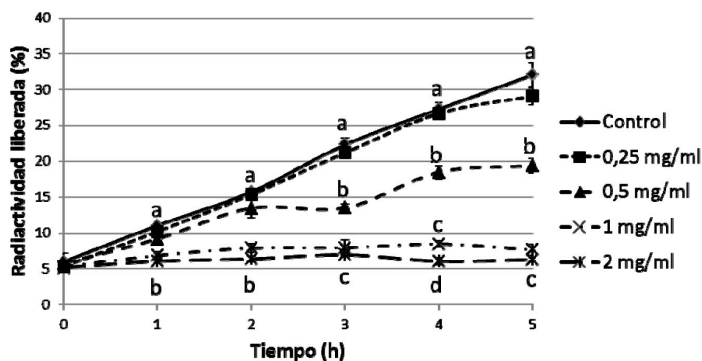


Figura 1. Radiactividad liberada relativa a la radiactividad total en las bacterias marcadas en ausencia (control) o presencia 0,25, 0,5, 1 y 2 mg/ml de extracto de regaliz. Para cada hora de incubación, medias con distinta letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

Estos resultados están de acuerdo con la disminución de la motilidad de los protozoos observada en presencia de 1 y 2 mg/ml del extracto (Figura 2).

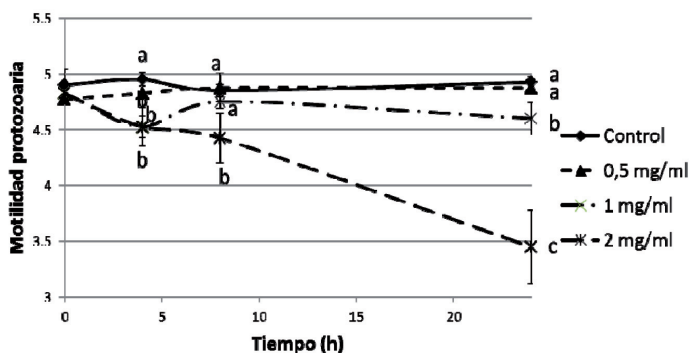


Figura 2. Motilidad de los protozoos en ausencia (control) o presencia de 0,5, 1 y 2 mg/ml de extracto de regaliz. Para cada hora de incubación, medias con distinta letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

Con respecto a los parámetros de fermentación (Tabla 1), la adición de distintas cantidades de extracto de regaliz no modificó ni la concentración total de ácidos grasos volátiles ni la concentración de acético ($P > 0,05$). Sin embargo, la concentración de propiónico se incrementó ($P < 0,001$) cuando se incluyó 1 y 2 mg/ml de extracto de regaliz. Como consecuencia la relación acético/propiónico (A/P) disminuyó con niveles altos de inclusión del extracto. Igualmente, las dos concentraciones más altas del extracto redujeron la concentración de nitrógeno amoniacal ($P = 0,01$) en comparación con el control.

Estos resultados muestran que determinadas dosis de un extracto de regaliz rico en flavonoides pueden tener un efecto antiprotozoario y modifican la fermentación ruminal de manera favorable. Por tanto, la adición de un extracto de regaliz rico en flavonoides a la dieta podría mejorar la eficiencia de la utilización de los nutrientes por los rumiantes.

Tabla 1. pH, nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y ácidos grasos volátiles (AGV) tras 24 h de incubación en ausencia (control) o presencia de 0,5, 1 o 2 mg/ml de extracto de regaliz rico en flavonoides.

	Tratamientos				eed ¹	P-valor
	Extracto de regaliz					
	Control	0,5 mg/ml	1 mg/ml	2 mg/ml		
pH	6,45 ^b	6,44 ^b	6,37 ^a	6,35 ^a	0,017	0,001
NH ₃ -N, mM	20,8 ^c	19,5 ^{bc}	18,2 ^{ab}	16,2 ^a	1,04	0,01
AGV totales, mM	75,2	77,7	79,4	77,9	3,92	0,77
Acético (A), mM	47,8	49,5	49,9	47,8	2,47	0,76
Propiónico (P), mM	14,2 ^a	15,1 ^{ab}	16,6 ^b	19,3 ^c	0,833	0,001
Isobutírico, mM	1,08 ^b	1,05 ^b	1,06 ^b	0,895 ^a	0,067	0,08
Butírico, mM	9,86 ^b	9,92 ^b	9,59 ^b	7,9 ^a	0,549	0,02
Isovalérico, mM	1,06 ^b	0,973 ^b	0,903 ^{ab}	0,743 ^a	0,077	0,02
Valérico, mM	0,964	1,032	1,067	1,037	0,064	0,46
Relación A/P	3,36 ^c	3,29 ^c	3,00 ^b	2,49 ^a	0,059	0,001

¹error estándar de la diferencia. En cada parámetro, medias con diferente letra difieren significativamente (P<0,05)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hart, K., et al., 2008. Anim. Sci. Technol. 147:8-35
- Hobson, P. N. 1969. Methods in Microbiology. Academic Press Inc, London.
- Johnson, K. A. & Johnson, D. E. 1995. J. Animal Sci. 73:2483-2492.
- Menke, K. H. & Steingass, H. 1988. Anim. Res. Develop., 7 – 55.
- Newbold, C. J. 2010. Assessing antiprotozoal agents. En: In vitro Screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants. 47-53. Vercoe, P. E., Makkar, H.P.S y Schilink A. C (eds).
- Oskoueian, E., et al., 2013. Biomed Res. Internat. Doi:10.1155/2013/349129
- Theodorou, M. K., et al., 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197.
- Williams, A. G. & Coleman, G. S. 1992. The rumen protozoa. Springer-Verlag, New York

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto “Ivy for Ruminants” (Ref:101097. Innovative UK).

IN VITRO EFFECT OF A LIQUORICE EXTRACT RICH IN FLAVONOIDS ON PROTOZOA ACTIVITY AND RUMEN FERMENTATION

Different doses (0.25, 0.5, 1 and 2 mg/ml) of a liquorice extract rich in flavonoids were incubated *in vitro* in diluted cow's rumen fluid with [¹⁴C] radioactive-labelled bacteria to study the effect on bacteria predation by protozoa. Additionally, 24 h *in vitro* incubations with this extract at 0.5, 1 and 2 mg/ml in diluted rumen fluid were carried out to determine the effect on fermentation and protozoa motility. Incubations of liquorice extract added at 0.5 mg/ml resulted in a reduction (P<0.001) of bacterial predation by protozoa, in comparison with the control. This effect was stronger (P<0.001) at 1 and 2 mg/ml, causing the complete abolition of protozoa. *In vitro* 24 h incubations with 1 and 2 mg/ml of liquorice extract resulted in a decrease of acetic/propionic ratio and ammonia concentrations (P<0.001 and P=0.01, respectively). Also, protozoa motility over time was reduced (P<0.001) when the highest concentration of the extract was incubated. These results showed the potential of a liquorice extract rich in flavonoids as a antiprotozoal agent causing a shift in rumen fermentation towards propionate and decreasing ammonia concentration. Therefore, the addition of a liquorice extract rich in flavonoids could potentially improve the efficiency of the feed utilization by ruminants.

Keywords: liquorice, flavonoids, protozoa.

EVOLUCION DE LAS POBLACIONES INTESTINALES DE ARQUEAS EN GANADO PORCINO DE CEBO: EFECTO DEL NIVEL DE PROTEÍNA Y FIBRA DE LA RACIÓN

Seradj, A.R., Morazán, H.J., De la Fuente, G., Babot, D., Álvarez-Rodríguez, J. y Balcells, J.
Departament Producció Animal, ETSEA, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida
balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

La contaminación medioambiental derivada de las explotaciones porcinas se sitúa en dos niveles: suelos y acuíferos (deyecciones) y atmosférica (emisión de gases: i.e CH₄). El CH₄ es un gas inodoro con una elevada actividad radiativa y es considerado como uno de los principales gases que contribuyen al efecto invernadero (UNFCCC, 2005). El CH₄ procede de la fermentación anaerobia de carbohidratos estructurales, dicha fermentación generará una actividad reductora (H₂) excedentaria que debe ser eliminada del intestino grueso mediante diversos procesos; en el rumen la síntesis de CH₄ por parte de las arqueas metanogénicas hidrogenotróficas se ha citado como el mecanismo más importante de eliminación de H₂ (McAllister y Newbold, 2008) aunque en los fermentadores ceco-colónicos la contribución de las bacterias acetoclásticas, consumidoras de acético, a la síntesis de CH₄ es también relevante (Carter y Barr, 2013). El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución de las arqueas metanogénicas a lo largo del intestino grueso (IG), su relación con la composición de la ración y la emisión diaria de CH₄ en estirpes comerciales de cerdos en cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 64 híbridos Landrace x Large-White machos (Nucleos S.A.S, Le Rheu, Francia) fueron utilizados y distribuidos en cuatro módulos semi-emparrillados (16 animales/módulo) y estos a su vez en 4 corrales (4 animales/corral). El periodo experimental duró 35 días en los cuales los cerdos, alojados en los módulos estancos, recibieron sendas raciones experimentales formuladas en base a cereal y torta de soja (como fuentes de proteína) y pulpa de remolacha (como fuente de fibra neutro detergente (FND). La ración control (BPBF) se formuló a partir de los niveles convencionales de proteína bruta (PB) y FND (12,5 y 12%) y a partir de esta ración se incrementó un 5% el contenido de PB (AP), de FND (AF) o de ambas (APAF). Semanalmente, los animales se pesaron y se controló para cada corral la oferta y el rehusado. Finalizado el periodo experimental (108,7 kg de peso vivo) se seleccionaron 16 animales (1/corral: 4/tratamiento) y se sacrificaron para proceder inmediatamente al muestreo del ciego y colon. El ADN se extrajo de las muestras liofilizadas usando un kit comercial(QIAamp DNA Stool Mini kit, Qiagen Ltd., Reino Unido). El ADN extraído se amplificó mediante qPCR usando cebadores apropiados para cuantificar las bacterias totales (BT), arqueas metanogénicas hidrogenotróficas (AMH) y acetoclásticas (*Methanosarcina* spp. y *Methanosaeta* spp.), de acuerdo con el procedimiento descrito por Morazán et al (2015). La concentración de arqueas totales (AT) se calculó indirectamente a partir de los valores absolutos y relativos de AMH.

En los módulos estancos se controló el flujo de aire de entrada y la salida así como sus correspondientes concentraciones de CH₄, determinando por diferencia los niveles de emisión individual. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS V.9.4 (SAS Inst. Inc., Cary NC), procedimiento PROC MIXED. El modelo incluyó: tramo del intestino grueso (Ciego o Colon), nivel de proteína y fibra y sus interacciones como factores fijos y los animales como efectos aleatorios. Las diferencias entre las medias fueron evaluadas por el test de Tukey y los valores presentados corresponden a los mínimos cuadrados con sus correspondientes errores. La significación se declaró a un nivel de P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones absolutas de BT, AT y especialmente las AMH incrementaron con el tránsito del quilo a través del tracto ceco-colónico, siendo los valores registrados en colon superiores a los registrados en el ciego (P<0,05). Los incrementos registrados en las concentraciones de BT confirman los resultados previos obtenidos por Jensen y Jørgensen (1994). En relación al incremento registrado en la cuantificación absoluta de AMH, citar que dicho incremento podría estar justificado atendiendo a dos factores, por la mejora en las condiciones de fermentación para las arqueas (pH, anaerobiosis, presión osmótica), y por la

disponibilidad de sustrato, ya que la fermentación intestinal es un proceso complejo donde actuarán sincrónicamente distintas poblaciones, de las cuales las AMH ocupan las últimas posiciones y por tanto cabría esperar que incrementasen paulatinamente a lo largo del tránsito por el intestino grueso. La composición de ración modificó también las concentraciones de las poblaciones analizadas, aunque de forma desigual, así al incrementar el nivel de FND de la ración no se alteraron los títulos absolutos de las poblaciones analizadas aunque al aumentar el consumo/composición de PB incrementaron los títulos de BT. En el caso de las AMH, ambos factores (PB y FND) interaccionaron, así aquellos animales que recibieron la ración con la menor proporción de fibra (BF), los valores de BT incrementaron con el nivel de proteína, mientras que aquellos que recibieron (AF) se observó el efecto contrario. En ningún caso el efecto del nivel de PB y FND sobre los títulos de AMH tuvo su reflejo en los niveles de emisión de metano, no obstante sí se apreció una relación numérica ($P>0,05$) en los títulos de arqueas totales (AT) y los niveles de emisión de CH_4 que se presentan en las Figuras 1a y 1b.

Al expresar la evolución relativa de las AMH en relación al valor registrado de arqueas totales (AT; $2^{\Delta Ct}$; Livak y Schmittegen, 2001); dicha relación, al igual que sucedía con los valores absolutos, incrementó a largo del tracto ceco-colónico y con el nivel de PB de la ración, no obstante al incrementar el nivel de FND las proporciones relativas de AMH se redujeron ($P<0,05$).

La concentración relativa de *Methanosaeta* en el ciego fue superior a la registrada con AMH (Tabla 1) e incrementó de forma significativa durante el tránsito del quilo a través de colon ($P<0,05$); dicho incremento fue relativamente mayor al registrado con las AMH aunque tampoco se apreciaron diferencias significativas relacionadas con el contenido de PB o FND de la ración sobre la concentración relativa de *Methanosaeta*.

En relación al género *Methanosarcina*, más versátil en relación a la utilización de diferentes sustratos (Cairó y París, 1988), su concentración en el quilo fue minoritaria y su relación con la emisión de CH_4 imperceptible. Los resultados obtenidos confirman las diferencias en el perfil de poblaciones de arqueas entre fermentadores pre y postgástricos, con un predominio en estos últimos de las especies acetoclásticas (*Methanosaeta*), sin embargo la relación obtenida entre sustratos potencialmente fermentables, títulos de arqueas y emisión de CH_4 son muy poco consistentes.

Tabla 1. Emisión de metano (CH_4) y concentración ($\log n^\circ$ cop /g de materia fresca (MF)) en quilo de bacterias totales (BT), arqueas totales (AT) y arqueas metanogénicas hidrogenotróficas (AMH) así como las proporciones relativas ($2^{\Delta Ct}$) de arqueas metanogénicas acetoclásticas (*Methanosaeta* y *Methanosarcina*) en cerdos en cebo alimentados con diferentes niveles de proteína y fibra¹.

Ítem	Tramo ² (IG)			PB		FND			P-valor		
	Ci	Co	SEM	AP	BP	AF	BF	SEM	IG	PB	FND
Emisión (gKg PV^{0,75}/d)											
CH_4	-	-	-	0,27	0,22	0,28	0,21	0,031	-	0,47	0,17
Cuantificación absoluta ($\log N^\circ$ cop / g MF)											
BT	11,6	11,9	0,08	11,9	11,6	11,8	11,7	0,08	0,01	0,03	0,3
AT ³	9,5	9,8	0,11	9,6	9,7	9,7	9,6	0,12	0,03	0,42	0,31
AMH	5,9	7,7	0,14	7,2	6,4	6,7	7,0	0,15	<0,01	<0,01	0,18
Cuantificación relativa ($2^{\Delta Ct}$)											
AMH	0,1	1,7	0,31	1,5	0,3	0,3	1,5	1,34	<0,01	0,02	0,03
<i>Methanosaeta</i>	11,1	53,9	4,14	37,3	27,7	31,9	33,2	4,14	<0,01	0,11	0,83
<i>Methanosarcina</i>	2,5	0,7	1,01	1,8	1,4	1,6	1,5	1,1	0,16	0,79	0,94

¹ AP: alto en PB; BP: bajo en PB; AF: alto en FND; BF: bajo en FND.

² IG: intestino grueso; Ci: ciego; Co: colon.

³ Cálculo estimado a partir de la cuantificación absoluta y relativa (AMHIAT) de AMH.

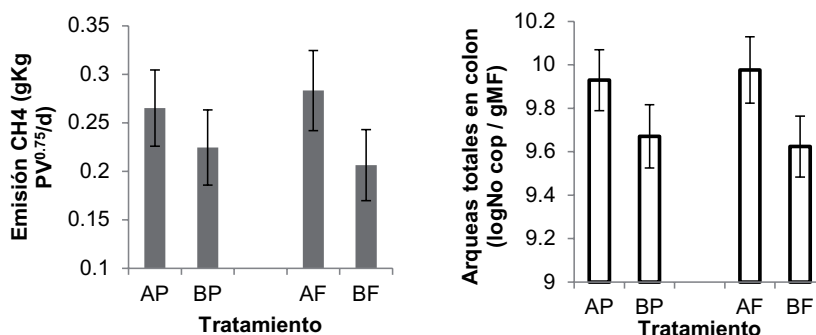


Figura 1. Emisión de metano (Figura 1a) y concentración de arqueas totales en colon (Figura 1b), en base a niveles altos (AP) o bajos (BP) de proteína o a niveles altos (AF) o bajos (BF) de fibra. Las barras indican la desviación estándar de las medias (N = 4).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cairó, J.J. & París, J.M. 1988. 4th Seminario de depuración anaerobia de aguas residuales. p 41-51. • Carter, E.A. & Barr, R.G. 2013. J. Nutri. Met. Article ID 540967. • Jensen, B.B. & Jørgensen, H. 1994. Appl. Environ. Microbiol. 60: 18971904. • Livak, K.J. & Schmittgen, T.D. 2001. Methods 25: 402-408. • McAllister, T.A. & Newbold, C.J. 2008. Aust. J. Exp. Agr. 48, 7-13. • Morazán et al., 2015. Environ. Prog. Sustain. Energy 34, 54-64. • Roca et al., 2014. BioMed Res. Int. DOI: 10.1155/2014/269402. • UNFCCC. 2005. Cuidar el clima: Guía de la convención marco sobre el cambio climático y el protocolo de kyoto. Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), Bonn.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto CICYT AGL 2010-20820. A. R. Seradj disfrutó de una beca AGAUR FI-DGR 2011.

EVOLUTION OF ARCHAEOAL POPULATION IN THE INTESTINE OF GROWING-FINISHING PIGS: EFFECT OF PROTEIN AND FIBER LEVEL IN THE RATION

ABSTRACT: 64 Landrace x Large-White male hybrids were used and distributed in four semi-slatted (16 animals / module) modules and 4 pens (4 animals / pen) inside each module. The experimental period lasted for 35 days. In the sealed modules the input and output airflow as well as their corresponding concentrations of CH₄ was controlled. The Control (BPBF) ration was formulated based on conventional levels of crude protein (CP) and netro detergent fiber (NDF) (12.5 and 12%) from the control ration the CP and NDF content were increased by 5% in rations high in protein (AP), high in NDF (AF) or both (APAF). At the end of the experimental period 16 animals (1/corral: 4/treatment) were selected and sacrificed to perform the sampling of the cecum and colon to determine the abundances of certain types of microorganisms.

Throughout the large intestine abundances of total bacteria (TB) and methanogenic archaea increased. No significant effect of NDF in the ration was shown on the abundances of both TB and Hydrogenotrophic methanogenic archaea (HMA) where increase in CP significantly increased those aforementioned abundances. Despite of any significant differences in both enteric CH₄ emissions and the concentration of total archaeas (TA) in the colon but they increased with high levels of protein or fiber. These results suggest that the concentration of TA can be somehow related to enteric methane emissions level.

Keywords: growing-finishing pigs, methane production, methanogenic archaea.

LA RESPUESTA A LA ESTRATEGIA DE ESQUILEO EN VERANO VARÍA SEGÚN LA RAZA DE OVEJAS LECHERAS

Cordón¹, L., González-Luna², S., Caja¹, G. Salama¹, A.A.K., Such¹, X., Albanell¹, E., Contreras-Jodar¹, A. y de Lucas², J.

¹Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

²Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

E-mail: gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

El esquila es una práctica de manejo que se considera necesaria para conseguir un adecuado bienestar y producción en el ganado ovino, independientemente de la estación del año y el precio de la lana. En España, las ovejas se esquilan al final de primavera-inicio del verano, una vez terminado el frío y antes de la llegada del calor, evitando la proximidad de la cubrición para no producir muertes embrionarias (Welch et al., 1979; Alabart et al., 2007). Sin embargo, en otros países, el esquila se realiza a finales de invierno-inicio de primavera, antes de la época de partos, con la finalidad de evitar el deterioro de la lana por la cría de corderos y la época de espigazón de algunas gramíneas en los pastos (e.g., *Steepe neesiana* o flechilla brava). El esquila de ovejas preñadas en el último tercio de gestación y en época de frío, produce un aumento del peso al nacimiento y de la supervivencia de los corderos (Revell et al., 2000; Cam y Kuran, 2004; Kenyon et al., 2006). Algunos autores indican además un mayor crecimiento de los corderos durante la cría y de la producción de leche al esquila las ovejas al final de gestación (Cam y Kuran, 2004; Sphor et al., 2011), pero sin diferencias en la composición de leche (Sphor et al., 2011). Los efectos productivos del esquila están mediados por aumentos en los niveles de AGNEs (Thompson et al., 1982), IGF-1 (Revell et al., 2000), leptina (Cam y Kuran, 2004) y cortisol (Corner et al., 2007), lo que se traduce en aumentos de la ingestión, glucemia y temperatura corporal.

El efecto del esquila en ovejas de ordeño ha sido escasamente estudiado y sus resultados son contradictorios. Destacan así la ausencia de efectos en ovejas Latxas gestantes esquiladas en invierno (Ruiz et al., 2008) o la mejora de la composición de leche en ovejas Sardas en lactación esquiladas en primavera (Rassu et al., 2009).

El objetivo del presente estudio fue comparar los efectos productivos de distintas estrategias de esquila en verano, utilizando 2 razas de ovejas de ordeño de distinto potencial lechero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y manejo: Se utilizaron 73 ovejas multiparas de raza Manchega (MN, n = 43) y Lacaune (LC, n = 30) del Servicio de Granjas y Campos Experimentales de la UAB en Bellaterra (Barcelona), manejadas en condiciones semi-intensivas. Las ovejas pastaron (6 h/d) raygrás italiano (invierno-primavera), sorgo forrajero (verano) y pastos naturales (otoño), suplementándolas con heno de alfalfa y concentrado según sus necesidades (INRation v.4.06). La cubrición se realizó en abril-mayo y los partos ocurrieron en otoño. Los corderos se pesaron (nacimiento, 15, 21 y 28 d), se destetaron (28 d) y la leche producida durante la cría se estimó cada 10 d con oxitocina (4 h y 2 UI; Facipart, Laboratorios Syva, León). Las ovejas se pesaron y se valoró su condición corporal (CC; 1 a 5, precisión 0.25) antes (-43, -33, -27, -21, -14 d) y después del parto (2, 10, 36 y 68 d).

Ordeño y control lechero: El ordeño (×2, 7 y 17 h) se realizó a 40 kPa, 120 p/min y 50% en una sala 2×12 con línea alta (Amarre Azul-1, DeLaval Equipos, Alcobendas, Madrid) y 12 unidades de ordeño (DeLaval SG-TF100) con medidores automáticos (MM25SG) y desconexión de pezoneras (flujo <0,1 L/min o tiempo >3 min). Al acabar el ordeño se sumergieron los pezones en una solución iodada (P3-ioshield, Ecolab Hispano-Portuguesa, Barcelona). La producción de leche se controló diariamente hasta los 154 d y el secado se realizó a los 180 d de lactación. La composición de leche se analizó cada 15 d mediante NIR (NIRSystems 5000, Foss, Hilleröd, Dinamarca).

Tratamientos experimentales: Las ovejas se distribuyeron en 3 grupos equilibrados/raza a los que se les asignaron aleatoriamente los siguientes tratamientos de esquila:

- Control sin esquila (US) desde el año anterior (MN, n = 14; LC = 10).
- Esquiladas antes de la cubrición (SO) a final de primavera (MN, n = 13; LC = 10).
- Esquiladas a final de gestación (SP, d 100) en verano (MN, n = 16; LC = 10).

En todas las ovejas se valoró la extensión del vellón y el peso de la lana esquilada. En las semanas siguientes al esquila, se contó la frecuencia respiratoria de las ovejas en condiciones de reposo en el interior del aprisco y a diferentes temperaturas (20 a 30°C).

Propiedades queseras de la leche: Se valoraron el tiempo de coagulación y la firmeza a 45 min por cuadruplicado en muestras de leche (100 mL) de cada grupo de ovejas al d 160 de lactación, utilizando un Optigraph (Ysebaert, Frepillon, Francia) de 10 pocillos, previa adición de 43 µL de renina bovina recién diluida (1:10) en agua destilada (quimosina 780 mg/L; Larbus, Madrid) a 34°C y durante 60 min. El rendimiento quesero se estimó a partir de la composición por el índice de Van Slyke.

Análisis estadísticos: Se utilizaron modelos lineales mixtos para medidas repetidas o generales con el paquete R v.3.0.2 (R Core Team, Viena, Austria), calculando LSM y separando las medias mediante el test de Tukey con significación a $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La frecuencia respiratoria de las ovejas aumentó de forma lineal con la temperatura y la extensión del vellón ($P < 0,05$), variando entre 35-120 respiraciones/min, pero sin verse afectada por la raza. No se observaron diferencias en el peso de las ovejas por efecto de los tratamientos, que en promedio fue inferior en Manchegas vs. Lacaune (69,7 ± 1,2 vs. 72,1 ± 1,2 kg; $P < 0,05$), mostrando similares ganancias de peso al final de gestación (+1,5 kg), fuertes pérdidas al parto (-7,5 kg) y en la cría de corderos (-7,5 kg), con una parcial recuperación hasta el secado (+1,9 kg). No se observaron efectos en el peso de los corderos al nacimiento y al destete por los tratamientos ($P > 0,05$), lo que pudo ser consecuencia de las favorables condiciones de alimentación y ausencia de frío para desencadenar una respuesta hormonal como en Revell et al. (2000), Cam y Kuran (2004) y Kenyon et al. (2006). Las ovejas de parto doble pesaron más que las simples desde el d -43 al 68 (+4,9 ± 0,9 kg; $P < 0,01$). La CC disminuyó durante la gestación (-0,49 ± 0,07) y durante la cría de corderos (-0,55 ± 0,07), iniciando una lenta recuperación posterior hasta el secado, pero sin mostrar ningún efecto los tratamientos de esquila ($P > 0,05$).

La producción de leche de cría no varió entre tratamientos ($P > 0,05$), aunque se observó una interacción entre raza x tratamiento durante el ordeño ($P < 0,01$), de forma que en la raza Lacaune las esquiladas durante la preñez produjeron más de leche que las no esquiladas (+21%) y esquiladas antes de la cubrición (+16%; $P < 0,05$) (Figura 1). Este efecto no se observó en las Manchegas ($P > 0,05$), como en la raza Latxa (Ruiz et al., 2008).

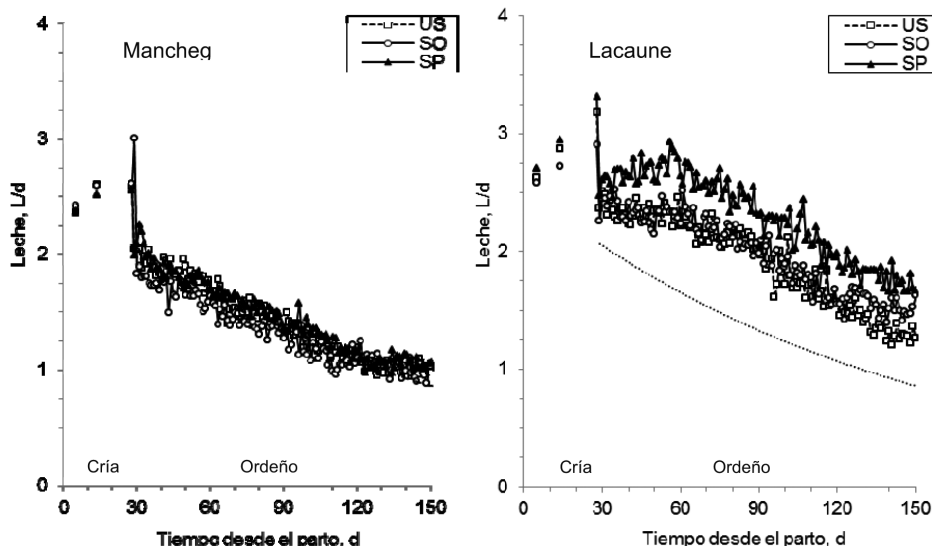


Figura 1. Producción de leche de ovejas según la raza (Manchega y Lacaune) y la estrategia de esquila durante el verano (US, no esquiladas; SO, esquiladas antes de la cubrición; SP, esquiladas durante la preñez, d 100 de gestación).

No se observaron diferencias en la composición de la leche ordeñada ni en sus propiedades de coagulación entre tratamientos ($P > 0,05$). Sin embargo, las ovejas de raza Manchega presentaron mejor composición y aptitud quesera que las Lacaune (Tabla 1).

Tabla 1. Composición y aptitud quesera de la leche según la raza de ovejas

Item	Manchega	Lacaune	P-valor
Grasa, %	6,97 ± 0,18	6,20 ± 0,19	0,01
Proteína, %	5,78 ± 0,11	5,32 ± 0,11	0,01
Tiempo de coagulación, min	9,60 ± 0,13	10,90 ± 0,15	0,01
Firmeza a 45 min	46,2 ± 2,0	42,6 ± 1,9	0,01
Rendimiento quesero, %	20,6 ± 0,4	16,5 ± 0,5	0,01

En conclusión, esquilarse a las ovejas lecheras a final de gestación (d 100) en verano puede ser una estrategia de interés en ovejas de alta producción de leche, sin efectos negativos en la composición o el rendimiento quesero de la leche. Por otro lado, dejar de esquilarse a las ovejas gestantes en verano, aunque aumenta su frecuencia respiratoria, no parece tener ningún efecto negativo sobre la oveja, los corderos o la producción de leche a la siguiente lactación, lo que puede simplificar el manejo en las explotaciones lecheras españolas.

Agradecimientos: Proyecto AGL-2013-44061-R (Plan Nacional, MINECO, España) y Universidad Nacional Autónoma de México por una beca de postgrado a S. González-Luna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alabart, J.L. et al. 2007. Producción de ovino de carne en medio semiárido. CITA, Gobierno de Aragón, Zaragoza
- Cam, M.A., Kuran, M. 2004. J. Anim. Sci. 12:1669-1673
- Corner, R.A., Kenyon, P.R., Stafford, K.J., West, D.M., Oliver, M.H. 2007. Small Rumin. Res. 73:115-121
- Kenyon, P.R., Revell, D.K., Morris, S.T. 2006. Aust. J. Exp. Agric. 46:821-825
- Rassu, S.P.G., Manca, M.G., Francesconi, A.H.D., Mereu, A., Nudda, A. 2009. Ital. J. Anim. Sci. 8 (Suppl. 2):462
- Revell, D.K., Main, S.F., Breier, B.H., Cottam, Y.M., Hennies, M., McCutcheon, S.N. 2000. Domest. Anim. Endocrin. 18:409-422
- Ruiz, R., García-Rodríguez, A., Ugarte, E., Arranz, J., Beltrán de Heredia, I., Oregui, L.M. 2008. 59th Annual Meeting EAAP, Vilnius, Lithuania, p. 194
- Sphor, L., Banchemo, G., Correa, G., Osório, M.T.M., Quintans, G. 2011. Small Rumin. Res. 99:44-47
- Thompson, G.E., Bassett, J.M., Samson, D.E., Slee, J. 1982. Br. J. Nutr. 48:59-64
- Welch, R.A.S., Kilgour, R., Robson, G.A., Smith, M.E., Williams, E.T. 1979. Proc. NZ Soc. Anim. Prod. 39:100-102.

THE RESPONSE TO SUMMER SHEARING STRATEGY VARIES ACCORDING TO THE BREED OF DAIRY EWES

ABSTRACT: The responses to different shearing strategies during summer were investigated in Manchega (n = 43) and Lacaune (n = 30) dairy ewes. Ewes were exploited under semi-intensive conditions and allocated in 3 groups by breed to which the treatments were randomly applied: US (unshorn), SO (shorn open) and SP (shorn pregnant). Ewes in SO and SP groups were shorn before mating (spring) and on d 100 of pregnancy (summer), respectively. No effects of treatments were found at parturition, the ewes and lambs weighing similarly by breed. Milk yield and lamb growth during the suckling period (d 0 to 28) were also similar between groups, although Lacaune produced more milk than Manchega ewes. Response to shearing treatments during the milking period varied by breed, the Lacaune SP yielding more milk than US (21%) or SO (16%) ewes, but no effects were detected in the Manchega. No differences in body weight, condition score and milk composition were detected by shearing treatment, indicating that, despite the greater milk yield of the Lacaune SP ewes, milk composition did not change. Milk coagulation properties varied by breed, according to their milk composition, but not by shearing treatment. In conclusion, shearing ewes at late-pregnancy (d 100) during summer can be a suitable management option for improving milk yield of high yielding ewes, without deleterious effects neither on milk composition and milk cheesemaking properties.

Keywords: dairy sheep, shearing, suckling, milking, milk composition, cheesemaking.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA CON ACEITE DE PESCADO SOBRE LA ABUNDANCIA DE ARNm DE GENES IMPLICADOS EN LA LIPOGÉNESIS MAMARIA EN OVEJAS LECHERAS

Carreño, D., Hervás, G., Toral, P.G., Castro-Carrera, T., Fernández, M. y Frutos*, P. Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España. *Correo electrónico: p.frutos@csic.es

INTRODUCCIÓN

En el ganado vacuno, se ha observado una clara relación entre el denominado síndrome de baja grasa en la leche (MFD por sus siglas en inglés) y la represión de ciertos genes implicados en el metabolismo lipídico en la glándula mamaria (Invernizzi et al., 2010; Bauman et al., 2011). Sin embargo, en pequeños rumiantes, especialmente en el ovino, la información al respecto es muy escasa e inconcluyente (Shingfield et al., 2010; Bichi et al., 2013).

En un estudio previo, se suplementó la dieta de ovejas con lípidos marinos para modular el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche y, como se esperaba, se produjo una caída del contenido de grasa láctea (MFD). Sin embargo, en la semana 7 de tratamiento, dicha caída no se pudo relacionar con cambios en la expresión de una serie de genes candidatos implicados en la lipogénesis (Bichi et al., 2013). No obstante, estos resultados no permiten descartar que la regulación nutricional de la síntesis de grasa de la leche esté mediada por mecanismos transcripcionales, ya que la ausencia de cambios en la abundancia de ARNm podría deberse a otros motivos. Entre ellos, como se ha planteado en vacas (Invernizzi et al., 2010) y en ovejas que no sufrían MFD (Castro-Carrera et al., 2015), podría estar el del momento del muestreo. Es decir, que quizás a tiempos más cortos, sea más sencillo detectar las diferencias.

Por lo tanto, este trabajo se realizó en ovejas lecheras para analizar su respuesta a una dieta suplementada con aceite de pescado, de la cual se sabe que induce MFD, en términos de abundancia de ARNm de los principales genes candidatos implicados en la lipogénesis mamaria, a corto (aprox. 1 semana) y medio plazo (4 semanas).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el ensayo, se partió de 12 ovejas de raza assaf en la semana 7 de lactación, que se distribuyeron en función de su peso vivo, producción de leche, días posparto y número de lactación en 2 tratamientos que consistieron en una dieta mixta completa (relación F:C 50:50), sin ninguna suplementación (control) o suplementada con 17 g de aceite de pescado/kg MS. Los animales recibieron la dieta control durante aproximadamente un mes, permitiendo su adaptación antes de la biopsia inicial. Trascurridas 2 semanas desde esa biopsia (i. e., cuando los animales estaban recuperados) se les ofrecieron las dos dietas experimentales durante 31 días.

Los días 0, 7 y 30 se midió la producción de leche y recogió una muestra de cada animal, proporcional a la producción de la mañana y de la tarde, para determinar el contenido de grasa mediante espectrometría de infrarrojos y el perfil lipídico mediante cromatografía de gases (Toral et al., 2015). La ingestión se controló diaria e individualmente.

Para la aproximación de genes candidatos, se realizaron biopsias del tejido secretor mamario en 3 momentos: 13 días antes del inicio de la oferta de las dietas experimentales (día 0) y a los 8 y 31 días del experimento. Desafortunadamente, tras la segunda biopsia, dos animales de cada grupo tuvieron que descartarse al no mostrar una buena recuperación. Las muestras de tejido se conservaron a -80 °C hasta la extracción de ARN; los valores de RIN fueron $8,12 \pm 0,46$. Los fragmentos de ADN complementario sintetizados a partir del ARN extraído se analizaron mediante qPCR (Toral et al., 2015), utilizando cebadores específicos para los siguientes genes: acetil-CoA carboxilasa alfa y AG sintasa (ACACA y FASN, implicados en la síntesis de AG de novo); lipoproteinlipasa (LPL, implicado en la captación y transporte intracelular de AG); delta-9 desaturasa 1 (SCD1, implicado en la desaturación delta-9 de los AG); y el factor 1 de unión a elementos reguladores del esteroil (SREBF1, factor de transcripción potencialmente implicado en la regulación de los genes anteriores; Shingfield et al., 2010). La abundancia de los transcritos se normalizó utilizando los genes de control interno PPIA, UXT2 y EIF3K.

El efecto de la dieta y el del tiempo se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo, utilizando como covariable los datos obtenidos al inicio del experimento y anidando los animales al tratamiento. Para ello, utilizamos el procedimiento MIXED del SAS 9.4 (SAS Inst. Inc., EE. UU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación de la dieta con aceite de pescado no afectó ($P>0,10$) ni a la ingestión de alimento ($3,3\pm 0,28$ kg MS/animal y día) ni a la producción de leche ($2,5\pm 0,39$ kg/d). Aunque durante la primera semana no se encontraron diferencias en el contenido de grasa de la leche (Figura 1), ya se observó una reducción en la abundancia de transcritos de *SREBF1* ($P<0,05$) y de algunos de sus genes diana (i. e., *ACACA* y *SCD1*; $P<0,05$ y $0,10$, respectivamente), lo que sugiere que los efectos transcripcionales aparecen antes de detectarse la MFD.

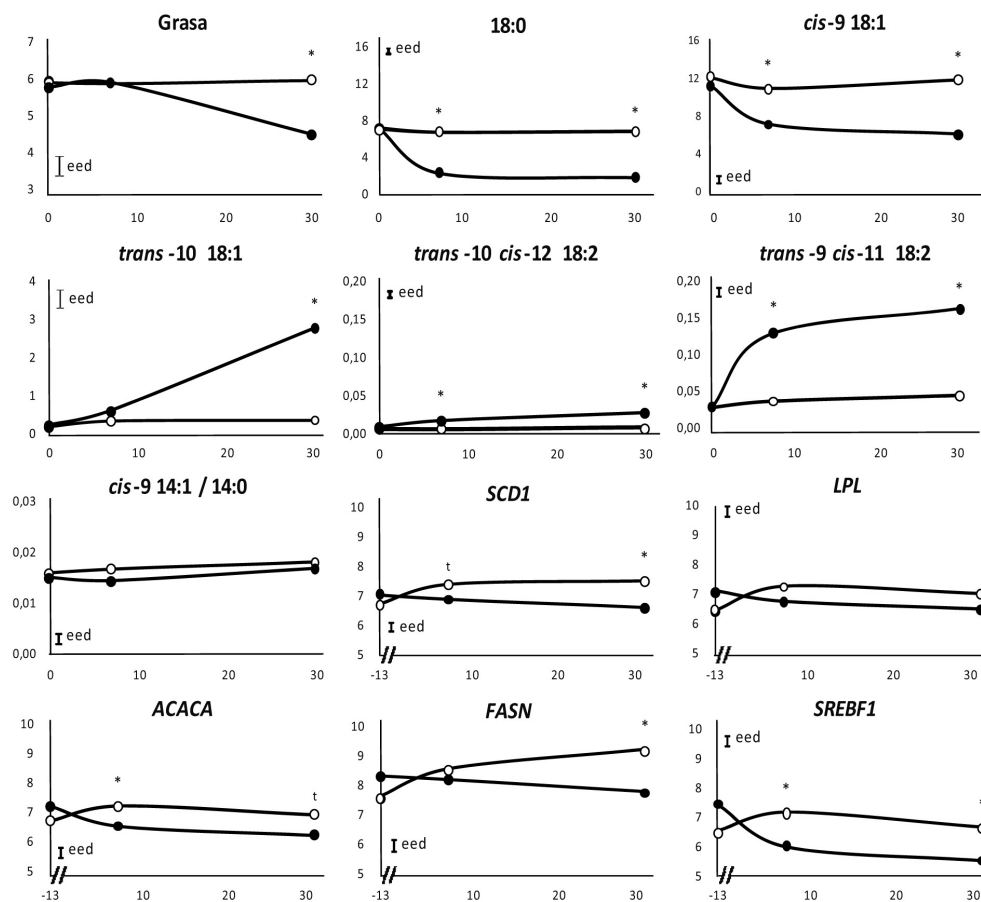


Figura 1. Evolución del porcentaje de grasa y de algunos AG de la leche (g/100 g AG) y de la abundancia de ARNm de 5 genes relacionados con la lipogénesis (datos transformados \log_2) a lo largo del experimento en ovejas lecheras alimentadas con una dieta control (O) o suplementada con un 1,7% de aceite de pescado (●). El eje de abscisas representa los días de experimento. eed = error estándar de la diferencia. $t = P<0,10$; * = $P<0,05$.

En ese momento (día 7), la suplementación con aceite de pescado disminuyó también las concentraciones lácteas de 18:0 y *cis*-9 18:1 ($P<0,05$), AG que se han relacionado con el síndrome de MFD en ovejas y vacas alimentadas con lípidos marinos (Shingfield et al., 2010; Bichi et al., 2013).

Los datos del día 30/31 mostraron una reducción del porcentaje (25%) y la producción (22%) de grasa ($P<0,05$), así como de la abundancia de ARNm de *SREBF1*, *FASN*, *SCD1* ($P<0,05$) y *ACACA* ($P<0,10$) en el tejido secretor mamario de las ovejas suplementadas con aceite de pescado. Estos resultados coinciden con una mayor concentración de ciertos AG con efecto antilipogénico, como el *trans*-10 18:1, el *trans*-10 *cis*-12 18:2 ($P<0,05$), aunque su contenido se mantuvo muy bajo y su relación con la MFD en ovino no está clara (Shingfield et al., 2010; Bichi et al., 2013) y el *trans*-9 *cis*-11 18:2 ($P<0,05$; Perfield et al., 2007). Por el contrario, no se encontraron reducciones ($P>0,10$) en la mayoría de los índices de desaturación (e. g., *cis*-9 14:1/14:0), a pesar de la disminución de *SCD1*. Por último, tampoco se pudo relacionar el efecto positivo de la suplementación de la dieta con aceite de pescado sobre la proporción de AG de cadena larga ($>16C$) en la leche con cambios en la abundancia de transcritos del gen *LPL*. No obstante, se sabe que en determinadas circunstancias, esta enzima podría no resultar limitante para la captación de AG (Shingfield et al., 2010).

En conclusión, dada la relación observada entre el perfil de AG de la leche y la abundancia de ARNm de los genes estudiados, y a pesar del carácter preliminar de los resultados, cabe suponer que el efecto de la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con una dosis moderada (1,7% MS) de aceite de pescado esté mediado por mecanismos transcripcionales. En cuanto a la importancia del momento del muestreo, con la excepción del *FASN*, los cambios observados en los demás genes candidatos se detectaron el día 7 y se mantuvieron relativamente constantes hasta el final del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauman, D.E., et al. 2011. Annu. Rev. Nutr. 31: 299-319.
- Bichi, E., et al. 2013. Anim. Feed Sci. Technol. 186: 36-44.
- Castro-Carrera, T., et al. 2015. Animal (doi:10.1017/S1751731114002882).
- Invernizzi, G., et al. 2010. Funct. Integr. Genomics 10: 561-575.
- Perfield, J.W., et al. 2007. J. Dairy Sci. 90: 2211-2218.
- Shingfield, K.J., et al. 2010. Animal. 4: 1140-1166.
- Toral, P.G., et al. 2015. J. Dairy Sci. (doi:10.3168/jds.2014-8731).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Castilla y León (Proy. CSI023U13). D. Carreño y P.G. Toral disfrutaron, respectivamente, de una beca predoctoral FPI del MINECO y de un contrato Juan de la Cierva.

EFFECT OF DIET SUPPLEMENTATION WITH FISH OIL ON THE mRNA ABUNDANCE OF GENES INVOLVED IN MAMMARY LIPOGENESIS IN LACTATING EWES

ABSTRACT: This study was conducted in sheep to investigate the relationship between changes in both the mRNA abundance of genes involved in mammary lipogenesis, and the milk fatty acid (FA) composition, in response to a diet known to induce milk fat depression (MFD). Twelve ewes (6 animals/treatment) received a total mixed ration supplemented with 0 (control) or 17 g of fish-oil/kg DM, for 31 days. Milk FA profile was analysed by gas chromatography on samples collected on days 0, 7 and 30, and candidate gene expression by quantitative reverse transcription-PCR on samples of mammary secretory tissue removed by biopsy on days -13, 8 and 31. As expected, the fish-oil supplemented diet induced MFD and modified milk FA composition. Increases in some putative antilipogenic FA (e.g., *trans*-10 18:1, *trans*-10 *cis*-12 18:2, and *trans*-9 *cis*-11 18:2) were accompanied by reductions in the mRNA abundance of *ACACA*, *FASN*, *SCD1* and *SREBF1*, which would support that the nutritional regulation of milk FA composition is mediated by transcriptional control mechanisms. Most variations in mRNA abundance were detected on early stages of the feeding period (day 7) and stayed relatively stable until the end of the assay (d 31).

Keywords: gene expression, lipid metabolism, milk fat depression, sheep.

RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE GRASA LÁCTEA Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN RESPUESTA A LOS CAMBIOS EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Toral*, P.G., Hervás, G., Belenguer, A., Castro-Carrera, T., Carreño, D. y Frutos, P. Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España. *Correo electrónico: pablo.toral@csic.es

INTRODUCCIÓN

La relación existente entre la síntesis de grasa láctea y el perfil de ácidos grasos (AG) y, más específicamente, entre el síndrome de baja grasa en la leche (MFD, por las siglas en inglés de *milk fat depression*) y el isómero *trans*-10 *cis*-12 del ácido linoleico conjugado (CLA) se ha investigado en vacuno mediante la utilización de técnicas de análisis multivariante, como por ejemplo el de componentes principales (Kadegowda et al., 2008). Sin embargo, no existe información disponible al respecto en el ovino.

Trabajos previos en ovejas lecheras sugieren que el *trans*-10 *cis*-12 CLA no sería un factor causal de la MFD inducida por la dieta (e. g., Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013) y debería de haber otros metabolitos involucrados. Por lo tanto, con el objetivo de identificar los principales AG potencialmente implicados en la MFD en el ovino, se realizó un análisis de componentes principales para examinar la relación entre el porcentaje y producción de grasa láctea y su perfil lipídico en ovejas sometidas a diferentes estrategias nutricionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La base de datos utilizada en este estudio se creó a partir de los resultados de 15 experimentos realizados con ovejas lecheras procedentes del rebaño experimental del Instituto de Ganadería de Montaña, en León (e. g., Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013). Todos los animales pertenecían a la misma raza (assaf) y su manejo fue similar, ordeñándose dos veces al día y ofertándose las dietas ad libitum. Las observaciones incluidas en la base de datos son los valores medios para lotes de entre 5 y 10 animales. Dichos lotes de ovejas se alimentaron con pasto (n=41) o con raciones completas mezcladas (n=398) compuestas por heno de alfalfa y alimentos concentrados, sin suplementación lipídica (n=183) o suplementadas con aceites vegetales (ricos en *cis*-9 18:1, 18:2n-6 o 18:3n-3; n=145), con lípidos de origen marino (n=10) o con combinaciones de ambos tipos de suplementos (n=60).

La relación entre los parámetros de rendimiento lechero (producción de leche y grasa y porcentaje de grasa) y el perfil lipídico de la leche (40 AG individuales) en respuesta a los cambios en la alimentación (dieta base, porcentaje de alimentos concentrados y tipo y nivel de inclusión en la dieta de la suplementación lipídica) se estudió mediante análisis de componentes principales, utilizando el programa R (versión 3.0.1, www.r-project.org).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera aproximación, en la que se usaron todos los datos, la proyección de las variables de rendimiento productivo y las concentraciones de AG de la leche sobre los planos definidos por los tres primeros componentes principales mostró que tanto el porcentaje como la producción de grasa de la leche se situaron cerca del origen de los ejes, sin que hubiera una correlación aparente con ninguno de dichos componentes principales.

Sin embargo, cuando la base de datos se dividió en dos sub-bases, una con los experimentos en los que no se había observado MFD y otra con aquellos en los que sí se había detectado (que eran los que incluían dietas suplementadas con lípidos de origen marino), los resultados obtenidos fueron muy diferentes. Así, como se muestra en la Figura 1, en los ensayos con MFD, los dos primeros componentes principales permitieron explicar el 62,9% de la variabilidad total en el perfil de AG de la grasa láctea y el rendimiento lechero de las ovejas. En este caso, el porcentaje de grasa se relacionó negativamente con el segundo componente principal y se situó cerca de los AG 18:0 y *cis*-9 18:1 y opuesto al grupo que incluía el *trans*-10 18:1, 20:5n-3 y 22:6n-3. Aunque estos AG no tendrían por qué estar necesariamente implicados en el desarrollo de la MFD en ovejas, su concentración en la leche podría indicar condiciones favorables para el desarrollo de este síndrome, lo que concuerda con datos previos en ovejas y vacas lecheras (Shingfield et al., 2010; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013). Así, estos resultados apoyarían la hipótesis de que el efecto

Por otro lado, tanto en el círculo de correlaciones obtenido a partir de la base de datos global como en los de las dos sub-bases, la posición del *trans*-10 *cis*-12 CLA (único AG con un efecto inhibitor de la síntesis de grasa láctea en ruminantes demostrado de forma inequívoca; Baumgard et al., 2000; Hussein et al., 2013) no permitió relacionar a este isómero con los cambios en el porcentaje de grasa de la leche de oveja. Estos resultados contrastan con los observados mediante análisis similares en el vacuno (Kadegowda et al., 2008), lo cual era esperable cuando se tiene en cuenta que en las vacas la suplementación de la dieta con aceites vegetales provoca MFD tras favorecer la formación de *trans*-10 *cis*-12 CLA en el rumen (Shingfield et al., 2010). Sin embargo, esto no sucede en el ovino, especie en la que la incorporación de aceites vegetales no causa MFD y este síndrome solo se advierte con el consumo de lípidos de origen marino (Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013).

El análisis de componentes principales apoyaría pues la hipótesis de que, en las ovejas, el *trans*-10 *cis*-12 CLA no juega un papel relevante en el síndrome de baja grasa en la leche. En condiciones de MFD inducida por la adición de lípidos de origen marino a la dieta, las reducciones en el contenido y secreción de grasa parecen estar más relacionadas con variaciones en otros AG de la leche, como por ejemplo el 18:0, el *cis*-9 18:1 o el *trans*-10 18:1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumgard, L.H., Corl, B.A., Dwyer, D.A., Sæbø, A. & Bauman, D.E. 2000. Am. J. Physiol. 278: R179-R184.
- Bichi, E., Hervás, G., Toral, P.G., Looor, J.J. & Frutos, P. 2013. J. Dairy Sci. 96: 524-532.
- 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.
- Hussein, M., Harvatine, K.H., Weerasinghe, W.M.P.B., Sinclair, L.A. & Bauman, D.E. 2013. J. Dairy Sci. 96: 3825-3834.
- Kadegowda, A.K.G., Piperova, L.S. & Erdman, R.A. 2008. J. Dairy Sci. 91: 749-759.
- Lock, A.L., Tyburczy, C., Dwyer, D.A., Harvatine, K.J., Destailats, F., Mouloungui, Z., Candy, L. & Bauman, D.E. 2007. J. Nutr. 137: 71-76.
- Shingfield, K.J., Bernard, L., Leroux, C. & Chilliard, Y. 2010. Animal. 4: 1140-1166.
- Toral, P.G., Frutos, P., Hervás, G., Gómez-Cortés, P., Juárez, M. & de la Fuente, M.A. 2010. J. Dairy Sci. 93: 1604-1615.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (proyecto AGL2011-23700). P.G. Toral y D. Carreño disfrutaron, respectivamente, de un contrato Juan de la Cierva y de una beca predoctoral FPI del MINECO.

RELATIONSHIP BETWEEN DIET-INDUCED CHANGES IN MILK FAT CONTENT AND FATTY ACID PROFILE IN DAIRY EWES. A PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

ABSTRACT: Principal component analysis (PCA) was used to examine the relationship between milk fat content and fatty acid (FA) profile in ewes subjected to different nutritional strategies, with the aim of identifying the most relevant FA potentially involved in diet-induced milk fat depression (MFD). A database comprising average lot observations from 15 nutritional trials was built (n=439), but the loading plot derived from PCA showed no apparent relationship between milk fat content and any of the principal components (PC). When the database was split into 2 sub-databases according to experiments showing MFD (i.e., including marine lipid supplementation) or not, PC1 and PC2 described 62.9% of total variation in milk FA and dairy performance in the former. Furthermore, milk fat percentage was negatively correlated with PC2, and loaded near 18:0 and *cis*-9 18:1 and opposite to a cluster including *trans*-10 18:1, 20:5n-3 and 22:6n-3. Although these FA do not have to be necessarily involved in MFD in ewes, their concentration in milk could be an indicator of favourable conditions for MFD to occur. Results from all loading plots support that *trans*-10 *cis*-12 18:2 does not play a major role in diet-induced changes in milk fat content in dairy ewes.

Keywords: lipid, marine lipid, milk fat depression, sheep

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON GRASA SATURADA Y POLIINSATURADA SOBRE LA COMPOSICIÓN LÁCTEA DE OVEJAS DE PELO EN CONDICIONES TRÓPICALES.

Vicente¹, J.G., Isabel², B., De Gasperín¹, I., Loeza¹, R., Martínez¹, J.M., Cervantes¹, P., Canudas¹, E., Velázquez¹, F., López-Bote², C.J.

¹Universidad Veracruzana, Veracruz, México. CP 91710; ²Universidad Complutense de Madrid. jvicente@uv.mx

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los países tropicales han dado gran importancia a la producción ovina como opción para satisfacer la creciente demanda de carne y leche. Para esto, generalmente se utilizan razas de pelo puras o sus cruza que están bien adaptadas a las condiciones climáticas de estas regiones (Mason, 1980). La abundancia de forraje en estas zonas hace que la producción ovina sea una actividad con gran potencial (Pérez, 2005). Durante la fase de lactancia las ocho semanas iniciales son las de mayor demanda alimenticia, puesto que la producción láctea es mayor, así como las necesidades energéticas, además la alimentación de las ovejas durante la lactación se vuelve compleja debido a la amplia gama de sistemas de alimentación, variando la proporción pienso:forraje (Bencini y Purvis, 1990). Khanal y Olson (2004) plantearon la suplementación con fuentes lipídicas como opción energética, sin embargo existen pocos antecedentes sobre el uso de aceites vegetales y grasas animales en la alimentación de ovinos de pelo bajo condiciones tropicales, desconociendo el efecto que esta estrategia nutricional puede tener sobre la composición de la leche de estos animales, es por ello que los resultados obtenidos a través de este primer estudio permitirán desarrollar futuras investigaciones con un panorama más amplio acerca del efecto del uso de grasa en la alimentación ovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Módulo de Ovinos y Caprinos de la Posta Zootécnica "Torreón del Molino", de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana (19° 10' Latitud Norte, 96° 10' Longitud Oeste, 15 metros sobre el nivel del mar). Para la realización del estudio se utilizaron 24 ovejas de pelo con 135 días de gestación de tres a seis partos, seleccionadas al azar de un grupo inicial de 30 ovejas, fueron asignadas a 3 dietas: testigo: 70% forraje y 30% pienso (60% maíz, 24,2% soja, 11,8% melaza, 6% urea); 2% de manteca (grasa saturada) 70% forraje y 30% pienso con manteca de cerdo (60% maíz, 28% soja, 8% manteca de cerdo, 8% urea); 2% de aceite de soja (grasa insaturada): 70% forraje y 30% pienso con aceite de soja (60% maíz, 28% soja, 8% aceite de soja, 8% urea). Todos los piensos tuvieron similar energía metabolizable (Tabla 1) y tuvieron correctores minerales: con el mismo aporte energético que en los otros dos grupos. El forraje fue heno de pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) (Fibra neutro detergente: 63,9%; Fibra ácido detergente: 41,2%; y Proteína bruta: 6,9%).

Tabla 1. Composición química (%) e ingestión de los piensos utilizados en el estudio.

Dietas	Manteca de cerdo	Aceite de soja	Testigo
Fibra neutro detergente	46,18	46,18	44,51
Lignina	1,26	1,26	1,22
Proteína bruta	14,06	14,06	13,51
Almidón	63,93	63,93	59,38
Grasa	4,88	4,88	2,05
Ingestión			
Energía metabolizable (Mcal/día)	3,157	3,157	3,169
Proteína (g/día)	131	131	143

Las ovejas se distribuyeron aleatoriamente en 3 corrales de alojamiento múltiple, es decir 8 ovejas por corral, donde se le suministró el tratamiento. Las dietas experimentales se

ofrecieron 15 días antes del parto y durante 5 semanas tras el parto. Las muestras de leche se obtuvieron por ordeño manual, de forma aséptica desde el inicio de la lactancia hasta el destete de las crías, con intervalos de 7 días y fueron almacenadas a 4°C. El análisis de las muestras se realizó por triplicado, durante las primeras 72 horas de su obtención, mediante la técnica de espectrofotometría infrarroja (IR), con un equipo MilkoScan FT-120, A/S FOSS Electric®. Las variables analizadas fueron: grasa (G), proteína bruta o total (PT), caseína (CA), lactosa (LA), sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST). Los valores fueron expresados en porcentaje. Para evaluar el efecto de la dieta sobre la composición de la leche se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) del paquete estadístico SAS 4.3 (SAS Enterprise 2006-2010). Para analizar cómo evoluciona la composición de la leche en el transcurso del tiempo se comparó el efecto del tratamiento, la semana de lactación y la interacción tiempo*tratamiento mediante un análisis de medidas repetidas por el paquete estadístico antes mencionado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción entre la dieta y la semana de lactación no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados por lo que se presentan los resultados para los dos factores por separado. Con respecto al efecto de la dieta sobre la composición de la leche, el grupo testigo, presentó una mayor cantidad de grasa en la leche que el lote con un 2% de manteca y 2% de aceite de soja ($P<0,03$). Este efecto puede deberse a que la utilización de aceites o grasas pueden alterar el proceso de fermentación ruminal (Harfoot y Hazlewood, 1997) y afectar negativamente al rendimiento productivo de los animales. Sin embargo, también aparecieron diferencias en el porcentaje de grasa entre los tratamientos con la suplementación de grasa, siendo mayor el porcentaje de grasa con la inclusión del 2% de aceite de soja que con la inclusión del 2% de manteca ($P<0,05$). Sin embargo, la suplementación lipídica no permitió observar efectos sobre la composición proteica de la leche ($P<0,15$). La dieta tendió a afectar al porcentaje de lactosa en la leche, las ovejas alimentadas con manteca de cerdo mostraron una tendencia a una mayor concentración de lactosa ($P<0,06$) que las otras dos dietas. Con respecto al porcentaje de caseína; los dos grupos alimentados con suplementación grasa presentaron una mayor concentración de caseína que el grupo testigo ($P<0,001$). Finalmente, los sólidos totales tendieron a ser superiores en testigo que en las otras dos dietas ($P<0,09$).

Tabla 2. Efecto de los tratamientos experimentales sobre la composición de la leche (%) durante las seis semanas posteriores al parto.

	Dieta			eem ²	Tiempo	P-valor ¹	
	Manteca	Aceite Soja	Testigo			Dieta	
Sólidos totales	14,22	14,51	15,4	6,07	0,001	0,09	
Proteínas totales	4,68	4,78	4,52	1,64	0,001	0,15	
Grasa	4,28c	5,03b	5,49a	4,67	0,47	0,005	
Lactosa	4,79	4,51	4,51	1,64	0,65	0,06	
Caseína	3,88a	3,89a	3,44b	1,43	0,007	0,001	

¹ La interacción tiempo y dieta no fue significativa para ningún parámetro. ² error estándar de la media. Medias con distinta letra en un parámetro indican diferencias al $P<0,05$

El estudio de la composición láctea a lo largo de la lactación mostró como el contenido graso de la leche tiende a elevarse conforme transcurre la lactancia el las dietas con suplementación grasa mientras que permanece estable en la dieta testigo (Figura 1). Dicho desempeño permite suponer que la baja producción de grasa en la leche durante las primeras semanas de lactancia se debe a que el periodo de adaptación del alimento no fue lo suficientemente largo para permitir a los tres grupos iniciar la prueba experimental en igualdad de condiciones.

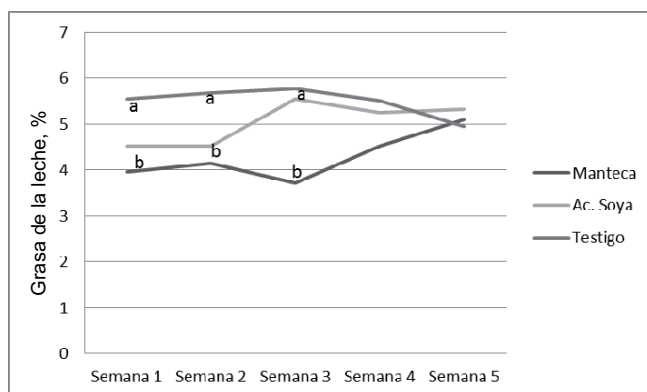


Figura 1. Efecto del tratamiento sobre la evolución del porcentaje de grasa de la leche durante la lactación (medias con distinta letra en una semana indican diferencias $P < 0,05$).

Estos resultados preliminares abren la puerta a la realización de mayores investigaciones en esta temática, sugiriendo la necesidad de realizar una mayor diversidad de análisis, que permitan visualizar con mayores detalles como se da el metabolismo digestivo, lactogénico y de movilización de reservas corporales en los ovinos de pelo ya que las ovejas lactantes podrían tener una mayor capacidad para mantener la función normal del rumen cuando se dan suplementos grasos en comparación con ganado bovino y caprino (Pulina et al., 2006).

REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

- Bencini R., Purvis I.W. 1990. the Australian Society of Animal Production, 18.
- Harfoot, G., y Hazlewood G. 1997. Lipid metabolism in the rumen. Pages 382–426 in The Rumen Microbial Ecosystem. P. M. Hobson, ed. Elsevier, New York, NY.
- Mason, I. L., 1980. “Ovejas prolíficas tropicales”. FAO. Animal Production and Health. Boletín 17. Roma.
- Khanal, RC, and Olson KC. 2004. *Pakistan J. of Nutrition*. 3 (2): 82-98.
- Pérez H.P., 2005. Caracterización del sistema producto ovino en el estado de Veracruz. FUNPROVER.
- Pulina, G., A. Nudda, G. Battacone, and A. Cannas. 2006. *Anim. Feed Sci Technol* 131:255–291.

Effect of feeding with saturated and polyunsaturated fat on the milk composition in hair-sheep in tropical conditions

Abstract: A feeding experiment was conducted with 24 crossbred lactating ewes that were fed diets containing 2% lard, 2% soybean oil and a control group, with a total of 8 ewes by treatment. The study was conducted at the sheep station in “Torreon del Molino” Universidad Veracruzana., Veracruz. Mexico. Diets were offered 15 days before parturition and during 5 weeks of lactation The diets were isocaloric and formulated in a 70:30 forage concentrate ratio with Pangola grass hay (*Digitaria decumbens*) as the forage source. Milk was collected and started after parturition and each week until weaning. Fat, crude protein, casein, lactose, non-fat solids and total solids were determined. The milk of the Control group had higher milk fat than lard and soybean oil diets ($P < 0.03$), without an effect on protein, or lactose content. Time repeated measurement statistical analyses showed an increasing fat content along time only for diets containing fat and remained constant in control group The results obtained allow to observe that fat addition in diets for lactating ewes perhaps require longer periods of adaptation to the diets, to achieve changes in the lipid milk composition, in a shorter term without compromising the normal function of the rumen. Fat supplementation in ewes diets may result in benefits for lamb growth, therefore more related studies are necessary.

Keywords: Hair-sheep, feed, fat, milk composition.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE 18:0 A UNA DIETA RICA EN ACEITE DE PESCADO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE OVEJAS LECHERAS

Toral^{1*}, P.G., Hervás¹, G., Carreño¹, D., González¹, J.S., Amor², J. y Frutos¹, P.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España. ²INATEGA S.L., Ctra. Valdefresno, 2. 24228 Corbillos de la Sobarriba, León, España. *Correo electrónico: pablo.toral@csic.es

INTRODUCCIÓN

Los avances científicos en la mejora del valor nutricional de la leche de oveja y su consiguiente valor añadido no pueden ir nunca acompañados de efectos negativos sobre el rendimiento productivo de los animales, ya que esto anularía su aplicación práctica.

La suplementación de la dieta de ovejas lecheras con lípidos de origen marino permite modular el perfil lipídico de la leche (Lock y Bauman, 2004) ya que inhibe la saturación ruminal de los *trans* 18:1 a 18:0 y favorece así la acumulación de *trans*-11 18:1 y, consecuentemente, la concentración láctea de *cis*-9 *trans*-11 CLA (Torral et al., 2010; Bichi et al., 2013). También permite aumentar el contenido de ácidos grasos (AG) n-3 de cadena muy larga en la leche. Sin embargo, esta estrategia de alimentación produce el denominado síndrome de baja grasa o depresión de la grasa de la leche (MFD; Torral et al., 2010; Bichi et al., 2013). Aunque persiste un importante desconocimiento sobre los mecanismos implicados en dicha respuesta, se ha especulado que este tipo de MFD podría estar asociado a un déficit de 18:0 (causado, como ya se ha mencionado, por la inhibición del último paso de la biohidrogenación ruminal). Este déficit limitaría la síntesis mamaria de *cis*-9 18:1 mediante la acción de la enzima Δ^9 -desaturasa y podría afectar negativamente al mantenimiento de la fluidez de la grasa láctea (Shingfield et al., 2010).

Basándose en esta hipótesis, esta prueba se llevó a cabo para estudiar si la MFD causada por la inclusión de aceite de pescado en la dieta de ovejas lecheras se podría aliviar aumentando la disponibilidad de 18:0 y contrarrestando así su disminución en el rumen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este experimento, se utilizaron 12 ovejas de raza assaf que fueron distribuidas en 3 lotes (4 animales/lote) equilibrados en función de su peso vivo ($71,3 \pm 2,68$ kg), nivel de producción de leche ($3,9 \pm 0,06$ kg/d), días posparto ($32 \pm 1,5$), número de lactación ($2,6 \pm 0,40$) y contenido de grasa de la leche ($5,2 \pm 0,12\%$). El ensayo siguió un diseño en cuadrado latino 3×3 , con 3 periodos de 4 semanas cada uno y 3 tratamientos experimentales, que consistieron en una dieta mixta completa basada en heno de alfalfa y un concentrado (relación 40:60) sin suplementación lipídica (Control) o con un 2% de aceite de pescado solo (PE) o en combinación (PE+18) con un 2% de 18:0 (Edenor C18-98, Oleo Solutions). Los animales recibieron las dietas ad libitum y se ordeñaron dos veces al día.

Los días 25, 26 y 27 de cada periodo experimental se registró la producción individual de leche y se recogió una muestra de cada animal para determinar su composición mediante espectrofotometría de infrarrojos. Además se tomaron alícuotas de la leche producida por cada lote (mezcla proporcional de la cantidad producida por cada oveja) para analizar su perfil de AG mediante cromatografía de gases (Shingfield et al., 2003). La ingestión de alimento se controló también por lotes en la última semana de cada periodo.

Una vez acabada esta parte, 3 ovejas del grupo PE+18 y otras 3 del PE (estas últimas para determinar las concentraciones de 18:0 cuando no se suplementa con este AG) se alojaron en jaulas metabólicas para estudiar la digestibilidad del suplemento de 18:0. Tras dos días de adaptación a las jaulas, durante los 5 siguientes se controló la ingestión diaria de alimento y se pesaron las heces de cada animal. En ese tiempo, se recogieron también muestras individuales de los restos del alimento ofertado y de las heces para determinar su contenido de MS y analizar su composición lipídica. A continuación, y siguiendo un diseño *change-over*, se invirtieron los tratamientos que recibía cada animal. Las dietas se ofertaron durante 21 días y durante los 7 últimos se alojó de nuevo a las ovejas en jaulas metabólicas, realizándose las mismas medidas y toma de muestras que en el periodo anterior.

Los datos de rendimiento productivo y perfil de AG de la leche de cada lote se sometieron a un análisis de medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED del SAS 9.4 (SAS

Institute Inc., EE. UU.), con un modelo estadístico que incluyó los efectos fijos de la dieta, del periodo y su interacción y el efecto aleatorio del lote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación de la dieta con aceite de pescado no afectó a la producción de leche (Tabla 1), lo que coincide con estudios previos en ovejas lecheras que recibían lípidos marinos (Torralba et al., 2010; Bichi et al., 2013), a pesar de que, comparado con el control, el tratamiento PE tendió a reducir la ingestión de alimento ($P < 0,10$).

Tabla 1. Rendimiento productivo de ovejas alimentadas con la dieta control o suplementada con 2% de aceite de pescado solo (PE) o en combinación con 2% de 18:0 (PE+18)

	Dieta			EED ¹	P ²	
	Control	PE	PE+18			
Ingestión de MS (kg/d)	3,37 ^x	2,97 ^y	3,25 ^{xy}	0,106	t	
Producción de leche (kg/d)	3,16	3,09	3,21	0,087	ns	
Composición (%)	Grasa	5,35 ^a	4,32 ^b	4,22 ^b	0,094	***
	Proteína	5,44 ^a	5,09 ^b	5,07 ^b	0,051	***
	Lactosa	5,02	5,09	5,03	0,038	ns

Distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas (^{a,b} $P < 0,05$) o una tendencia (^{x,y} $P < 0,10$) a la significación.

¹EED, error estándar de la diferencia. ²nivel de significación. ns= $P > 0,10$; t= $P < 0,10$; ***= $P < 0,001$.

Sorprendentemente, la reducción del contenido de grasa láctea fue similar en PE y PE+18 (20%; $P < 0,001$), sugiriendo que la mayor disponibilidad de 18:0 para la captación y desaturación en la glándula mamaria no alivió la MFD causada por la suplementación lipídica. Dicho aumento en la cantidad de 18:0 disponible para la síntesis de *cis*-9 18:1 se demostraría por el incremento en la proporción tanto de 18:0 como de *cis*-9 18:1 en la leche que se observa en PE+18, en comparación con PE ($P < 0,001$; Tabla 2), aunque no se alcanzaron las concentraciones observadas en el control.

Tabla 2. Perfil parcial de ácidos grasos (AG; % sobre AG totales) de la leche de ovejas alimentadas con la dieta control o suplementada con 2% de aceite de pescado solo (PE) o en combinación con 2% de 18:0 (PE+18)

	Dieta			EED ¹	P ²
	Control	PE	PE+18		
18:0	5,52 ^a	1,33 ^c	3,50 ^b	0,185	***
<i>cis</i> -9 18:1	9,89 ^a	6,02 ^c	8,91 ^b	0,172	***
<i>cis</i> -11 18:1	0,67 ^c	0,97 ^b	1,06 ^a	0,027	***
<i>trans</i> -10 18:1	0,69 ^c	3,97 ^b	4,77 ^a	0,217	***
<i>trans</i> -11 18:1	1,02 ^c	4,04 ^a	3,02 ^b	0,244	***
18:2n-6	2,63 ^a	1,97 ^c	2,20 ^b	0,084	***
<i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11 CLA	0,52 ^c	1,55 ^a	1,02 ^b	0,085	***
<i>trans</i> -9 <i>cis</i> -11 CLA	0,04 ^b	0,16 ^a	0,15 ^a	0,009	***
<i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12 CLA	0,01 ^b	0,03 ^a	0,02 ^a	0,002	***
20:5n-3	0,06 ^b	0,42 ^a	0,41 ^a	0,008	***
22:6n-3	0,16 ^b	1,18 ^a	1,21 ^a	0,052	***
Σ AG impares y ramificados	4,81 ^a	4,49 ^b	4,12 ^c	0,073	***

Distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas (^{a-c} $P < 0,05$).

¹EED, error estándar de la diferencia. ²nivel de significación. ***= $P < 0,001$.

Puesto que los coeficientes de digestibilidad del 18:0 fueron relativamente bajos (alrededor del 50%) pero no permitirían explicar por sí solos los resultados encontrados, cabe plantearse si la baja respuesta a la administración de 18:0 podría ser atribuida a una escasa captación por la glándula mamaria (Enjalbert et al., 1998) o si otros factores podrían estar anulando los efectos de dicha suplementación.

En este sentido, la comparación del perfil lipídico de la leche de las ovejas que consumían las dietas suplementadas sugiere que el tratamiento PE+18 provocó mayores alteraciones a nivel ruminal que el PE. Así, la disminución del contenido lácteo de AG impares y ramificados, derivados principalmente de los microorganismos del rumen (Fievez et al., 2012), fue más acusada en este tratamiento ($P < 0,001$). Esto hace suponer diferencias en la diversidad y actividad microbiana que podrían repercutir en el metabolismo ruminal de los AG. Por un lado, la adición de 18:0 a la dieta pudo promover la formación de *trans*-10 18:1 a costa de una reducción en la de *trans*-11 18:1, lo que se reflejó en sus proporciones relativas en la leche ($P < 0,001$; Tabla 2). Estos cambios son de gran interés, ya que los aumentos del *trans*-10 18:1 están asociados frecuentemente a la MFD (Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013), aunque se desconoce aún su papel específico en este síndrome (Shingfield et al., 2010). Por otro lado, no hubo diferencias significativas entre PE y PE+18 en el *trans*-10 *cis*-12 CLA y el *trans*-9 *cis*-11 CLA, dos metabolitos intermedios de la biohidrogenación con efectos potencialmente antilipogénicos (Shingfield et al., 2010), mientras que el aumento en el contenido de *cis*-11 18:1 fue mayor en las ovejas del tratamiento PE+18 ($P < 0,001$). Dado que este isómero 18:1 inhibe la lipogénesis en los adipocitos de vacuno (Burns et al., 2012), quizás pudiera especularse sobre un efecto similar en el tejido mamario. Las supuestas diferencias en la microbiota ruminal debidas a la inclusión de 18:0 en la dieta no parecieron afectar a la transferencia de los principales AG n-3 del aceite de pescado (20:5n-3 y 22:6n-3) a la leche, siendo su concentración relativamente alta y similar para PE y PE+18 ($P > 0,10$). Finalmente, a modo de conclusión, los resultados de este estudio no parecen respaldar que una mayor disponibilidad de 18:0 para la síntesis mamaria de *cis*-9 18:1 alivie la MFD inducida por la suplementación de la dieta con lípidos marinos. Esta falta de respuesta podría explicarse, al menos en parte, por alteraciones en el metabolismo lipídico ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bichi, E., et al., 2013. J. Dairy Sci. 96: 524-532.
- Burns, T.A., et al., 2012. Lipids 47: 1143-1153.
- Enjalbert, F., et al., 1998. J. Nutr. 128: 1525-1532.
- Fievez, V., et al., 2012. Anim. Feed Sci. Technol. 172: 51-65.
- Lock, A.L., y D.E. Bauman, 2004. Lipids 39: 1197-1206.
- Shingfield, K.J., et al., 2003. Anim Sci. 77: 165-179.
- Shingfield, K.J., et al., 2010. Animal. 4: 1140-1166.
- Toral, P.G., et al., 2010. J. Dairy Sci. 93: 1604-1615.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CSI023U13 de la Junta de Castilla y León. P.G. Toral y D. Carreño disfrutaron, respectivamente, de un contrato Juan de la Cierva y de una beca predoctoral FPI del MINECO.

EFFECT OF THE ADDITION OF 18:0 TO A DIET RICH IN FISH OIL ON ANIMAL PERFORMANCE AND MILK FATTY ACID PROFILE IN DAIRY EWES

ABSTRACT: Diet supplementation with fish oil (FO) modulates the fatty acid (FA) profile of sheep milk but induces milk fat depression (MFD). This response has been associated with a shortage of 18:0 for mammary *cis*-9 18:1 synthesis (through Δ^9 -desaturation) and its potential impact on the maintenance of milk fat fluidity. This study was, therefore, conducted to test the hypothesis that supplemental 18:0 would alleviate FO-induced MFD in ewes. The experiment followed a 3×3 Latin square design (4 animals/group) with 3 periods of 4 weeks each and 3 experimental diets: non-supplemented, supplemented with 2% FO or 2% FO plus 2% 18:0. Afterwards, the digestibility of additional 18:0 was measured using 6 lactating sheep. Compared with the control, both supplemented diets reduced milk fat content in a similar proportion (20%), suggesting that the inclusion of 18:0 does not alleviate FO-induced MFD. This result cannot be fully explained by the relatively low digestibility coefficient of additional 18:0, although this supplement partially compensated for the decrease in milk *cis*-9 18:1 concentration associated with FO intake. Changes in the proportion of odd- and branched-chain and biohydrogenation-derived FA (which suggest, for example, a shift from *trans*-11 to *trans*-10 18:1) might contribute to explain the unsuccessful response to the addition of 18:0.

Keywords: marine lipid, milk fat depression, sheep, stearic acid

EFFECTO DEL FORRAJE Y LA ADICION DE TANINOS CONDENSADOS SOBRE LA COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LA CARNE DE CORDEROS LECHALES

Lobón, S., Sanz, A., Blanco, M., Molino, F., Ripoll, G., y Joy, M.
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón.
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. mjoy@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La alimentación de las ovejas en lactación puede afectar tanto a la producción como a la calidad de la leche. Numerosos estudios muestran que las dietas forrajeras modifican la composición de ácidos grasos (AG) de la leche (Tsiplakou et al., 2006), aunque el efecto depende de la especie, variedad, maduración y conservación (Dewhurst et al., 2006; Woods y Fearon, 2009). Dado que la ingestión de forraje en rumiantes está ligada a la producción de metano, actualmente se está produciendo una intensa búsqueda de plantas forrajeras con un bajo potencial metanogénico en el rumen, que mejoren la fermentación ruminal y el metabolismo nitrogenado. Los taninos condensados presentes en determinados forrajes se unen al alimento o a las proteínas microbianas formando un complejo soluble, y pueden disminuir la producción de metano. Además, afectan a la biohidrogenación de los AG en el rumen (Vasta et al., 2007), lo que justifica el creciente interés que hay en su estudio, ya que permiten manipular la biohidrogenación ruminal con el objetivo de incrementar los AG poliinsaturados (AGPI) disponibles para la absorción intestinal a expensas de la reducción del ácido esteárico (Scollan et al., 2001). Estas modificaciones, pueden tener un efecto beneficioso sobre la calidad de la carne y de la leche (Toral et al., 2011) y sobre el color y la oxidación lipídica (Vasta et al., 2007). El objetivo del estudio ha sido estudiar el efecto del tipo de alimento de la oveja en lactación y del tipo de pienso sobre la composición de los ácidos grasos de la leche de oveja durante la lactación y de la carne de corderos lechales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en “La Garcipollera” (Pirineo oscense) durante la primavera de 2014. Se controlaron 39 ovejas raza Churra Tensina de parto simple con sus crías desde el nacimiento hasta que los corderos alcanzaron los 10-12 kg de peso vivo. Las parejas de oveja-cordero se asignaron a 1 de los 4 tratamientos en un diseño factorial de 2 x 2. Los factores fueron el tipo de alimento (Pasto vs. Heno) y el tipo de pienso (con taninos condensados (16,45 MJ /kg MS, 14,0% PB, 10% quebracho comercial con 75% de taninos condensados) vs. sin taninos condensados (15,13 MJ/kg MS, 14,1% PB). Se hicieron lotes homogéneos teniendo en cuenta el peso, condición corporal y edad de las madres y el sexo y peso de los corderos al parto. Las ovejas en pastoreo tuvieron acceso permanente a las praderas (FND: 44,6%; FAD: 18,5%; PB: 23,9%) y las del lote estabulado al heno de pradera (FND: 63,3%; FAD: 33,8%; PB: 6,9%). Ambos lotes recibieron 300 gramos de pienso diarios por oveja, y tuvieron agua y sales minerales *ad libitum*.

Semanalmente se controló la producción de leche mediante la técnica de oxitocina (Doney et al., 1979). Se tomaron muestras individuales de leche en cada ordeño para la posterior determinación de la composición química y AG. Cuando los corderos alcanzaron el peso objetivo se sacrificaron y tras el oreo (24 horas a 4°C), se extrajo el músculo *Semimembranosus* para determinar la grasa intramuscular y composición de AG. La composición química de la leche se determinó mediante el Milkoscan y la grasa intramuscular mediante el método Ankom. El contenido en AG de la leche se realizó siguiendo el método de Luna et al. (2005) y el de la grasa intramuscular mediante el método de Bligh y Dyer (1959). Los AG se determinaron mediante cromatografía de gases con detector de ionización en llama (GC- FID Bruker 436 Scion, equipado con una columna BR2560 WCOT de 100 m 0,25 mm ID y 0,2 micras). El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SAS (v.9.3). Se utilizó un procedimiento GLM para los datos procedentes de los corderos, con el tipo de alimento, la adición de taninos condensados, el sexo y sus interacciones como efectos fijos. La producción, composición química y los AG de la leche se analizaron mediante procedimiento MIXED con el tipo de alimento, la adición de taninos condensados, la semana de lactación y sus interacciones como efectos fijos y el animal como efecto aleatorio. Se obtuvieron las medias mínimo cuadráticas y el error estándar (e.e.) y se compararon las medias mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de taninos condensados en el pienso no afectó a la producción de leche ($P > 0,05$) (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con los de Wang et al. (1996), que no encontraron efecto de los taninos condensados en las primeras 5 semanas de la lactación, aunque sí en las siguientes. El tipo de alimento afectó a la producción de leche ($P < 0,001$), siendo mayor en las ovejas alimentadas con pasto que las alimentadas con heno (Tabla 1). La semana de lactación tuvo efecto en la producción y calidad de la leche y en el perfil de AG (datos no mostrados), al igual que encontraron Joy et al. (2014). En relación a la calidad de la leche, la adición de taninos condensados no modificó la grasa bruta pero redujo la proteína bruta (PB) ($P < 0,05$), mientras que Wang et al. (1996) observaron modificación de la GB pero no de la PB con la inclusión de taninos condensados con el pastoreo de *Lotus corniculatus*. La alimentación sólo afectó a la PB, al presentar mayor PB la leche de las ovejas que ingirieron pasto que las que ingirieron heno ($P < 0,001$). La inclusión de taninos condensados en el pienso sólo afectó a los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), reduciéndolos. Toral et al. (2011) tampoco encontraron efectos importantes con la inclusión de 10g/kg MS de taninos condensados en la dieta de ovejas. Sin embargo, el tipo de alimentación afectó al perfil de AG ($P < 0,001$). Es destacable el efecto que tuvo sobre los contenidos en ácido linoleico conjugado (CLA), ácido vaccénico (VAC), y en los grupos de ácidos grasos saturados (AGS), AGMI y en la relación de AGPI n6:n3 ($P < 0,001$). La leche de las ovejas en pastoreo presentó un mayor contenido en CLA y AGS; y menor contenido de VAC, AGMI y de la relación AGPI n6:n3 que la de las ovejas alimentadas con heno. Los forrajes frescos son una fuente rica en AGPI n-3, los cuales se pueden perder en el proceso de la conservación (Tsiplakou et al., 2006).

Tabla 1. Efecto del tipo de alimento y de la adición de taninos condensados en el pienso en ovejas en lactación sobre la producción, composición y perfil de ácidos grasos de la leche.

	Alimento		Pienso		e.e.	Significación	
	Heno	Pasto	CT ¹	ST ²		Alimento	Pienso
Producción leche,							
g/l	1,01	1,32	1,22	1,12	0,07	***	NS
grasa bruta, %	6,50	6,35	6,57	6,29	0,19	NS	NS
proteína bruta, %	4,68	5,12	4,78	5,01	0,07	***	*
g/100g AG							
CLA	1,21	1,87	1,51	1,57	0,07	***	NS
VAC	0,52	0,41	0,47	0,46	0,01	***	NS
AGS	56,55	62,26	58,51	60,30	0,72	***	0,09
AGMI	36,62	30,37	34,55	32,44	0,68	***	*
AGPI	5,91	6,03	5,90	6,04	0,60	NS	NS
AGPI n6:n3	2,31	1,91	2,09	2,12	0,06	***	NS

¹con taninos condensados; ²sin taninos condensados;

La mayor producción de leche de las ovejas en pastoreo se tradujo en mayores crecimientos de sus corderos (Lobón et al., 2015), aunque no se reflejó en la grasa intramuscular que fue mayor en los corderos cuyas madres se alimentaron con heno frente a las que se alimentaron en pastoreo ($P < 0,05$; Tabla 2), debido probablemente al distinto ejercicio físico que hubo entre ambos tratamientos. Al igual que en la leche, la inclusión de taninos condensados no afectó a la mayoría de AG del músculo (Tabla 2), como encontraron Priolo et al. (2005) incorporando taninos condensados mediante el pastoreo de zulla y que justificaron porque la cantidad de taninos condensados no fue suficiente para alterar la biohidrogenación en el rumen. Por el contrario, Vasta et al. (2007) encontraron que la incorporación de taninos condensados con la pulpa de algarroba modificaba los AG. El tipo de alimentación de la madre afectó a la mayoría de AG (Tabla 2) ($P < 0,05$). El pastoreo de la madre provocó un incremento del contenido en AGPI y una disminución de AGMI y de la relación AGPI n6:n3. ($P < 0,05$) con respecto a la alimentación de las ovejas con heno. El

sexo del cordero únicamente afectó al contenido en AGMI, con las hembras presentando mayor porcentaje que los machos (40,89 vs. 38,85; $P < 0,01$) pero similar AGS (37,95 vs. 38,35; $P > 0,05$) y AGPI (20,92 vs. 22,48; $P > 0,05$).

Tabla 2. Efecto del tipo de alimento y de la adición de taninos condensados en el pienso en ovejas en lactación sobre la grasa intramuscular (GIM) y los principales grupos de ácidos grasos (g/100g AG) del músculo Semimembranosus.

	Alimento		Pienso		e.e.	significación	
	Heno	Pasto	CT ¹	ST ²		Alimento	Pienso
GIM, %	6,68	5,99	6,30	6,36	0,21	*	NS
CLA	1,27	2,44	1,92	1,79	0,07	***	NS
VAC	1,65	1,37	1,49	1,52	0,08	***	NS
AGS	37,54	38,77	38,90	37,40	0,44	0,10	*
AGMI	41,85	37,88	39,40	40,34	0,41	***	NS
AGPI	20,38	23,02	21,38	22,02	0,60	**	NS
AGPI n6:n3	2,85	2,04	2,56	2,33	0,10	***	NS

¹con taninos condensados; ²sin taninos condensados; ³hembra; ⁴macho

Por lo tanto, el alimento ingerido por la madre afectó a la producción y composición de la leche, así como al perfil lipídico de la carne de cordero lechal de forma más determinante que la inclusión de taninos condensados (7,5%) en el pienso suministrado (300g/día).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bligh, E.G. y Dyer, W.J. 1959. Canadian J. Bioch. Phys. 37: 911-917.
- Dewhurst, R.J. et al., 2006. Anim. Feed Sci. Technol. 131: 168-206.
- Doney, J.M. et al. 1979. J. Agric. Sci., 92:123-132.
- Joy, M. et al., 2014. Anim. Feed Sci. Technol., 187:19-29.
- Lobon, S., et al., 2015, ITEA.
- Luna, P. et al. 2005. J. Dairy Sci., 88:3377-3381
- Priolo, A. et al. 2005. Small Rum. Res. 59: 281-288.
- Scollan, N. et al., 2001. J. Agric. Sci. 136: 345-355.
- Toral, P.G. et al., 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 164: 99-206.
- Tsiplakou, E. et al., 2006. Livest. Sci., 103:74-84.
- Vasta, V. et al., 2007. Meat Sci. 76:739-745.
- Wang, Y. et al. 1996. J. Agric. Sci. 126:353-362.
- Woods, V.B. y Fearon, A.M. 2009. Livest. Sci., 126:1-20.

Agradecimientos: Financiado por INIA (RTA 2012-00080-00-00). Los autores expresan su agradecimiento al personal del CITA (especialmente a J. Ferrer, J. Casaus, A. Legua).

EFFECT OF FEEDING SYSTEM AND ADDITION OF CONDENSED TANNINS TO LACTATING EWES ON SUCKLING LAMB

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate feeding system (grazing vs. hay indoors) and type of concentrate (with or without 7.5% of condensed tannins) during ewe lactation, on the milk production and fatty acids profile of milk and the meat of the suckling lamb. Thirty-nine Churra Tensina ewe-lamb pairs were used from birth to 11-12 kg LW and around 35 days old. The inclusion of condensed tannins in the concentrate did not affect the milk production nor the FA profile ($P > 0.05$). In contrast, the feeding system had an important effect on milk production and milk FA profile, as grazing ewes had greater milk production, with higher CLA content and lower AGPI n6:n3 in milk. The FA profile of the meat of the suckling lamb was similarly affected by the feeding system, with higher CLA content and lower AGPI n6:n3 of the grazing lambs than lambs from the hay-fed ewes and no effect of the addition of condensed tannins. In conclusion, the feeding system affected the production and composition of milk, besides of the profile of fatty acids of the milk and of the meat of the suckling lamb. In contrast, the addition of condensed tannins in the concentrate of the ewe did not have effects on milk production and FA profile.

Keywords: grazing, hay, fatty acids, milk, meat.

EFFECTO DEL SISTEMA DE MANEJO Y LA ADICIÓN DE TANINOS CONDENSADOS EN OVEJAS EN LACTACIÓN SOBRE EL CORDERO LECHAL

Lobón, S., Sanz, A. Ripoll, G., Blanco, M., y Joy, M.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón.
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. slobon@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Los taninos condensados son un grupo de compuestos secundarios de las plantas ampliamente distribuido en el reino vegetal. Tienen la capacidad de unirse a las proteínas evitando así su degradación en el rumen, por lo que incrementa el flujo de proteínas en el intestino delgado, donde la absorción de aminoácidos esenciales será mayor. Debido a este aumento en la absorción, se ha demostrado que los taninos condensados pueden mejorar tanto aspectos productivos como reproductivos de las ovejas, dependiendo la magnitud del efecto de la cantidad ingerida, y los taninos condensados además pueden disminuir la producción de metano (Ramírez-Restrepo y Barry, 2005; Waghorn, 2008). Sin embargo, son pocos los estudios sobre el efecto de los taninos condensados consumidos por ovejas lactantes sobre sus corderos lechales. La inclusión de taninos condensados en la alimentación puede utilizarse como una alternativa natural a determinados aditivos para mejorar parámetros digestivos y, por tanto, productivos, respetando la demanda del consumidor de usar alimentación natural para los animales. En ovino, el sistema de manejo más habitual es el semi-extensivo: el ganado se estabula únicamente cuando escasea el alimento o cuando las necesidades son elevadas, suministrando heno como alimento forrajero. El objetivo del siguiente estudio ha sido estudiar el efecto de la adición de taninos condensados en la dieta de ovejas lactantes mantenidas en los dos sistemas de manejo más habituales, pastoreo o estabulado, sobre el producto final, el cordero lechal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Finca Experimental “La Garcipollera” (Pirineo oscense) durante la primavera de 2014. Se utilizaron 39 ovejas raza Churra Tensina de parto simple con sus crías. El periodo experimental duró desde el nacimiento de los corderos hasta que alcanzaron los 10-12 kg de peso vivo (aproximadamente 35 días de edad). Las parejas de oveja-cordero se asignaron a 1 de los 4 tratamientos en un diseño factorial de 2 x 2. Los factores fueron el sistema de manejo (pastoreo vs. estabulado) combinado con pienso con taninos condensados (16,45 MJ/kg MS; 14,0% PB; 10% quebracho (*Schinopsis Balansae*) con 75% de taninos condensados) o sin taninos condensados (15,13 MJ/kg MS; 14,1% PB). Se hicieron lotes homogéneos teniendo en cuenta el peso, condición corporal y edad de las madres y el sexo y peso de los corderos al parto. Los corderos se alimentaron exclusivamente de leche materna aunque pudieron ingerir pasto o heno de las madres. Las ovejas en pastoreo tuvieron acceso permanente a las praderas (FND: 44,6%; FAD: 18,5%; PB: 23,9%) y las del lote estabulado al heno de pradera (FND: 63,3%; FAD: 33,8%; PB: 6,9%). Ambos lotes recibieron 300 gramos de pienso diarios por oveja, y tuvieron agua y sales minerales *ad libitum*.

El peso de los corderos se registró al nacimiento y semanalmente hasta que alcanzaron 10-12 kg. La ganancia media diaria (GMD) se estimó por regresión lineal. Cuando los corderos alcanzaron el peso objetivo se trasladaron al matadero de las instalaciones del CITA en Zaragoza, donde se volvieron a pesar y se sacrificaron. El transporte y el sacrificio se realizaron de acuerdo con el reglamento de bienestar animal y las regulaciones de la UE.

Después del sacrificio, se registró el peso de la canal caliente y, tras el periodo de oreo (24 horas a 4°C), el peso de la canal fría. Seguidamente se determinó el color de la grasa subcutánea caudal de la canal utilizando un espectofotocolorímetro Minolta CM-2600d. Se registró la luminosidad (L*), índice de rojo (a*), índice de amarillo (b*) y una estimación del contenido en carotenoides de la grasa (SUM) calculado a partir de Priolo et al. (2002). Las medidas se realizaron sobre el acúmulo de grasa que rodea la cola, evitando zonas con presencia de sangre y poco cubiertas de grasa. Posteriormente se estimó el rendimiento a la canal (Peso canal fría/peso al sacrificio x 100) y las pérdidas de peso por oreo (Peso canal caliente – Peso canal fría)/Peso canal Calientex100.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SAS (v.9.3). Se realizaron análisis de varianza con un modelo lineal general (procedimiento GLM) con el

sistema de manejo, la adición de taninos condensados al pienso y su interacción como efectos fijos. Si la interacción no era significativa ($P>0,05$) se eliminaba del modelo. Se obtuvieron las medias mínimo cuadráticas, el error estándar (e.e.) y se compararon las medias mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción entre el sistema de manejo y la inclusión de taninos condensados en el pienso no fue significativa ($P>0,05$) para ninguno de los parámetros evaluados por lo que se presentan los datos por separado para cada uno de los efectos. La inclusión de taninos condensados no tuvo efecto en los rendimientos de los corderos, en las características de la canal ($P>0,05$; Tabla 1), ni en el color de la grasa subcutánea ($P>0,05$; Tabla 2). Tampoco se encontraron diferencias en la GMD de corderos lactantes cuyas madres pastaban *Lotus corniculatus* (contenido alto en taninos condensados) con o sin polietilenglicol, que inhibe el efecto de los taninos condensados (Wang et al., 1996). En corderos en cebo suplementados con niveles crecientes de hojas y tallos de *Cistus ladanifer* L. (alto contenido en taninos condensados) no se encontraron diferencias en los crecimientos ni en las características de la canal (Francisco et al., 2015).

Tabla 1. Efectos del sistema del manejo y de la adición de taninos condensados en ovejas lactantes sobre el crecimiento y características de la canal de sus corderos lechales.

	Manejo		Taninos		e.e.	Significación	
	Estabulado	Pastoreo	Con	Sin		Manejo	Taninos
Número de animales	19	20	18	21			
GMD (g/d)	219	276	240	255	20	***	NS
Peso vivo (kg)							
Al nacimiento	3,7	3,4	3,6	3,5	0,3	NS	NS
Al sacrificio	10,6	11,6	11,1	11,1	0,3	***	NS
Edad sacrificio (d)	34,9	32,1	31,8	35,2	2,8	NS	NS
Peso canal caliente (kg)	6,3	7,0	6,7	6,6	0,3	***	NS
Peso canal fría (kg)	6,0	6,8	6,4	6,3	0,4	***	NS
Rendimiento canal (%)	56,3	58,4	58,0	56,8	1,3	*	NS
Pérdidas (%)	3,40	1,65	2,06	2,99	1,5	NS	NS

NS: $P>0,05$; *: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$;

Tabla 2. Influencia del sistema del manejo y de la adición de taninos condensados en ovejas lactantes sobre el color de la grasa subcutánea y el estimador de los carotenoides (SUM) de sus corderos lechales.

	Manejo		Taninos		e.e.	Significación	
	Estabulado	Pastoreo	Con	Sin		Manejo	Taninos
L*	68,12	69,24	68,16	69,20	1,66	NS	NS
a*	2,82	3,73	3,43	3,12	0,51	**	NS
b*	10,00	12,08	11,10	10,98	1,14	***	NS
SUM	115,4	171,1	141,0	145,5	25,8	**	NS

NS: $P>0,05$; *: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$

L*: luminosidad; a*: índice de rojo; b*: índice de amarillo

El sistema de manejo afectó a la mayoría de las variables estudiadas en los corderos (Tabla 1). Los corderos de pastoreo presentaron mayor GMD que los corderos estabulados ($P<0,001$), lo que coincide con lo observado por Joy et al. (2012) en la misma raza y similares condiciones de estudio. La mejor calidad nutricional del pasto y la presencia de algunos compuestos bioactivos de la leche procedente de ovejas que se alimentan de forraje fresco pueden ser responsables del mayor crecimiento de los lechales (Cuchillo et al.,

2010). El efecto del pastoreo sobre el crecimiento varía en función del tipo de animal que se estudie así como el tamaño comercial que se quiere alcanzar. En estudios con corderos tipo ternasco (22-24 kg) se observó el efecto contrario al de este estudio, los corderos que permanecieron permanentemente en el pasto con sus madres presentaron menores GMD que los corderos estabulados con concentrado (Álvarez-Rodríguez et al., 2007; Joy et al., 2008; Carrasco et al., 2009). Los mejores crecimientos observados en el presente ensayo conllevaron que los corderos alcanzaran un mayor peso al sacrificio y a la canal y un mayor rendimiento a la canal ($P < 0,001$), debido a la correlación positiva entre dichos parámetros descrita con anterioridad (Velasco et al., 2000).

Respecto al color de la grasa (Tabla 2), el sistema de manejo afectó al índice de rojo (a^* ; $P < 0,01$), al índice de amarillo (b^* ; $P < 0,001$) y al estimador de los carotenoides (SUM), pero no a la luminosidad (L^* ; $P > 0,05$). El índice de amarillo y SUM están estrechamente correlacionados (Priolo et al., 2002). Las diferencias en el índice de amarillo y SUM de los lechales es consecuencia de la mayor ingestión de carotenoides de la leche procedente de animales que han consumido forraje fresco frente a heno (Nozière et al., 2006). Además, los lechales del pastoreo pueden haber ingerido carotenoides, aunque en menor medida, procedentes del forraje que pueda haber consumido durante el pastoreo con su madre (Álvarez-Rodríguez et al., 2007).

En conclusión, el sistema de manejo afectó al crecimiento, a las características de la canal, al color de la grasa y a la cantidad de carotenoides en la grasa, presentando mejores resultados los corderos lechales que permanecieron durante la lactancia con sus madres en pastoreo frente a los corderos que permanecieron estabulados sin acceso a pastos. En estas condiciones de trabajo, la adición de taninos condensados al pienso de las madres no tuvo efectos sobre ninguna de las variables estudiadas en los corderos lechales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Rodríguez, J. et al. 2007. Liv. Sci. 107, 152-161.
- Carrasco, S. et al. 2009. Liv. Sci. 121, 56-63.
- Cuchillo, M, et al. 2010. J. Dairy Res. 77: 20-26.
- Francisco, A. et al. 2015. Meat Sci. 100, 275-282.
- Joy, M. et al. 2008. Small Rum. Res. 78, 123-133.
- Joy, M. et al. 2012. Small Rum. Res. 104, 1-9.
- Nozière, P. et al. (2006). Anim. Feed Sci. Technol. 131, 418-450.
- Priolo, A. et al. 2002. J. Anim. Sci. 80, 886-891.
- Ramírez-Restrepo, C.A. & Barry, TN. 2005. Anim. Feed Sci. Technol. 120, 179-201.
- Velasco, S. et al., 2000. Anim. Sci. 70, 253-263.
- Waghorn, G. 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 147, 116-139.
- Wang, Y. et al. 1996. J. Agric. Sci. 127, 413-421.

Agradecimientos: Financiado por INIA (RTA 2012-00080-00-00). Los autores expresan su agradecimiento al personal del CITA (especialmente a J. Ferrer, J. Casaus, A. Legua, P. Eserverri, M.A. Céspedes, E. Echegoyen, F. Gracia).

EFFECT OF THE FEEDING SYSTEM AND THE ADICTION OF CONDENSED TANNINS TO LACTANTING EWES ON THE SUCKLING LAMB

ABSTRACT: This study analysed the effects of two feeding systems and the addition of condensed tannins in the concentrate in the diet of lactating ewes on growth, carcass characteristics and fat colour of their suckling lambs. Thirty-nine Churra Tensina ewe-lamb pairs were assigned to one of two feeding systems (Grazing vs. Indoors: hay-fed) and one of two concentrates, with condensed tannins (10% Quebracho with 75% condensed tannins) or without. The experimental period lasted 35 days. The addition of condensed tannins in the concentrate had no effect on the suckling lambs or the carcass characteristics. The feeding system had impact on most of the parameters studied. Grazing lambs had greater weight gains, slaughter weight and carcass weight than Indoors lambs. Moreover, subcutaneous fat from grazing lambs had greater yellowness and estimator of carotenoids than Indoors lambs.

Keywords: grazing, hay, performance, carcass characteristics.

CONCENTRACIÓN DE VITAMINAS LIPOSOLUBLES EN LA LECHE DE LA OVEJA Y EN LA CARNE DEL LECHAL SEGÚN LA ALIMENTACIÓN RECIBIDA

Radu, C., Lobón, S., Molino, F., Sanz, A., Joy, M., Ferrer, J. Blanco, M.
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón.
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. mblanco@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En el Pirineo oscense se estudia la producción de cordero lechal en base a pastos como alternativa a la estabulación para ahorrar en costes de producción. Además existen consumidores que demandan productos de animales alimentados de manera extensiva pero, a su vez, demandan garantías de la alimentación recibida. La trazabilidad de la alimentación puede realizarse a través de compuestos sintetizados por las plantas presentes en el animal, como las vitaminas liposolubles (Prache et al., 2005). Se está estudiado los carotenoides y los tocoferoles como indicadores de la dieta en ovino (Álvarez et al., 2014). Por otro lado, dado que los rumiantes son responsables de la emisión de una importante cantidad de metano, se está estudiando la incorporación de taninos condensados a la dieta para reducir estas emisiones (Waghorn, 2008)). Los taninos condensados ejercen una acción antioxidante que podría afectar a la cantidad de las vitaminas liposolubles en el animal. El objetivo principal de este trabajo fue estimar las vitaminas liposolubles presentes en la leche de oveja y la carne de sus corderos lechales, mantenidos en dos sistemas de manejo (pastoreo vs. estabulado) y con o sin adición de taninos condensados a la dieta.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el ensayo realizado en la finca experimental "La Garcipollera" perteneciente al CITA se utilizaron 39 ovejas raza Churra Tensina de parto simple y sus corderos. Las parejas oveja-cordero se distribuyeron en 4 lotes equilibrados en peso vivo de la oveja y cordero al parto, condición corporal y sexo del cordero. Los factores fueron el sistema de manejo (pastoreo vs. estabulado) y la adición de taninos condensados al pienso (con (7,5%) vs. sin)). Los lotes de pastoreo permanecieron todo el día en el pasto mientras que los otros 2 lotes permanecieron estabulados y recibieron heno de pradera. Todas las ovejas recibieron diariamente 300g de pienso (Más detalles en Lobón et al., (2015)).

Semanalmente se ordeñaron las ovejas y se tomaron muestras de leche y alimentos. Cuando los corderos alcanzaron 10-12 kg se sacrificaron en el matadero experimental del CITA según la normativa vigente. Tras el oreo (24 h a 4°C), se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi*, se congelaron, liofilizaron y molieron.

La determinación de los carotenoides y tocoferol de los alimentos se realizó según el método de Val et al. (1994). La extracción de carotenoides y tocoferol de la carne y la leche se realizó según la metodología de Lyan et al. (2001) y la del retinol en la leche se realizó siguiendo la metodología de Gentili et al. (2012). La determinación de los analitos se realizó por HPLC (Acquity H-Class, Water), empleando una columna Kinetex RP C18, de 100×4,6 mm y 2,1 micras, un detector de red de fotodiodos para el análisis de luteína y β-caroteno (450 nm) y otro detector de fluorescencia para el del retinol (468 nm) y tocoferol (322 nm). La fase móvil fue metanol (con 0,05% de trietanolamina) con un flujo de 1,5 ml/min en isocrático. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SAS (v9.3). Se calculó la concentración media y el error estándar de los carotenoides, tocoferol y retinol en los alimentos. Se utilizó un modelo mixto (proc mixed) para analizar la concentración de retinol y tocoferol en la leche con el sistema de manejo, la adición de taninos, la semana de lactación y sus interacciones como efectos fijos y la oveja con efecto aleatorio. Se hizo una comparación de medias (proc glm) para determinar la concentración de retinol y tocoferol en el músculo con el sistema de manejo, la adición de taninos condensados y su interacción como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las concentraciones medias de las vitaminas liposolubles de los alimentos recibidos por los animales durante el experimento. Las concentraciones de carotenoides y tocoferoles encontrados en la pradera fueron más elevadas que los del heno y pienso, ya que en el secado del heno y el proceso de fabricación del pienso la mayor parte de estos compuestos se pierde (Nozière et al., 2006).

Tabla 1. Contenido en carotenoides y tocoferoles ($\mu\text{g/g MS}$) de los alimentos utilizados en el ensayo (media \pm error estándar)

Alimento	heno		pradera		pienso	
	con	sin	con	sin	con	sin
Taninos condensados						
luteína	92 \pm 6,4	98 \pm 5,7	547 \pm 30,2	612 \pm 28,5	1 \pm 0,3	1 \pm 0,6
β -caroteno	20 \pm 3,5	25 \pm 3,9	673 \pm 39,5	796 \pm 40,9	0	0
α -tocoferol	10 \pm 1,1	11 \pm 1,3	138 \pm 17,3	156 \pm 16,4	5 \pm 0,8	14 \pm 1,5

Con respecto a la concentración de vitaminas liposolubles en la leche de las ovejas, se encontró retinol y α -tocoferol (Figura 1) pero no β -caroteno ni luteína, lo que concuerda con la revisión de Nozière et al (2006), exceptuando que en este estudio no se ha encontrado luteína. El contenido de retinol y α -tocoferol disminuyó, especialmente durante las primeras semanas de lactación, al igual que en vacuno (Nozière et al., 2006).

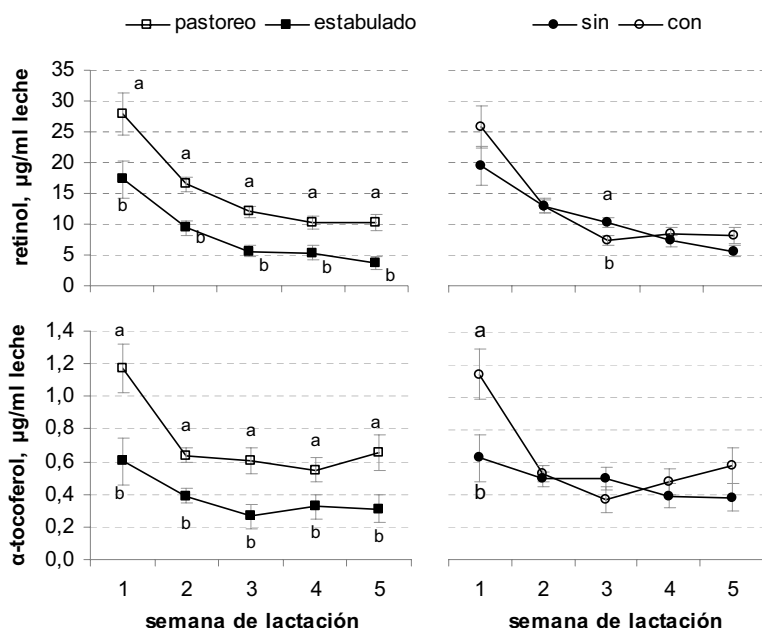


Figura 1. Contenido de retinol y α -tocoferol en la leche de las ovejas según el manejo y la adición de taninos condensados. Para cada parámetro evaluado, medias con distinta letra en una misma semana difieren al $P < 0,05$.

El manejo afectó al retinol y α -tocoferol, presentando mayores contenidos la leche procedente de las ovejas en pastoreo que las estabuladas que recibieron heno ($P < 0,001$). Este resultado está relacionado por la mayor ingestión de las vitaminas liposolubles en el tratamiento de pastoreo (Nozière et al., 2006). Con respecto al efecto de los taninos condensados, el retinol tuvo diferente evolución según la semana de lactación ($P < 0,05$), mientras que el α -tocoferol mostró diferencias solo en la primera semana de lactación, con concentraciones superiores en las ovejas que ingirieron pienso con taninos concentrados ($P < 0,05$). Cuando se analizaron los compuestos estudiados en la carne, solo se detectó α -tocoferol (Figura 2), no detectándose ni β -caroteno ni luteína. La carne de los lechales del tratamiento de pastoreo tuvieron mayor contenido que la del lote estabulado ($P < 0,001$), de acuerdo con lo observado por D'Alessandro et al. (2012) en el músculo Semimembranoso de corderos lechales.

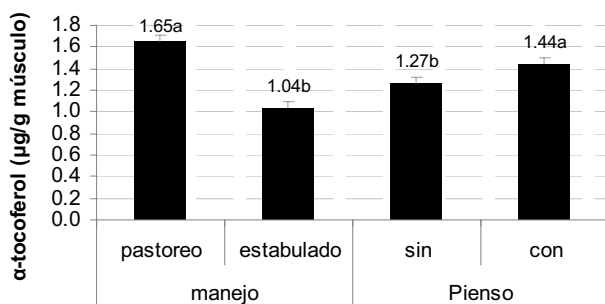


Figura 2. Contenido de α -tocoferol en el músculo de los corderos según el manejo y la adición de taninos condensados. Medias con distinta letra en un factor difieren al $P < 0,05$

En relación a la adición de taninos condensados al pienso, se observó un incremento de la deposición de α -tocoferol en el músculo ($P=0,05$). Estos datos contradicen lo observado por Muño et al. (2014) que no encontraron efecto del extracto de vino rico en polifenoles en la deposición de tocoferol en el músculo. Esta falta de efecto podría ser debido a que el tipo y/o la cantidad de polifenoles estudiados por ellos no fueran suficientes para modificar la deposición de tocoferol en el músculo. Como conclusión, el α -tocoferol fue el único compuesto de los estudiados que estuvo presente en la leche de oveja y la carne de los corderos lechales, pudiendo ser un trazador adecuado de la dieta recibida.

Agradecimientos:

Financiado por INIA (RTA 2012-00080-00-00). Los autores expresan su agradecimiento al personal del CITA (especialmente a J. Casaus).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R., et al. (2014). J. Food. Compos. Anal. 36:59-65.
- D'Alessandro, A.G. et al. (2012) Small Ruminant Res. 106 : 83-91
- Gentili, A., et al. (2012). J. Agric. Food Chem. 61: 1628-1639.
- Lobón, S. et al. (2015). ITEA.
- Lyan, B. et al. (2001) J. Chromatogr. B. 751: 418-450
- Muño, I. et al. (2014). Meat Sci. 98 : 116-123.
- Nozière, P. et al. (2006). Anim. Feed Sci. Technol. 313: 418-450.
- Prache, S. et al. (2005). Small Ruminant Res. 59: 157-168.
- Waghorn G. (2008). Anim. Feed Sci. Technol. 147: 116-139
- Val, J. et al. (1994). J. Cromatogr. Sci. 32: 286-289

THE CONCENTRATION OF LIPOSOLUBLE VITAMINS IN THE MILK OF THE EWE AND THE MEAT OF THE SUCKING LAMB ACCORDING TO THE FOOD RECEIVED

ABSTRACT: The aim of this study was to estimate liposoluble vitamins in the milk of the ewe and the meat of the suckling lambs in two management systems (grazing vs. stall-fed with hay) and the addition of condensed tannins in the ewe's diet (with 7,5% vs. 0%). In milk, α -tocopherol and retinol concentrations were detected but lutein and β -carotene were undetectable. Retinol and α -tocopherol concentrations in milk were higher in grazing than in stall-fed ewes ($P < 0.05$). The addition of condensed tannins affected differently retinol and α -tocopherol in milk, with no clear effect. Regarding meat, only α -tocopherol was detected. Grazing lambs had greater α -tocopherol content in muscle than stall-fed suckling lambs ($P < 0.05$). The addition of condensed tannins affected α -tocopherol content in meat ($P = 0.05$). In conclusion, α -tocopherol was affected by the management and condensed tannins addition in the ewe's diet, being the most suitable tracer of the diet received.

Keywords: retinol, α -tocoferol, management; traceability

ESTUDIO DE LA RELACIÓN PROTEÍNA: ENERGÍA ÓPTIMA PARA LA FASE INICIAL DE CEBO DE CORDEROS MERINOS

López, F., Rodríguez, P.L., Agudo, B., Aceituno, O., García, G., Chaso, M.A., Pascual, M.R.
Centro de investigación Finca La Orden, Cicytex, Guadajira, 06817, Badajoz.

fermin.lopez@gobex.es

INTRODUCCIÓN

Los piensos utilizados en el cebo de corderos permanecen estables en sus objetivos nutritivos desde hace muchos años. En paralelo ha existido una mejora genética y de manejo en las razas cárnicas que ha permitido una clara mejora en sus índices productivos, mejorando la velocidad de crecimiento y acortándose el periodo de cebo, aún mantenido los pesos al sacrificio (ANCGM, 2011). El sistema habitual de manejo para el cebo consiste en mantener los corderos junto con sus madres hasta un peso vivo alrededor de 15 kg y unos 45-50 días de edad, momento en que son capaces de comer solos. Tras el destete, comienza el cebo en el que podemos distinguir dos fases una inicial, o de arranque, en la que se utiliza un pienso medicado para prevenir diarreas y neumonías. Posteriormente el cebo continúa con la utilización de un pienso convencional hasta un peso al sacrificio de 24-28 kg en función del sexo (Delgado y Gutiérrez, 2009; FEDNA, 2008).

A esto hay que añadir que, ante un mercado interior en continua bajada en consumo de carne de cordero (Cruz, 2013), el mantenimiento del sistema productivo pasa por ampliar las exportaciones, en especial a países de oriente próximo y Asia (Buxadé, 2014), que demandan canales más pesadas. Por lo tanto, el ciclo de cebo puede alargarse y se necesita revisar las pautas de manejo alimentario utilizadas.

Las tablas del INRA (2007) están adaptadas para la producción corderos más pesados que los españoles. En todo caso, siguen la norma básica de bajar el nivel de proteína al aumentar el peso del animal. Para animales de 20 kg, potencial de crecimiento elevado y unos conservadores 250 g de ganancia media diaria, valores adecuados para corderos tipo merino, la relación proteína:energía aconsejada es de unos 140 g PDI/UFC. Sin embargo los piensos comerciales habitualmente disponibles para estas edades están por debajo de estas cantidades, tal y como recoge la FEDNA (2008).

Ante esta situación resulta interesante comprobar la adecuación de los objetivos nutritivos de formulación existentes a las características de los animales actuales o bien reformular las características de los piensos utilizados durante la fase de inicio de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se ha utilizado un diseño de bifactorial: sexo del cordero (macho vs. hembra) y relación proteína energía del concentrado (140, 127y 113 g PDIN/UFC más testigo con 120 g PDIN/UFC). El sistema de manejo es el habitual en los cebaderos, con libre disposición de concentrado y paja de cereal (Delgado y Gutiérrez, 2009; FEDNA, 2008) en la finca experimental de Valdesequera perteneciente al Cicytex. Se utilizaron un total de 160 corderos de cruce industrial de merino, provenientes de explotaciones comerciales socias de las cooperativas integrantes de OVISO SCL, agrupados en lotes de 4 animales con 5 repeticiones de corrales en función del sexo y pienso experimental utilizado.

Las variables controladas han sido evolución del peso vivo semanal, ganancia media diaria semanal, la ingestión de pienso e índice de conversión total. La posible existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) se ha determinado mediante un análisis de varianza de dos factores (sexo y tipo de pienso), utilizando el peso vivo al comienzo del periodo de control como covariable. En el caso de que el tipo de pienso resultara significativo, las diferencias entre los cuatro piensos se han establecido mediante una prueba de Tukey ($P < 0,05$). Los análisis se han efectuado mediante el programa estadístico SPSS V19. La duración de la prueba ha sido de 3 semanas, en las que se ha utilizado el pienso de arranque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ningún caso se ha observado interacción entre el sexo y el tipo de pienso utilizado. Por ello se presentan por separado los efectos de la relación proteína:energía del pienso y el sexo del corderos sobre el crecimiento y la ingestión de los corderos.

La evolución del peso vivo aparece en la Tabla 1. El peso vivo inicial está equilibrado entre lotes de pienso ($p>0.05$), respondiendo al diseño experimental. En la semanas 1 y 2 el pienso provoca diferencias de peso favorables a los corderos alimentados con el pienso de mayor relación proteína:energía. Esta superioridad desaparece en la semana 3, por lo que el mayor peso del lote 140 sería explicado por el mayor crecimiento observado en las semanas previas.

Tabla 1. Evolución del peso vivo, ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión global (IC) de los corderos según la relación proteína:energía del pienso

	g PDI/UFC				significación
	120 (Testigo)	113	127	140	
N	40	40	40	40	
Peso, kg					
Inicial	16,7±2,1	16,6±2,0	17,2±2,2	17,1±2,1	n.s.
Semana 1	18,9ab±2,5	18,4b±2,5	19,3ab±2,3	19,5a±2,3	0,001
Semana 2	21,1b±2,8	20,5ab±3,0	21,6a±2,4	21,6a±2,7	0,055
Semana 3	23,4±3,3	22,9±3,5	23,7±2,5	23,9±3,0	n.s.
GMD, kg/d					
Semana 1	305ab±139	254b±147	294ab±105	345a±96	0,01
Semana 2	314±81	298±121	333±98	306±109	n.s.
Semana 3	331±110	349±110	297±82	325±108	n.s.
IC, kg/kg	3,0±0,2	2,7±0,2	2,8±0,3	2,8±0,3	n.s.

n.s.: no significativo

En cuanto al tipo de pienso, sólo manifiesta efecto sobre la ganancia de peso en la primera semana, en la que el pienso 140 g PDIN/UFC muestra un comportamiento superior al 113 g PDIN/UFC ($P<0,01$), pero similar a los otros dos ($P>0,05$) (Tabla 1). En las otras dos semanas no se aprecian diferencias ($P>0,05$). Los niveles de ganancia alcanzados en promedio, iguales o superiores a los 300 g/d son superiores a los 269 g/d indicados por Manso *et al.* (1997) para la misma raza y cercanos a los 360g/día indicados por Habela *et al.* (2012) en el mismo tipo de animales. En este caso, también con un lote de animales con tratamiento anticoccidioso. Estos datos permiten apoyar la idea de que ha tenido lugar una mejora a lo largo del tiempo en la calidad genética y de manejo de los corderos merinos. En todo caso, se confirma la alta variabilidad existente en la raza merina para este parámetro (ANCGM, 2011). En el índice de conversión para el pienso, no apreciándose diferencias ($P>0.05$) atribuibles a la relación proteína:energía. En todo caso son valores muy buenos, situados por debajo de 3, excepto para el lote 127 g PDIN/UFC. Estos valores son realmente bajos y, aunque cercanos al peso habitual al sacrificio en este tipo de animales, sólo se corresponden con la fase inicial del cebo.

Con respecto al sexo, el peso vivo inicial presentó diferencias, con mayor peso para machos que para hembras ($P<0,001$). El resto de las 3 semanas de control, el sexo siguió provocando diferencias en todos los casos, con pesos superiores en los machos, hecho habitual indicado para la mayoría de las razas (Gimeno, 2010). En las tres semanas, en concordancia con la evolución del peso vivo, los machos crecen más que las hembras ($p<0,001$). En el índice de conversión no aparecieron diferencias entre sexo ($P>0,05$).

Como conclusión práctica sería interesante formular los piensos de inicio de cebo de corderos con una relación proteína:energía de 140gPDIN/UFC para aprovechar al máximo el actual potencial de crecimiento de los corderos.

Agradecimientos: a D. Francisco Moro González (Veterinario) por su asesoramiento; y a los pastores de Valdesequera por su colaboración, igualmente a D. Julio Cabello Barquilla (Veterinario) y D. José Antonio Peña Morillo (Veterinario) técnicos de Oviso SCL y D. Oscar Aceituno Romo (Veterinario) y Don Gregorio García Olivera (Ing. Agrónomo), técnicos del Cicytex. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CDTI IDI-20120688 “Mejora de valor en la cadena de producción de carne de cordero (2/3)”

Tabla 2. Evolución del peso vivo, ganancia media diaria e índice de conversión global de los corderos según el sexo (media \pm desviación típica)

	Sexo		significación
	machos	Hembras	
N	80	80	
Peso, kg			
Inicial	18,2 \pm 1,5	15,6 \pm 1,8	0,001
Semana 1	20,5 \pm 1,6	17,5 \pm 2,1	0,001
Semana 2	22,9 \pm 1,8	19,4 \pm 2,3	0,01
Semana 3	25,5 \pm 2,1	21,5 \pm 2,6	0,001
GMD, kg/d			
Semana 1	345 \pm 96	294 \pm 105	0,001
Semana 2	344 \pm 93	281 \pm 104	0,01
Semana 3	364 \pm 100	288 \pm 93	0,001
IC, kg/kg	2,81 \pm 0,25	2,84 \pm 0,27	n.s.

n.s.: no significativo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANCGM, 2011. Programa de mejora de la raza ovina merina y merina negra. ANCGM-M^o. Agric., Aliment. y Medio Amb., Madrid.
- Buxadé, C., 2014. Unas breves pinceladas acerca del sector ovino de carne. Mundo Ganadero, 258.
- Cruz 2013. COMPLETAR CITA.
- Delgado, L.C. y Gutiérrez, P. 2009. Manual práctico de manejo de una explotación de ovino de carne. Servicio de Formación Agraria e Iniciativas. Junta de Castilla y León.
- FEDNA, 2008. Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo. FEDNA, Madrid.
- Gimeno, R. (2010). Caracterización de corderos de raza Guirra. Tesis de Master. Univ. Pol. Valencia
- Habela, M.A. *et al.*, 2012. Evaluación del decoquinato en el cebo de corderos merinos en Extremadura. Albéitar, 157: 48-49.
- INRA, 2007. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Acribia, Zaragoza.
- Manso, T. *et al.*, 1997. Respuesta de corderos merinos durante la fase de crecimiento-cebo: sistema intensivo vs. pastoreo. Ayma, 37(3): 9-11.

STUDY OF THE OPTIMAL PROTEIN:ENERGY RATIO FOR THE INITIAL FATTENING STAGE OF MERINOS LAMBS.

ABSTRACT: This work test the effect of four ratios of protein:energy (140, 127, 113 and control-120 g PDIN/UFC) on growth and conversion ratio of merino male and female lambs in the initial phase of fattening. The interaction between the ratio of protein:energy and sex of the lamb was not significant for all the parameters evaluated. Regarding the effect of the protein:energy ratio, there was a better response for 140 g PDIN/UFC concentrate in the first week, but later this effect diluted with no differences in the feed conversion ratio between ratios. According to these technical results it would be recommendable to feed merino lambs with a ratio of 140 g PDIN/UFC in startup phase of fattening, to a maximum weight of 23 kg in males and 20 kg in females. From these weights, the ratio could be diminished to 120 g PDIN / UFC.

Keywords: merino lambs, fattening, concentrate, protein:energy ratio.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA EN RACIONES COMPLETAS GRANULADAS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS DE CEBO

Jaramillo^{1,2}, E., Fernández², P., González², E.P., Blanco², C., Andrés², S., Tejido², M.L., Giráldez², F.J.

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, C.P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

²Instituto de Ganadería de Montaña (IGM, CSIC-ULE). Grulleros, 24356, León, España

esaul-jaramillo@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Estudios previos han demostrado que es posible cebar corderos con raciones completas granuladas con una eficiencia similar a la que se obtiene con el sistema convencional de cebo basado en la administración a voluntad aunque de forma separada de paja de cereal y pienso compuesto (Blanco et al., 2014). No obstante, este sistema alternativo de alimentación no atenúa la acidosis ruminal (Blanco et al., 2014), por lo que podría ser interesante reducir la fermentación del almidón en el rumen modificando el grado de molienda del cereal, objetivo que en corderos recién destetados con periodos de cebo cortos (inferiores a 50 días) que consumen raciones completas granuladas no ha sido abordado. Por todo ello el presente trabajo se planteó para estudiar el efecto del grado de molienda del cereal, cuando se administra incluido en raciones completas granuladas, sobre la ingestión, el rendimiento productivo y las características de la canal de corderos de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 corderos de la raza Merino, de 6 a 8 semanas de edad y un peso vivo promedio de 14,8±0,16 kg. Cada cordero se alojó en una jaula individual con cama de serrín y equipada con bebedero automático. Los corderos se dividieron en dos grupos de 10 animales cada uno. El grupo CONTROL se alimentó con una ración completa granulada elaborada con una mezcla (43% cebada, 15% maíz, 24% soja, 15% paja de cereal, 3% corrector vitamínico-mineral) previamente molida utilizando una criba con un diámetro de paso de 2 mm, mientras que el segundo grupo, que se denominó ALTERNATIVO, recibió la misma ración pero con el cereal molido usando una criba de 6 mm de paso. La composición química y distribución del tamaño de partícula de las raciones se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química (g/kg) y distribución del tamaño de partícula (% del peso del alimento retenido en cada criba expresado de forma acumulada) de las raciones.

	CONTROL	ALTERNATIVO
Materia seca	898	895
Proteína bruta	174	175
Fibra neutro detergente	224	218
Extracto etéreo	27	28
Cenizas	76	72
Diámetro de paso (µm)		
2360 µm	2,26	20,4
1700 µm	13,5	47,1
1180 µm	36,1	65,4
300 µm	82,0	91,8
105 µm	99,6	99,9

Los corderos recibieron las raciones experimentales correspondientes en una sola toma administrada a las 9:00 a.m. La cantidad de alimento ofertada a cada cordero se ajustó diariamente en función de la ingestión del día anterior para permitir que quedasen restos en cantidad superior a 200 g/kg de alimento. Los animales se pesaron dos veces por semana antes del suministro de la ración diaria, hasta que alcanzaron el peso de sacrificio (27 kg), y se midieron los parámetros ácido-base (pH, pCO₂, HCO³⁻, anion gap) en sangre en tres momentos

distintos. Tras el sacrificio se registró el peso de la canal caliente y, tras 24 horas de oreo a 4°C, se registró el peso de la canal fría para determinar las pérdidas por oreo y el rendimiento comercial (peso de la canal fría/peso vivo al sacrificio) y se procedió a realizar el despiece de la misma (Colomer-Rocher et al., 1988). Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados productivos y de características de la canal. Tal y como puede observarse, se encontraron diferencias en la ingestión de materia seca ($P < 0,05$) entre los dos grupos estudiados, de modo que los corderos del grupo CONTROL presentaron un mayor consumo diario (7%) que los corderos del grupo ALTERNATIVO. Las diferencias en la ingestión podrían estar relacionadas con diferencias en la cinética de paso a través del tracto digestivo asociadas con la diferente distribución del tamaño de partícula de las raciones experimentales (Tabla 1). Así, en el grupo ALTERNATIVO el 47,1% del alimento en los gránulos de la ración estaba constituido por partículas mayores de 1,7 mm frente al 13,5% del grupo CONTROL. Como consecuencia de ello, es posible que el tiempo medio de permanencia en el tracto digestivo fuese menor en los animales del grupo CONTROL que en los del grupo ALTERNATIVO (Lammer et al., 1996; Poppi et al., 1980).

Tabla 2. Ingestión diaria de materia seca (MS), ganancia diaria de peso, índice de conversión, peso canal y despiece de las canales de los corderos.

	CONTROL	ALTERNATIVO	e.e.d.	P
Ingestión diaria de MS (g MS/d)	881	820	23,3	0,02
Ganancia diaria de peso (g/d)	307	277	19,1	0,13
Índice de conversión (kg/kg)	2,93	2,98	0,149	0,77
Peso canal caliente (kg)	13,1	12,8	0,228	0,17
Pérdida por oreo (%)	2,94	2,77	0,237	0,49
Rendimiento (%)	46,4	45,9	0,769	0,58
Despiece (%)				
Espalda	20,2	20,3	0,413	0,74
Costillar	16,7	17,3	0,772	0,49
Cola	1,19	1,21	0,097	0,84
Badal	7,56	8,23	0,444	0,15
Cuello	9,03	8,65	0,496	0,45
Falda	10,0	9,74	0,643	0,47
Pierna	35,1	34,6	0,735	0,49

e.e.d.: error estándar de la diferencia; nivel de significación ($P < 0,05$)

Cabe señalar, que no se observaron diferencias entre raciones ($P > 0,05$) en los parámetros indicativos del estado ácido-base (p.ej., el día de sacrificio: $\text{pH} = 7,47$ vs $7,48$; $\text{pCO}_2 = 47,40$ vs. $45,80$; $\text{HCO}_3^- = 32,18$ vs. $31,41$; anion Gap = $7,28$ vs. $8,30$ para los grupos CONTROL y ALTERNATIVO, respectivamente), si bien la instauración de una acidosis ruminal no siempre se refleja en variaciones en los parámetros ácido-base en sangre (Blanco et al., 2015). Asimismo, el grado de molienda no influyó en la ganancia diaria de peso ($P > 0,05$), si bien el valor medio para este parámetro fue un 11% superior en el grupo CONTROL, lo que parece estar en consonancia con la ingestión diaria y permite explicar la ausencia de diferencias en el índice de conversión. Algunos trabajos señalan que la ganancia de peso y el índice de conversión en corderos mejoran cuando se alimenta a los animales con cereal entero en vez de molido (Erickson et al., 1989), aunque estos beneficios no se observan cuando se comparan dietas con el cereal molido o aplastado (Sormunen-Cristian, 2013). Por otra parte, el tamaño de partícula dentro de la ración completa granulada no influyó ni en el peso de la canal caliente, ni en las pérdidas por oreo ni en el rendimiento comercial, ni tampoco en la proporción de las diferentes piezas comerciales ($P > 0,05$), encontrándose los valores dentro del rango recogido en la literatura para corderos de similares características (Blanco et al., 2014).

La ausencia de efecto sobre la eficiencia de utilización del alimento y las características de la canal permite concluir que, cuando se emplean raciones completas granuladas, la molienda previa del cereal utilizando una criba de 6 mm en vez de 2 mm de diámetro de paso podría ser una alternativa viable, si bien será necesario evaluar si el beneficio asociado con el menor grado de molienda de cereal (e.g. menores costes de fabricación y de incidencia de contaminaciones por hongos) compensaría la prolongación del periodo de cebo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado en el marco del proyecto Intramural 2012 40E205 del CSIC, con el programa JaeDoc financiado por el Fondo Social Europeo (M.L Tejido), con un contrato predoctoral (C. Blanco) financiado de la Junta de Castilla y León (y con una beca CUMEX (E. Jaramillo) financiada por el Consorcio de Universidades Mexicanas-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Al-Saiady, M.Y et al. 2012. Asian Australas. J. Anim. Sci. 23:475-482. • Blanco, C. et al. 2014. Small Rumin. Res. 116: 137-143. • Blanco, C. et al., 2015. Animal 9(2):258-66. • Colomer-Rocher, F. et al. 1988. Cuadernos INIA, n° 17. • Erickson, D.O. et al 1989. Proc. 30th Annual Western Dakota Sheep Day. pp. 1-4. • Grant, R.J. et al. 1990. J. Dairy Sci. 73:1834-1842. • Lammer, B.P. et al., 1996. J. Dairy Sci. 79:922-928. • Poppi, D.P. et al. 1980. J. Agri. Sci. 94:275-280. • Sormunen-Cristian, R. 2013. Small Rumin. Res. 109:22-27

EFFECT OF PELLETTED TOTAL MIXED RATIONS WITH DIFFERENT PARTICLE SIZE ON ANIMAL PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF FATTENING LAMBS

Twenty merino lambs (6 to 8 weeks, 14.8 kg; n = 10 per group) were used to study the effect of pelleted total mixed rations with different feed particle size distribution (Control diet: 13.5 % of the feed particles > 1.7 mm; Alternative diet: 47.1% of particles > 1.7 mm) on animal performance, blood acid-base status (pH, pCO₂, HCO³⁻, anion gap) and carcass characteristics (carcass weight, chilling losses, dressing percentage and proportion of commercial cuts) of fattening lambs. Lambs were fed the corresponding diet *ad libitum* and slaughtered when they reached 27 kg. Dry matter intake was higher in the control than in the alternative diet group (P<0.05). However, no differences were observed in feed to gain conversion rate, blood parameters and carcass characteristics. It was concluded that is possible to fatten lambs using total mixed rations pelleted made either with cereal grains ground with 2 mm or 6 mm before pelleting.

Keywords: Dry matter intake, pellets, lambs

AVERSIÓN CONDICIONADA A AROMA DE FRESA EN OVINO

Manuelian, C.L., Albanell, E., Rovai, M., 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

La neofobia alimentaria es un mecanismo adaptativo que permite aprender de las consecuencias postingestivas al ingerir un alimento nuevo (Provenza y Balph, 1988; Van Tien et al., 1999). Cuando un animal consume un alimento nuevo, comienza por pequeñas cantidades y, en caso de percibir una retroalimentación positiva, incrementa el consumo según su apetecibilidad (Thorhallsdottir et al., 1987). Si la retroalimentación es negativa, el animal asocia las características sensoriales del alimento (gusto, olfato, tacto y vista) con el malestar postingestivo, lo que genera aversión condicionada al alimento (Frutos et al., 2001; Manuelian et al., 2014). Aromas, sabores y flvares se utilizan habitualmente para estimular el consumo de alimento en ganadería. Así, corderos adaptados a aromas y/o flvares (i.e., cebolla, ajo, hierba) aumentaron el consumo de alimentos nuevos tratados con el mismo aroma o flvare (Provenza et al., 1995; Nolte y Provenza, 1992; Van Tien et al., 1999). Sin embargo, la generalización de la aversión mediante aromas, sabores o flvares ha sido poco estudiada. La aversión al agua con aroma de almendra, inducida en ratas mediante 190 mg LiCl /kg PV, fue menor que con sabor dulce (sacarina), pero se potenció al utilizar un alimento con aroma y sabor (Palmerino et al., 1980). Por otro lado, ovejas con aversión a harina de arroz con flvare a canela, utilizando 250 mg LiCl/kg PV, mostraron aversión a harina de trigo con el mismo flvare (Launchbaugh y Provenza, 1993). La generalización de la aversión se mantuvo al incorporar el aroma a canela en harina de soja (Launchbaugh y Provenza, 1993). El objetivo del presente estudio fue crear aversión condicionada a un concentrado utilizando aromas y LiCl, a fin de evaluar la capacidad del ganado ovino de generalizar la aversión a otros alimentos con un mismo aroma.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Servei de Granges i Camps Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB; Bellaterra, Barcelona), utilizando ovejas adultas al final de lactación, 10 ovejas de raza Manchega (Peso: $55,4 \pm 2,7$ kg; Producción de leche: $1,31 \pm 0,10$ L/d) y 10 ovejas Lacaune (Peso: $59,0 \pm 2,4$ kg; Producción de leche: $1,79 \pm 0,10$ L/d). Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Ética en Experimentación Animal y Humana de la UAB (CEEAH, ref. 770). Las ovejas de cada raza se dividieron en 2 grupos de 5 ovejas y se alimentaron con heno de festuca deshidratada (1 vez/d, *ad libitum*) y concentrado de lactación (400 g/d; 16,5% PB sobre MS; 1,75 Mcal/kg MS; 1,03 UFL/kg MS) durante el ordeño ($\times 2$).

Test de preferencia del aroma: Al inicio del experimento se probaron 2 aromas no utilizados en piensos: chocolate de garrofa (ref. 590) con un nivel de inclusión de 1,95 g/kg; fresa (ref. 591) con un nivel de inclusión de 6,5 g/kg (Lueta, Montornés del Vallés, Barcelona) y consistentes sólo en partículas olfativas (no sabor) que se añadieron al concentrado de lactación. Para ello, durante 5 d, se ofrecieron a cada una de las ovejas 3 tipos de concentrado (100 g/concentrado) según un ensayo aleatorio de doble elección: control vs. fresa, control vs. chocolate de garrofa y fresa vs. chocolate de garrofa. A efectos de cálculo de consumo sólo se utilizaron los 2 últimos días. De acuerdo con los resultados de preferencia, se escogió el aroma fresa para generalizar la aversión condicionada. Diariamente se prepararon 3 kg de concentrado con fresa que se guardaron en sacos sellados hasta su utilización.

Inducción de la aversión: El primer día (d0), los grupos de ovejas de cada raza se asignaron al azar a los tratamientos control (agua) y aversión (225 mg LiCl/kg PV), aplicados oralmente con una pistola de desparasitación. A cada oveja se le ofrecieron 100 g de concentrado con fresa durante 5 minutos y a continuación se les aplicó el tratamiento correspondiente. Los siguientes días (d1 y d2) se siguió el mismo protocolo, redosificando a aquellas ovejas que consumieron >75 g de concentrado con fresa. Los d3 y d4 se repitió el protocolo pero sin volver a administrar LiCl.

Generalización de la aversión: Para evaluar el efecto del aroma a fresa, el d6 se ofreció a cada oveja de forma seriada 100 g concentrado con aroma, 100 g cebada molida con aroma y 40 g hierba molida con aroma. Para la incorporación del aroma a fresa a la cebada y a la hierba se utilizó la misma metodología que para el concentrado de lactación.

Análisis estadístico: Los efectos de la aversión condicionada en la ingestión se evaluaron mediante análisis de medidas repetidas con el procedimiento “nlme” (Modelos mixtos lineales y no lineales) de R (v.3.1-109, R Core Team, Viena, Austria). Para la inducción de la aversión, el tratamiento, día y su interacción fueron los efectos fijos, y el individuo anidado al tratamiento el efecto aleatorio. Para la generalización de la aversión el tratamiento, tipo alimento ofertado (concentrado, cebada o hierba) y su interacción fueron los efectos fijos, y el individuo anidado al tratamiento el efecto aleatorio. Las medias se separaron usando el test de Tukey y la significación se estableció a un nivel mínimo del $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ovejas Manchegas mostraron una marcada neofobia a los aromas de fresa y chocolate de garrofa, que no fue observada en las Laucane, lo que indicó su capacidad de detectar ambos aromas. Al final del test de preferencia, las ovejas mostraron un mayor consumo de concentrado con fresa vs. chocolate de garrofa (66 ± 3 vs. 45 ± 4 g/d; $P < 0,001$). El 60% de las ovejas del tratamiento aversión necesitaron 2 dosis de LiCl para establecer la aversión al concentrado de fresa, y el 20% necesitaron 3 dosis. Todas las ovejas Manchegas y Laucane del tratamiento aversión establecieron la aversión a la fresa a partir del d2 (control vs. aversión: Manchega, 88 ± 8 vs. 3 ± 3 g; Laucane, 83 ± 17 vs. 18 ± 36 g; $P < 0,05$) y la mantuvieron hasta el d6. La necesidad de usar dosis repetidas de LiCl fue mayor a lo indicado por otros autores, que sólo necesitaron un 40% de redosificación (Pfister et al., 1993; Burritt y Provenza, 1996). Esta diferencia de éxito de la primera dosis de LiCl puede explicarse por la utilización de alimentos nuevos, tal como indican Burritt y Provenza (1989) y Villalba y Provenza (2000), mientras que, en nuestro caso, el concentrado con fresa era ya conocido por las ovejas. Por otro lado, la aversión debió ser más difícil de conseguir al usar concentrado, ya que contiene nutrientes irremplazables (Conover, 1995). Además, la intensidad de la aversión al concentrado con fresa podría estar enmascarada por la activación del sistema emético producida por el LiCl, ya que la sola administración del LiCl genera una inmediata disminución del 30-50% del apetito durante 2 d (Manuelian et al., 2014, 2015). Esto explicaría la rápida recuperación de la ingestión de concentrado con fresa observada entre el d4 y d6 en el tratamiento aversión, aunque las diferencias no fueron significativas (d4 vs. d6: Manchega, 22 ± 26 vs 46 ± 31 g; Laucane, 3 ± 6 vs. 25 ± 16 g).

La Figura 1 muestra como las ovejas mantuvieron la aversión al concentrado con aroma a fresa hasta el d6 ($P < 0,05$), y no generalizaron la aversión a la cebada con aroma ni a la hierba con aroma. Esto indica que la aversión se estableció al conjunto concentrado con aroma (estímulo configurativo) y no exclusivamente al aroma de fresa, como se pretendía.

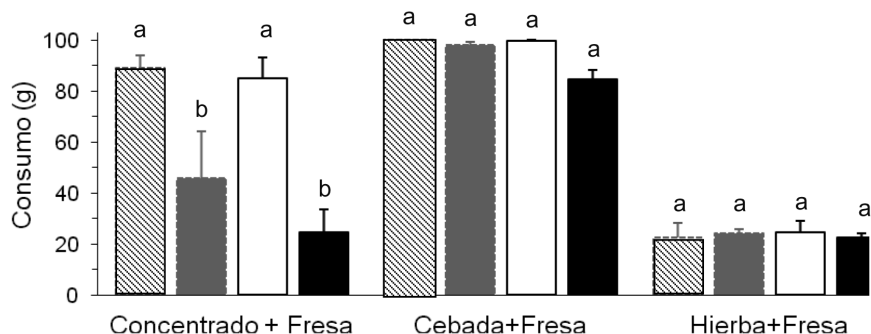


Figura 1. Consumo del concentrado, cebada y hierba con aroma a fresa, el d6 de la primera administración de LiCl (Manchega: Control, ▨; Aversión, ■; Laucane: control, □; Aversión, ■; \pm ESM; a,b para cada alimento y raza $P < 0,05$).

Resultados semejantes fueron obtenidos por Launchbaugh y Provenza (1993) quienes no fueron capaces de generalizar la aversión en corderos mediante aroma de canela, pero sí al utilizar flavor (olor y sabor a canela), en concentrados de harina de arroz o de torta de soja. Durante la prueba, 2 ovejas del grupo aversión redosificadas con LiCl (Manchega, 2 dosis; Lacaune, 3 dosis) se mostraron deprimidas, dejaron de comer a partir del d3 y murieron el d5 y d6, respectivamente. La necropsia, llevada a cabo por el Servei de Diagnòstic de Patologia Veterinària de la Facultat de Veterinaria de la UAB, indicó: ascitis, edema y congestión pulmonar, enteritis catarral difusa y aguda, petequias en epicardio y tejido intercostal, así como alcalosis abomasal (pH, 6,5 y 7,0, respectivamente), pese a tener contenido y normalidad ruminal (pH 6,0). Este cuadro clínico es compatible con alcalosis metabólica hipoclorémica causada por pérdida de fluido abomasal (Smith et al., 1990) como consecuencia de la acumulación de LiCl y no ha sido descrito previamente en rumiantes. La vida media del Li en plasma, para una sola dosis de 225 mg LiCl/kg PV en ovejas, es de $30,9 \pm 2,1$ h y, el tiempo de eliminación total, de 8,8 d (Manuelian et al., 2015). En el mismo sentido, Egber et al. (1999) observaron que una dosis de 266 mg LiCl/kg PV en corderos era segura, mientras que 400 mg LiCl/kg PV fue letal en algunos casos. Nuestros resultados muestran que no es recomendable la dosificación en días consecutivos de más de una dosis de 225 mg LiCl/kg PV.

En conclusión, los resultados obtenidos mostraron diferencias marcadas de neofobia entre razas ovinas pero no en la aversión al utilizar LiCl. Además, es más difícil generar aversión a alimentos conocidos que a alimentos nuevos y la utilización de un aroma (sin efectos gustativos) no permitió generalizar la aversión conseguida hacia otros alimentos. Por último, se debe evitar la redosificación de LiCl en días sucesivos, recomendándose un tiempo de espera superior a una semana.

Agradecimientos: Plan Nacional (Proyecto AGL-2010-22178-C02-01) y Lucta (España).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burritt, E.A & Provenza, F.D. 1989. *J. Anim. Sci.* 67:1732-1739.
- Burritt, E.A & Provenza, F.D. 1996. *Proc. Nutr. Soc.* 58:1-8.
- Conover, M.R. 1995. *USDA National Wildlife Research Center Symposia*
- Egber, A., et al. 1999. *Options Mediterran.* 39:179-182.
- Frutos, P., et al. 2001. *Ovis*, 74:81-101.
- Launchbaugh, K.L. & Provenza, F.D. 1993. *Oikos* 66:501-504.
- Manuelian, C.L., et al. 2014. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 155:42-48.
- Manuelian, C.L., et al. 2015. *J. Anim. Sci.* 92:562-569.
- Nolte, D.L. & Provenza, F.D. 1992. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32:381-389.
- Palmerino, C.C., et al. 1980. *Sci.* 208:753-755.
- Pfister, J.A., et al. 1993. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36:159-167.
- Provenza, F.D. & Balph, D. 1988. *J. Anim. Sci.* 66:2356-2368.
- Provenza, F.D., et al. 1995. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43:83-93.
- Smith, D.F., et al. 1990. *Am. J. Vet. Res.* 51:1715-1722.
- Thorhallsdottir, A.G., et al. 1987. *App. Anim. Behav. Sci.* 18:327-340.
- Van Tien, D., et al. 1999. *Small Rum. Res.* 32:223-229.
- Villalba, J.J. & Provenza, F.D. 2000. *J. Anim. Sci.* 78:3060-3069.

CONDITIONED AVERSION TO STRAWBERRY ODOUR IN SHEEP

ABSTRACT: Food aversion (AV) can be induced by taste, odour and flavour (taste and odour). The aim of this study was to evaluate the ability of 2 breeds of sheep (Manchega, n = 10; Lacaune, n = 10) to generalize the induced aversion against a concentrate with strawberry or carob chocolate odour to barley and grass. Ewes were allocated into 2 groups/breed and treatments consisted in: Control (water) and Aversion (225 mg LiCl/kg BW). Aversion was induced in 3 d, redosing when intake >75 g. Manchega ewes showed stronger neophobia than Lacaune, and both breeds preferred strawberry to carob chocolate odour. On d6, 100 g of concentrated, barley and grass with strawberry odour were offered individually during 5 min each food. The 80% of the animals needed at least 2 LiCl doses to establish aversion. Intoxication for LiCl was observed in 2 ewes and no consecutive dosing is recommended. Generalization of the aversion towards barley and grass with strawberry odour was not achieved. In conclusion, no breed differences were observed in aversion behaviour but difficulty was greater when a known food was used. Odour (without taste cues) did not allow the aversion generalization.

Keywords: lithium chloride, flavour, intake, neophobia.

RELACIÓN ENTRE AGUA DE BEBIDA, MANEJO DEL ESTIÉRCOL Y RIESGO DE INFECCIÓN POR *Fasciola hepatica* EN VACUNO LECHERO DEL CENTRO DE COLOMBIA

Bonilla¹, R., Miguélez², S., Sanchis³, J., Arroyo², F.L., Ramírez⁴, M., Hernández², J.A., Francisco², R., Paz Silva², A., Sánchez-Andrade², R., Arias², M.S.

¹Enfermedades parasitarias, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - Laboratorios CARVAL (Colombia). ²Epidemiología y Zoonosis, Parasitología y Enfermedades parasitarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n, 27002-Lugo (España). ³Parasitología, Universidad de la República (Regional Norte), Salto (Uruguay). ⁴Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco (México). E-mail: adolfo.paz@usc.es

INTRODUCCION

En numerosos países el ganado vacuno se mantiene en extensivo para asegurar su alimentación, especialmente en áreas en las que el clima facilita el crecimiento de especies forrajeras durante todo el año. Bajo estas condiciones, los bovinos se alimentan en parcelas valladas, y se les proporciona agua mediante diferentes mecanismos: pozos, vallados, nacederos, acueductos o arroyos (Cárdenas, 2012). Los vallados o caños se refieren a canales anchos y profundos, naturales o artificiales, que se hacen en el suelo con el fin de retener aguas de escorrentía, de lluvias y de drenaje; el acueducto es un sistema de servicio público municipal que lleva el agua hasta las fincas.

También en presencia de humedad y temperatura moderada-alta, los huevos del trematodo *Fasciola hepatica* que son eliminados en las heces de rumiantes infectados encuentran las condiciones idóneas para que se desarrolle en su interior un embrión o miracidio, que abandona el huevo y nada hasta encontrar caracoles limneidos; en estos moluscos tienen lugar las fases de esporocisto, redia y cercaria, que sale del caracol, pierde la cola y se transforma en metacercaria o fase infectiva (Rojo-Vázquez *et al.*, 2012).

En esta investigación se plantea el análisis de la posible relación entre el aporte de agua de bebida y el manejo del estiércol y el riesgo de exposición a *Fasciola hepatica* en ganado vacuno lechero de la región central de Colombia.

MATERIAL Y METODOS

Área de estudio

La región de la sabana de Bogotá se ubica en el centro de Colombia, Sudamérica, sobre la cordillera oriental de Los Andes. Se trata de un área que cuenta con 116 municipios ubicados alrededor de los 2.600 m.s.n.m., en su mayoría de topografía plana, con piso térmico frío y una temperatura promedio de 13°C.

La población bovina es de 1.184.613 cabezas de ganado (825.000 hembras) de lechería especializada (Holstein, Jersey, Pardo Suizo y Ayrshire) en un sistema de pastoreo que comprende la rotación de praderas compuestas por *Kikuyo* (*Pennisetum clandestinum*) y *Rye Grass* (*Lolium perenne*), en las que se emplean sistemas de riego y fertilizantes.

Diseño experimental

Entre los meses de agosto de 2012 y mayo de 2013 se visitaron 30 explotaciones de ganado vacuno de aptitud lechera, en las que se recogieron 374 muestras individuales de heces y sangre de bovinos Holstein. Las explotaciones estaban distribuidas en 16 municipios de la región central de Colombia (Tabla 1).

Todas las explotaciones poseen un sistema de manejo similar en cuanto al pastoreo y rotación de praderas: normalmente dividen el terreno en varias parcelas (potreros) formando un cuadrado y en el centro se encuentra el bebedero de tal manera que, todas las parcelas tienen acceso al agua a voluntad. Se hace rotación de la pradera cada 30 ó 35 días, en algunas fincas van moviendo la cerca eléctrica de acuerdo al consumo, así se evita mayor pérdida por pisoteo y estiércol, y las vacas van comiendo ordenadamente. La mayoría de fincas de la sabana de Bogotá mantienen de 1 a 3 vacas por hectárea en pastoreo. En algunas ocasiones se recoge el estiércol y se almacena, pero lo más frecuente es dejarlo en los prados como fertilizante orgánico.

Análisis laboratoriales

Las muestras de heces se analizaron mediante la técnica coprológica de sedimentación, en tanto que las de sangre se testaron con una prueba inmunoenzimática (ELISA) y una proteína recombinante del tegumento de *F. hepática* (FhrAPS) (Arias *et al.*, 2010).

Análisis estadístico

En el apartado de estadística descriptiva, se determinó la prevalencia de animales infectados, que se expresó como el porcentaje de animales positivos a las técnicas de sedimentación y ELISA, y el intervalo de confianza al 95% (IC 95%).

La comparación de todos los datos se realizó mediante el test de Chi cuadrado, empleándose el programa estadístico IBM SPSS 20 (Chicago, IL, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSION

El porcentaje de vacas positivas a la sedimentación fue del 3% (Tabla 1), y en 3 explotaciones (el 10%) contaban con al menos un bovino positivo. Sólo se detectó eliminación de huevos en Albán y Zipaquirá, 2 de los 17 municipios muestreados (12%), con una prevalencia por animal del 25%.

Con el FhrAPS-ELISA se determinó que la seroprevalencia en los bovinos era del 40%, y que 93% de las granjas tenían rumiantes seropositivos (Tabla 1). Todos los municipios presentaron resultados positivos por ELISA, y los valores oscilaron entre el 15% en Soacha y el 86% en Cajicá.

Tabla 1.- Distribución de la prevalencia de fasciolosis en ganado vacuno lechero de la región central de Colombia, mediante sedimentación y FhrAPS-ELISA (n= 374).

Municipio	Nº vacas	Sedimentación		FhrAPS-ELISA	
		Prevalencia (%)	IC 95%	Prevalencia (%)	IC 95%
Albán	20	35	14-56	40	19-61
Cajicá	7	0	0	86	60-100
Chía	20	0	0	65	44-86
Chiquinquirá	40	0	0	63	47-78
Facatativá	16	0	0	38	14-61
Funza	9	0	0	56	23-88
Guatavita	9	0	0	78	51-100
Suesca	41	0	0	20	11871
Mosquera	5	0	0	20	0-55
Soacha	39	0	0	18	11110
Sopó	55	0	0	22	12-35
Tabio	19	0	0	58	36-80
Tocancipá	17	0	0	47	23-71
Ubaté	27	0	0	56	37-74
Sibaté	10	0	0	30	2-58
Zipaquirá	40	15	4-26	33	18-47
Total	374	3	2-5	40	35-45

En la Tabla 2 se muestra el análisis de los resultados en función del agua de bebida y del manejo del estiércol de los bovinos. Sólo se detectaron huevos de *F. hepática* en las heces de vacas que se alimentaban en prados en los que no se recogía el estiércol, y en los prados donde se bebía directamente de arroyos.

No se apreciaron diferencias en la seroprevalencia de fasciolosis en relación a la eliminación del estiércol, pero las cifras más elevadas se obtuvieron en el ganado vacuno que bebía de pozos (Tabla 2).

Tabla 2.- Relación entre el origen del agua de bebida y la prevalencia de fasciolosis en ganado vacuno lechero de la región central de Colombia (n= 374).

Almacenamiento de estiércol	N ¹	Coprología		ELISA	
		Prevalencia (%)	IC 95%	Prevalencia (%)	IC 95%
Sí	5	0		100	
No	25	12	0 – 25	92	81 – 100
		$\chi^2= 0,667, P= 0,41$		$\chi^2= 0,429, P= 0,51$	
Origen del agua de bebida					
Acueducto	6	0		100	
Vallado	7	0		100	
Arroyo	3	100		100	
Nacedero	5	0		80	45 – 100
Pozo	9	0		89	68 – 100
		$\chi^2= 30,001, P= 0,001$		$\chi^2= 2,857, P= 0,58$	

¹Número de explotaciones

En esta investigación se encontraron porcentajes bajos de eliminación de huevos en heces, que indica que sólo un reducido número de vacas albergaban formas adultas de *Fasciola*, inferior a estudios previos desarrollados en Sudamérica (Sanchís *et al.*, 2011). Sin embargo, se detectaron valores importantes de seroprevalencia, que reflejan un notable riesgo de exposición al trematodo en el ganado vacuno lechero del área estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, M., Piñeiro, P., Hillyer, G.V., Suárez, J.L., Francisco, I., Cortiñas, F.J., Díez-Baños, P., Morrondo, P., Sánchez-Andrade, R. & Paz-Silva, A. 2010. J Parasitol. 96: 626-631.
- Cárdenas, F. 2012. Tesis doctoral
- Rojo-Vázquez FA, Meana A, Valcárcel F & Martínez-Valladares M. 2012. Vet Parasitol. 189: 15-38.
- Sanchís J., Miguélez S., Solari M.A., Piñeiro P., Macchi M.I., Maldini G., Venzal J., Morrondo P., Díez-Baños P., Sánchez-Andrade R., Paz-Silva A., Arias M.S. 2011. Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol 70: 163-171.

Agradecimientos: Trabajo parcialmente financiado con el Proyecto de Investigación AGL2012-34355 (Ministerio de Economía y Competitividad, España).

RELATIONSHIP AMONG DRINKING WATER, MANURE MANAGEMENT AND RISK OF EXPOSURE TO *Fasciola hepatica* IN DAIRY COWS FROM CENTRAL COLOMBIA

ABSTRACT: The possible relationship between the source of drinking water, manure management and the risk of exposure to the liver trematode *Fasciola hepatica* has been assessed among dairy cows from Central Colombia. Individual samples of faeces and blood were obtained from 374 cattle, which were analyzed with the sedimentation test and the FhrAPS-ELISA, respectively. The percentage of cows passing *F. hepatica* eggs in the feces was 3% (95% CI 2-5), and 10% (0-21) of the farms had cattle positive to the sedimentation test. *F. hepatica* egg-output was only observed in cattle from 2 out of 17 (12%; 0-27) municipalities (Albán and Zipaquirá), where the cattle-prevalence was 25% (8-42). By using the FhrAPS-ELISA, the individual seroprevalence was 40% (35-45), and 93% (84-100) of the farms had cattle positive to the immunoenzymatic probe. Cattle of all the municipalities were positive to the ELISA, and the values ranged from 15% (1-28) in Soacha to 86% (60-100) in Cajicá. Eggs of *F. hepatica* were only detected in cows that graze on grasslands where the faeces are not collected or stored. Cows drinking water from streams were the unique positive to the sedimentation test. The highest values of seroprevalence were observed in those which did it from wells.

Key words: bovine fasciolosis, drinking water, manure, ELISA

PREVENCIÓN DE PARANFISTOMOSIS BOVINA MEDIANTE LA VEHICULACIÓN DE ESPORAS DE HONGOS EN CONCENTRADO ALIMENTARIO

Arroyo¹, F.L., Cazapal-Monteiro¹, C., Hernández¹, J.A., Sanchis², J., Miguélez¹, S., Bonilla³, R., Piñeiro¹, P., Paz Silva¹, A., Sánchez-Andrade¹, R., Arias¹, M.S.

¹Epidemiología y Zoonosis, Parasitología y Enfermedades parasitarias, Facultad de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n, 27002-Lugo (España). ²Parasitología, Universidad de la República (Regional Norte), Salto (Uruguay). ³Enfermedades parasitarias, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – Laboratorios CARVAL (Colombia). E-mail: adolfo.paz@usc.es.

INTRODUCCION

La paranfistomosis es una enfermedad parasitaria causada por trematodos del género *Paramphistomum* que afecta a los rumiantes, que se infectan cuando ingieren metacercarias o fases infectivas con el alimento o con el agua de bebida (Sanchis *et al.*, 2013). Después de desenquistarse en el intestino, las formas juveniles migran de forma retrógrada por la mucosa hasta alcanzar el rumen o el retículo, en donde se transforman en adultos. A pesar de la creencia extendida de que sólo los anfistómidos juveniles son patógenos, cada vez existe mayor constancia de la patogenidad de los adultos (Shaheen *et al.*, 2013).

Para el control de la paranfistomosis del ganado vacuno se aplican con frecuencia antiparasitarios de acción fasciolicida, en muchas ocasiones en base a un diagnóstico incorrecto (Arias *et al.*, 2013). Sin embargo, la escasa eficacia de estos productos, unida a la ausencia de medidas sobre el medio en el que se desarrollan las fases infectivas, son los principales motivos de la emergencia de esta trematodosis en el noroeste de España (Arias *et al.*, 2010).

Con objeto de prevenir la infección de bovinos por *Calicophoron daubneyi* (Paramphistomidae), se desarrolló un estudio que consistió en la alimentación de un grupo de frisonas en régimen semi-extensivo, con concentrado alimentario (pienso) al que se adicionaron durante el proceso de fabricación esporas del hongo ovidado *Mucor circinelloides*.

MATERIAL Y METODOS

Diseño experimental

Las esporas del hongo *Mucor circinelloides* (cepa CECT 20824) se obtuvieron en un medio líquido (COPFr), de acuerdo a investigaciones previas (Piñeiro *et al.*, 2013).

Se distribuyeron al azar en 3 grupos, 21 vacas raza Frisona que al inicio de la prueba eliminaban huevos del paranfistómido *Calicophoron daubneyi*:

G-F: tratadas con Closantel (10 mg/kg b.w., Endoex, SP Veterinaria, SA, Tarragona, España) y alimentadas diariamente con pienso fabricado con esporas de *M. circinelloides* (2x10⁶ / Kg).

G-T: tratadas con Closantel (10 mg/kg b.w., Endoex, SP Veterinaria, SA, Tarragona, España) que recibían diariamente pienso convencional (Bovilac Lactación, Nanta, Outeiro de Rei, España).

G-C: no tratadas y alimentadas diariamente con pienso convencional (Bovilac Lactación, Nanta, Outeiro de Rei, España) (testigos).

Durante 22 semanas, todos los rumiantes se alimentaron en prados siguiendo un modelo de rotación de líderes y seguidores: primero pastaban los del G-T y G-C, y después los del G-F. Cada 2 semanas se tomaron heces del recto de cada animal, que se analizaron mediante la prueba coprológica de sedimentación.

Eficacia del tratamiento

El efecto del Closantel sobre los paranfistomos se determinó mediante la estimación de la reducción en la eliminación de huevos (IE1) y del número de vacas positivas por coprología (IE2), de acuerdo a las fórmulas siguientes (Piñeiro *et al.*, 2013):

$$\% \text{ IE1: } (1 - (\text{Media aritmética huevos}_{\text{pret-tratamiento}} / \text{Media huevos}_{\text{post-tratamiento}})) \times 100$$

$$\% \text{ IE2: } (1 - (\text{Vacas Positivas}_{\text{pret-tratamiento}} / \text{Vacas Positivas}_{\text{post-tratamiento}})) \times 100$$

Análisis estadístico

Los recuentos fecales de huevos de *Calicophoron* (HPG) se analizaron con la prueba no paramétrica "U" de Mann-Whitney, empleándose el programa estadístico IBM SPSS 20 (Chicago, IL, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al inicio del estudio las frisonas de los 3 grupos eliminaban en torno a 200 huevos por gramo de heces (HPG) (Tabla 1).

Tabla 1. Eliminación de huevos por gramo de heces de los tres tratamientos al inicio de la experiencia (media \pm desviación estándar)

Tratamiento G-C	Tratamiento C-F	tratamiento G-T	Nivel de significación
207,14 \pm 88,641	206,67 \pm 112,546	200 \pm 79,057	$P = 0,931$

La administración del Closantel resultó altamente eficaz, obteniéndose unos porcentajes de reducción de eliminación del 97% (G-F) y 98% (G-T). El porcentaje de reducción de vacas que eliminaban huevos de *C. daubneyi* resultó del 86% para el G-F y el G-T. Estos resultados coinciden con los de Arias *et al.* (2013) en frisonas que recibieron idéntico tratamiento.

Se establecieron diferencias entre los 3 lotes de animales entre las semanas 10 y 18 ($P < 0,05$). No se observaron huevos en las heces de las vacas tratadas con Closantel y con las esporas de *M. circinelloides* (G-F) a partir de la 4ª semana post-tratamiento y hasta el final del estudio. Por el contrario, en las vacas únicamente tratadas con Closantel (G-T) se detectó un incremento de los valores de eliminación de HPG desde la 6ª semana post-tratamiento, alcanzándose a los 5 meses valores similares a los del grupo no tratado.

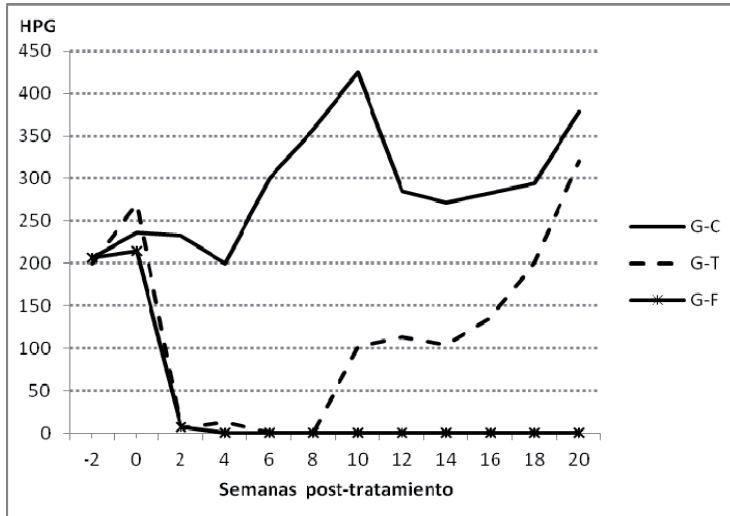


Figura 1. Cinética de eliminación de huevos de *C. daubneyi* en vacas mantenidas en régimen semi-extensivo. G-C: vacas no tratadas y alimentadas con pienso convencional y posterior pastoreo; G-T: vacas tratadas con Closantel y alimentadas con pienso convencional y posterior pastoreo; G-F: vacas tratadas con Closantel, alimentadas con pienso con esporas de *M. circinelloides* (2×10^6 / Kg) y posterior pastoreo.

El ganado vacuno que se alimenta en zonas húmedas puede infectarse por trematodos *Paramphistomum*, dado que estos son los hábitats adecuados para la supervivencia de los

limneidos, caracoles anfibios que intervienen como hospedadores intermediarios en su ciclo. En general las únicas medidas que se adoptan frente a la parafistomosis consisten en la administración de tratamientos antihelmínticos, en especial fasciolicidas. Estudios previos mostraron que Oxiclozanida y Closantel eran muy eficaces frente a los trematodos gástricos, mientras que Netobimin y Albendazol proporcionaban un efecto muy reducido (Sanchís *et al.*, 2013). En el presente estudio la administración del Closantel resultó altamente eficaz, como lo demuestra la observación de porcentajes de eficacia superiores al 86%. Sin embargo, las vacas que se alimentaban con pienso convencional (G-T) volvieron a eliminar huevos de *C. daubneyi* a las 10 semanas post-tratamiento. El tratamiento antiparasitario en ganado vacuno de leche sólo puede administrarse durante el periodo de secado, de modo que si los rumiantes comparten pastos con otros animales infectados-no tratados existe un riesgo muy elevado de reinfección. Por este motivo, es necesario desarrollar procedimientos que minimicen las posibilidades de reinfección. En el presente ensayo se ha demostrado que la administración de esporas del hongo ovidado *Mucor circinelloides* proporciona resultados prometedores para prevenir la parafistomosis bovina, puesto que las vacas del G-F no volvieron a eliminar huevos de *C. daubneyi* después de la administración del Closantel. Además de la eficacia de las medidas preventivas, también se requiere que su aplicación sea fácil y sencilla para los propietarios/cuidadores, porque en caso contrario no se llegaría a desarrollar. Por este motivo, en la investigación realizada se consideró la posibilidad de vehicular las esporas del hongo en el concentrado alimentario (pienso). De este modo, no se añade ninguna tarea extra a los cuidadores de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, M., Piñeiro, P., Hillyer, G.V., Suárez, J.L., Francisco, I., Cortiñas, F.J., Díez-Baños, P., Morrondo, P., Sánchez-Andrade, R. & Paz-Silva, A. 2010. J Parasitol. 96: 626-631.
- Arias, M.S., Sanchís, J., Francisco, I., Francisco, R., Piñeiro, P., Cazapal-Monteiro, C., Cortiñas, F.J., Suárez, J.L., Sánchez-Andrade, R. & Paz-Silva, A., 2013. Vet. Parasitol. 197: 126-129
- Piñeiro, P., Cazapal-Monteiro, C., Rodríguez, M.I., Oliver, A., Hernández, J.A., Fernández, M., Gómez, D., Arroyo, F., Sánchez-Andrade, R. & Arias, M.S. 2013. AIDA, Tomo II: 789-791.
- Shaheen, H., Sadek, K.M., Bazh, E.K., 2013. Afr. J. Pharm. Pharmacol. 7, 2157-2166

Agradecimientos: Trabajo parcialmente financiado con el Proyecto de Investigación AGL2012-34355 (Ministerio de Economía y Competitividad, España).

PREVENTION OF BOVINE PARAFISTOMOSIS BY USING FEEDSTUFF WITH FUNGI SPORES

ABSTRACT: The efficacy of spores of the ovidal fungus *Mucor circinelloides* for preventing infection by *Paramphistomum* spp. trematodes in grazing cattle has been tested. Three groups of Frisian cows passing eggs of *Calicophoron daubneyi* in their faeces were employed. Two of the groups (G-F and G-C) were dewormed with Closantel (10 mg / Kg b.w. Endoex, SP Veterinaria, SA, Tarragona, Spain) at the beginning of the study, and group G-C remained untreated as control. Cattle belonging to G-F were given feedstuff with *M. circinelloides* spores, and the other groups received conventional feedstuff. *Calicophoron* egg-output was suppressed by the administration of the Closantel at 4th and 6th weeks after treatment (wat). The percentages of faecal egg count reduction were 97% (G-F) and 98% (G-T). Eighty-six percent of the treated cattle in both groups did not pass eggs in the faeces at 2 wat. Nevertheless, the cows in G-T shed eggs again from the 10th wat, and values close to the untreated group (G-C) were attained. These results point the need for the application of useful measures against the stages of *Paramphistomum* in the environment (soil). Manufacturing of feedstuff containing spores of *M. circinelloides* appears to be a promising solution.

Key words: bovine paramphistomosis, prevention, *Mucor circinelloides*, feedstuff

EMPLEO DE ESPORAS DE *Mucor circinelloides* COMO ADITIVO ALIMENTARIO PARA EVITAR LA INFECCIÓN DE SUIDOS POR *Ascaris suum*

Hernández¹, J.A., Cortiñas¹, F.J., Arroyo¹, F.L., Francisco¹, I., Miguélez¹, S., Suárez, J.L.², Romasanta¹, A., Paz Silva¹, A., Sánchez-Andrade¹, R. y Arias¹, M.S.

¹Epidemiología y Zoonosis, Parasitología y Enfermedades parasitarias, Facultade de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Universitario, s/n, 27002-Lugo, España

²Granja Gayoso-Castro, Diputación Provincial de Lugo, España
adolfo.paz@usc.es

INTRODUCCION

Las hembras adultas del nematodo *Ascaris suum* se localizan en el intestino de suidos, y liberan huevos no embrionados en las heces. Bajo condiciones ambientales favorables, a los 5-9 días se forma la larva 1 (L1), que a las 2-5 semanas se convierte en larva L2, y los huevos se convierten son infectivos para hospedadores definitivos y paraténicos (roedores, seres humanos) (Bojar y Klapeč, 2012). Se trata de huevos muy resistentes, que pueden permanecer viables en el ambiente durante periodos de tiempo prolongados. En el caso de que el estiércol de cerdo se almacene en pozos subterráneos, a las 4 semanas son viables el 80%, a las 8 semanas el 40%, y ninguno a las 16 semanas (Gaasenbeek y Borgsteede, 1998). Bajo condiciones de anaerobiosis o de compostado, un porcentaje muy elevado se mantiene viable (Juris et al., 1996; Caballero-Hernández et al., 2004).

En el interior del hospedador, las larvas atraviesan la pared intestinal, llegan al hígado y continúan su migración hasta los pulmones. Después retornan al intestino y se transforman en nematodos adultos. Ante esta situación resulta indudable la necesidad de actuar sobre los huevos de *A. suum*. Algunos hongos telúricos tienen actividad ovicida, fenómeno biológico muy interesante que se está aplicando para el control de parásitos, especialmente de nematodos fitopatógenos (Tribe, 1980). Su condición de saprofitos les permite sobrevivir durante largos periodos de tiempo en suelos sin nematodos y huevos.

Se plantea el análisis de la incorporación de esporas del hongo *Mucor circinelloides* al pienso para la alimentación de lechones.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se desarrolló en la granja propiedad de la asociación PRODEME (Pro Deficientes Mentales) en Monforte de Lemos (Lugo), cuyo propósito es ofrecer actividades laborales a personas adultas con discapacidad intelectual. Entre las actividades en las que participan los disminuidos figuran desde la elaboración manual de pequeños objetos, regalos... hasta el cuidado y alimentación de diferentes especies animales (ovinos, suidos, porcinos, aves, equinos, bovinos). Con objeto de reducir los costes de producción animal, el concentrado alimentario (pienso) se fabrica en la propia explotación.

Se empleó la cepa CECT 20824 de *Mucor circinelloides*, aislada por el grupo COPAR (GI-2120; USC) (Arias et al., 2013). Empleando un medio de cultivo líquido (COPFr), se procedió a la multiplicación de las esporas, hasta conseguir valores en torno a 1×10^8 esporas / L. A continuación, se procedió a añadir 20 L de medio con esporas por tonelada de pienso fabricada. Finalmente, el pienso se colocó en sacos de 500 Kg, hasta su utilización.

Se dispusieron 16 lechones de raza autóctona Porco Celta de 3 meses de edad, que se dividieron en 2 grupos de 8:

G-M: lechones que recibían diariamente 2 Kg de pienso con esporas de *Mucor*.

G-T: lechones alimentados con 2 Kg/día de pienso sin esporas.

Durante 5 días, se recogieron heces de forma individualizada del recto de cada animal, que se analizaron mediante la técnica coprológica de flotación con solución salina. Transcurrido este tiempo, se obtuvieron de nuevo heces de los porcinos, que se colocaron en cajas de polipropileno (1,3 L), y se mantuvieron en un prado de la explotación durante 30 días. Para cada grupo, se prepararon 24 cajas con heces. Con los recuentos fecales de huevos viables se estimó el porcentaje de reducción de huevos viables en heces:

$$\% \text{ Reducción} = [1 - (\text{promedio huevos viables}_{\text{día0}} / \text{promedio huevos viables}_{\text{día30}})] \times 100$$

Los datos obtenidos se analizaron con la prueba no paramétrica χ^2 , empleándose el programa estadístico SPSS 20 (Chicago, IL, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al inicio de la experiencia, se detectaron recuentos de eliminación de huevos de *Ascaris suum* superiores a 500 huevos por gramo de heces (HPG) (Figura 1). Después de 30 días, en las heces de los lechones alimentados con pienso convencional (sin esporas), los valores de HPG disminuyeron ligeramente. En el grupo de lechones que recibieron pienso con esporas de *Mucor* se detectó un recuento significativamente inferior ($\chi^2 = 8,236$, $P = 0,004$). Mediante el cálculo del porcentaje de reducción de huevos viables, se obtuvo un valor del 10% (IC 95% 7-12) en el grupo testigo, en tanto que en el grupo que recibió pienso con esporas el porcentaje de reducción fue del 60% (56-64). Estos resultados muestran que las esporas de *Mucor* sobreviven al tránsito a través del aparato digestivo de los suidos, y que una vez en las heces desarrollan actividad lítica sobre los huevos del nematodo *A. suum*, provocando su rotura y destrucción del contenido interior (Figura 2).

El control de parásitos en animales de renta suele apoyarse en la eliminación de los estadios que se encuentran en el hospedador. La presencia de formas infectivas en el ambiente (suelo, agua, especies vegetales) lleva a que la administración de antiparasitarios se convierta a menudo en una solución temporal, y los animales se vuelvan a infectar con frecuencia.

Considerando que en la transmisión de la mayoría de los helmintos tiene lugar la eliminación de huevos en heces, que posteriormente alcanzan el estadio infectivo en el suelo, la capacidad de *Mucor* para destruir los huevos de estos parásitos ofrece una medida muy útil para evitar la reinfección de los suidos (Ferreira et al., 2010).

Un aspecto a tener en cuenta en el empleo de esporas de hongos parasiticidas es la vía de distribución, que asegure su presencia próxima a los huevos para ejercer su actividad. La adición de las esporas de *Mucor* al concentrado alimentario ofrece la posibilidad de poner en contacto, en las heces, a hongos y huevos, proporcionando una ocasión muy útil para evitar que los huevos prosigan su desarrollo, y con ello prevenir la infección de los animales.

El análisis del pienso con esporas 2 meses después de su almacenamiento reveló la ausencia de signos de apariencia anormal, crecimiento de hongos o de olores desagradables, siendo ingerido sin problema por los lechones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Caballero-Hernández, A.I., Castrejón-Pineda, F., Martínez-Gamba, R., Ángeles-Campos, S., Pérez-Rojas, M. & Buntinx, S.E. 2004. *Bioresour. Technol.* 94: 137-142
- Ferreira, S.R., Araújo, J.V., Braga, F.R., Araújo, J.M., Carvalho, R.O., Silva, A.R., Frassy, L.N. & Freitas, L.G. 2010. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 639-642
- Gaasenbeek, C.P. & Borgsteede, F.H. 1998. *Vet Parasitol.* 75: 227-34
- Juris, P., Tóth, F., Lauková, A., Plachý, P., Dubinský, P. & Sokol, J. 1996. *Vet. Med.* 41:149-53
- Tribe, H.T. (1980). *Parasitology.* 81: 619-639

Agradecimientos: Trabajo parcialmente financiado con el Proyecto de Investigación AGL2012-34355 (Ministerio de Economía y Competitividad, España).

USING SPORES OF *Mucor circinelloides* AS A FEEDING ADDITIVE TO PREVENT SWINE INFECTION BY *Ascaris suum*

ABSTRACT: *Ascaris suum* is an intestinal roundworm passing eggs by faeces, which become infective during a period of 2-8 weeks in the soil mainly. With the objective to prevent infection in pigs, the effect of adding spores of an ovidical fungus (*Mucor circinelloides*) to on-farm feedstuff manufactured has been tested. Two groups of 8 piglets each were utilized in the current study, one receiving feedstuff with spores (G-M) and the other without them (G-C). Faeces of piglets were collected and placed into polypropylene cages for 30 days. Afterwards, the viability of *A. suum*-eggs in the G-C reduced by 10%, while in the piglets feeding spores a percentage of reduction of 60% was observed. It is concluded that addition of *Mucor* spores to the feedstuff provides a very useful tool for

destroying the eggs of this parasite in the faeces of infected pigs. In this way, infection of other pigs can be prevented.

Keywords: *Ascaris suum*, pigs, *Mucor circinelloides*, prevention.

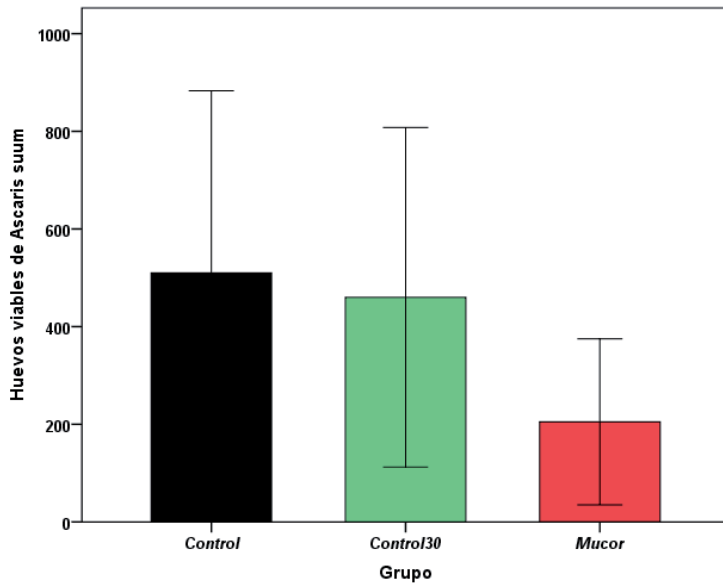


Figura 1. Recuentos de huevos de *A. suum* en las heces de cerdos alimentados con concentrado alimentario con esporas del hongo ovidica *Mucor circinelloides*.

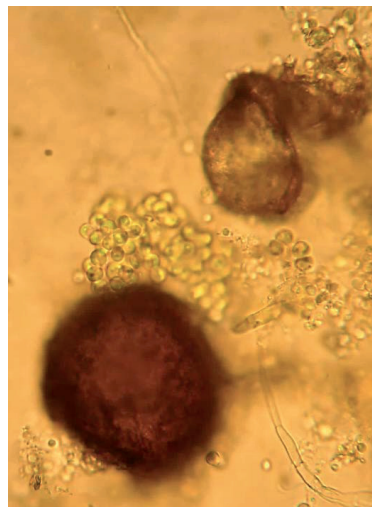


Figura 2. Huevos de *A. suum* a los 30 días de estudio. Izquierda: grupo testigo; Derecha: lechones alimentados con pienso con esporas de *Mucor* (2×10^9 / Kg).

POTENCIAL DE UN NUEVO PROBIÓTICO, *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* SUBSP. *INFANTIS*, FRENTE A *SALMONELLA* O ETEC K88 *COLI* EN LECHONES AL DESTETE

Barba-Vidal¹, E., Castillejos¹, L., Rivero², M., Moreno², J.A. y Martín-Orúe¹, S.M.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España

²Laboratorios Ordesa S. L., Parc Científic de Barcelona, 08028 Barcelona, España
Emili.Barba@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El incremento de resistencias microbianas provocó la prohibición por parte de la Unión Europea del uso de antibióticos como promotores de crecimiento (Eur-Lex, 2003) y una necesidad de reducir su uso a nivel mundial (Dewey et al., 1997; Pugh D., 2002). Desde entonces, el sector porcino busca alternativas a los antibióticos, entre las que destacan los probióticos como una forma de mejorar la resistencia de los animales a la enfermedad (Gallois, et al., 2009). Dos de las principales patologías que afronta hoy en día la producción porcina son la colibacilosis post-destete y la salmonelosis por sus implicaciones en la seguridad alimentaria.

En el presente trabajo se evalúa el potencial de un nuevo probiótico (*Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* CECT 7210) frente a dos patógenos digestivos (*Salmonella* Typhimurium y *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) K88) utilizando sendos modelos experimentales de enfermedad en lechones recién destetados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos (Ensayo 1. Salmonelosis; Ensayo 2. Colibacilosis). En cada uno, se utilizaron 72 animales de 24 y 21 (± 2) días de edad y $7,9 \pm 0,13$ kg y $6,8 \pm 0,55$ kg de peso vivo (PV), respectivamente. Los animales, de granjas con un elevado estado sanitario, se trasladaron a las instalaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona de nivel de bioseguridad 2. En el Ensayo 1 se seleccionaron animales de madres serológicamente negativas frente a *Salmonella* y en el Ensayo 2 de madres que no estuvieran vacunadas frente a *E. coli*.

Los animales se distribuyeron en 24 corrales y 4 grupos experimentales en un diseño 2x2 desequilibrado: con o sin probiótico, e inoculados o no oralmente con el patógeno: IC (infectados control, sin suplementación probiótica, n=8), IP (infectados suplementados con probiótico, n=8), NIC (no infectados control, sin suplementación probiótica, n=4) y NIP (no infectados suplementados con probiótico, n=4).

Las dietas fueron formuladas para satisfacer las necesidades de lechones al destete (De Blas et al., 2010) siendo las mismas para las dos pruebas y todos los tratamientos. El tratamiento probiótico fue administrado diariamente vía oral (10^9 UFC/ddía) durante todo el ensayo. No se administró tratamiento antibiótico en ninguno caso.

Cada ensayo duró 16 días. Tras una semana de adaptación, se realizó una doble-inoculación con *Salmonella* Typhimurium (2×10^9 y 6×10^9 UFC/d) (Ensayo 1) o ETEC K88 (5×10^9 y 6×10^{10} UFC/d) (Ensayo 2). Durante el periodo post-inoculación (PI) de 8 días, se controló el consumo y el peso de los animales, la clínica (consistencia fecal y temperatura) y se tomaron muestras fecales para microbiología. Los días 4 y 8 PI se muestreó sangre de un animal por corral para el análisis de citoquinas pro-inflamatorias (TNF α) y proteínas de fase aguda (PigMAP). Posteriormente, se sacrificó y muestreó el contenido intestinal para analizar los productos de fermentación (ácidos grasos volátiles (AGVs) y ácido láctico) y la presencia de patógenos (*Salmonella* en colon y heces en el primer ensayo, y enterobacterias y coliformes adheridos en raspados de mucosa ileal y heces en el segundo ensayo).

Se realizaron análisis de varianza utilizando el modelo general lineal o mixto de SAS (SAS Institute Inc., USA) excepto en las analíticas microbiológicas, donde se analizó las frecuencias de animales positivos mediante el test de Fisher. En caso de significación de efectos, las medias se separaron mediante el test de Tukey-Kramer utilizando el valor α para la significación en $P=0,05$ y tendencia hasta $P=0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

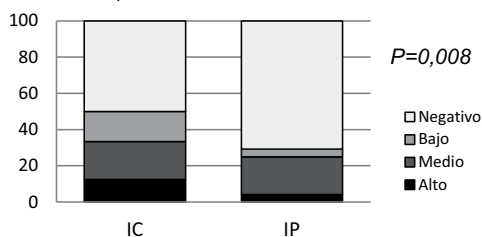
Durante la semana de adaptación, los animales mostraron un buen estado de salud. La inoculación produjo en ambos casos un cuadro clínico leve que no requirió tratamiento antibiótico ni el sacrificio humanitario de ningún animal.

En referencia a los datos productivos, en el ensayo con *Salmonella* la inoculación provocó una reducción en el consumo, la ganancia media diaria (GMD) y la eficiencia alimentaria (GMD: 118g infectados vs. 209g no infectados, $P < 0,001$) pero no en el ensayo con *E. coli* (GMD: 114g infectados vs. 120g no infectados, $P = 0,801$). No se observaron diferencias significativas asociadas al consumo del probiótico en ninguno de los dos estudios.

En los parámetros clínicos hubo un empeoramiento de la consistencia fecal ($P < 0,001$) con la inoculación de ambos patógenos e incrementos en la temperatura rectal en el caso de *Salmonella* (39,6°C infectados vs. 39,3°C no infectados a día 4 PI, $P = 0,005$). El tratamiento probiótico no contrarrestó los cambios clínicos observados.

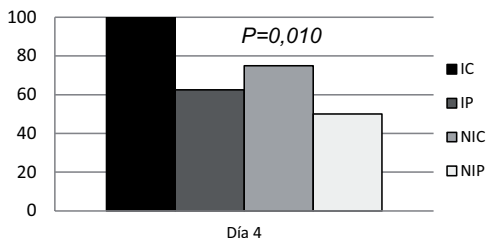
Sobre la excreción de patógenos decir que sólo los animales inoculados con *Salmonella* excretaron el patógeno de forma contable ($> 10^3$ UFC/g) y que el tratamiento probiótico produjo una reducción significativa de los niveles de excreción fecal de *Salmonella* tanto, en determinados días PI (día 3 PI; $P = 0,040$), como considerando todos los días en conjunto ($P = 0,008$; Figura 1). Por otra parte, en el ensayo de *E. coli* la inoculación no incrementó el recuento de coliformes ni de enterobacterias en la digesta ileal o colónica. Este resultado no sorprende al no ser éste un recuento específico de la cepa inoculada y concuerda con otros estudios similares (Bhandari et al., 2008). No obstante, la cepa que se inoculó fue caracterizada (Blanco et al. 1997), es fimbriada y al analizar los recuentos de bacterias adheridas a la mucosa ileal en el grupo infectado sí que se observó un aumento del porcentaje de animales con contajes $> 10^5$ UFC/g a día 4 PI (coliformes $P = 0,010$ y enterobacterias $P = 0,031$) (Figura 2). Este parámetro también disminuyó en los animales que recibieron el probiótico ($P = 0,010$; Figura 2).

Figura 1. Niveles de excreción de *Salmonella* considerando la totalidad del periodo post-inoculación (% total muestras analizadas).



Niveles: Negativo ($10 - 10^2$ UFC/g), Bajo ($10^3 - 10^4$ UFC/g), Medio ($10^4 - 10^5$ UFC/g), Alto ($10^5 - 10^6$ UFC/g). P-valores calculados con el test de Fisher ($n = 24$).

Figura 2. Coliformes adheridos a intestino. Porcentaje de animales con $> 10^5$ UFC/g a día 4 post-inoculación.



P-valores calculados con el test de Fisher. Grupos IC y IP, $n = 8$; NIP y NIC, $n = 4$.

En relación a los productos de la fermentación (Tabla 1) la inoculación provocó cambios en ambos ensayos. En el ensayo de *Salmonella* se redujo el total de AGVs a día 4 PI, mientras que en el ensayo con *E. coli* hubo un aumento de láctico y acético en el íleon a día 8 PI ($P = 0,076$ y $P = 0,051$, respectivamente). Por otro lado, el tratamiento probiótico produjo una interacción consistente en los dos ensayos donde el probiótico incrementó el total de AGVs en los no inoculados a día 4 PI y no así en los infectados, reduciéndolos numéricamente.

Finalmente, la respuesta inflamatoria también se vio modificada por la inoculación con un incremento en las citoquinas pro-inflamatorias TNF α en el día 4 PI en los dos estudios (Ensayo 1: 150,6 pg/ml en infectados vs. 90,16 pg/ml en no infectados, $P < 0,001$; Ensayo 2: 81,5 pg/ml en infectados vs. 57,0 pg/ml en no infectados $P = 0,003$) y en PigMAP en el ensayo de *Salmonella* (2,11 mg/ml en infectados vs. 0,81 mg/ml en no infectados, $P = 0,003$).

No se observaron cambios relevantes en estos parámetros relacionados con la administración del probiótico, exceptuando una interacción en las PigMAP en el Ensayo 2 a día 4 PI, donde se detectó una evolución distinta en función de que estuvieran inoculados o no (0,80 ; 0,92 ; 0,87 y 0,67 mg/ml DER=0,148 para IC, IP, NIC y NIP, respectivamente; P=0,022). Estos resultados podrían sugerir una reducción respuesta inflamatoria en los animales no infectados promovida por el probiótico que, sin embargo, no es evidente en los animales expuestos al patógeno. Esta respuesta sería también coherente con la evolución descrita previamente para los productos de fermentación que aumentan únicamente en el grupo no infectado.

Los resultados demuestran que *Bifidobacterium longum subsp. infantis* CECT 7210 podría reducir la colonización intestinal por *Salmonella* y ETEC durante procesos entéricos leves.

Tabla 1. Efecto sobre la concentración total de AGVs en el colon (mmol/kg) a distintos días post-inoculación (PI)

	Días PI	Tratamiento ¹					P-valor		
		IC	IP	NIC	NIP	DER	Inoculación	Probiótico	Interacción
Salmonella	4	116,5b	90,2b	123,3b	141,3a	17,49	0,001	0,587	0,008
	8	142,3	129,9	131,5	142,1	16,95	0,925	0,905	0,131
ETEC K88	4	130,7	124,2	113,9	130,4	14,57	0,409	0,435	0,082
	8	147,3	142,0	123,5	136,0	22,00	0,133	0,711	0,363

¹IC: infectados control, sin suplementación probiótica (n=8); IP: infectados suplementados con probiótico (n=8); NIC: no infectados control, sin suplementación probiótica (n=4); NIP: no infectados suplementados con probiótico (n=4). Las medias fueron calculadas con el LSMEANS y los p-valores obtenidos con el PROC GLM (SAS).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhandari et al., 2008. J. Anim. Sci. 86: 836–847
- Blanco et al., 1997. J. Clin. Microbiol. 35:2958–2963
- De Blas et al., 2010. FEDNA • Dewey et al., 1997. Prev. Vet. Med. 31:133–146
- Gallois et al., 2009. Animal 3: 1644–61
- Official Journal of the European Union. L 268
- Pugh D. 2002. Toxicol. Lett. 128: 35–44.

Agradecimientos: Financiado por Laboratorios Ordesa S.L. El presente trabajo forma parte del proyecto “INCOMES” (Programa INNPRONTA) subvencionado por el CDTI y el ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

EFFECT OF A NOVEL PROBIOTIC *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* SUBSP. *INFANTIS* IN PIGS EXPERIMENTALLY CHALLENGED WITH *SALMONELLA* OR *E. COLI*

ABSTRACT: A novel probiotic *Bifidobacterium longum subsp. infantis* CECT 7210 (Laboratorios Ordesa S.L.) was tested in two experimental models with *Salmonella* Typhimurium and ETEC K88 during 16 days. In each trial 72 piglets (24 pens, 3 piglets/pen) were distributed in a 2x2 unbalanced design: inoculated or not with pathogens and treated or not with the probiotic. Animal performance and clinical parameters were monitored before (8 days) and after the inoculation (8 days). Moreover, pathogen excretion, fermentation and immune response were monitored at slaughter at days 4 and 8 post inoculation (PI).

Inoculation provoked mild clinical outcomes and significant changes in many of the parameters studied. Probiotic treatment increased the total concentration of VFAs in the non inoculated animals. Acute phase proteins (PigMAP) were increased with the probiotic in the *Salmonella* inoculated animals and decreased in the non-inoculated (P=0.022). All these changes could be concomitant with reductions in the intestinal colonization by *Salmonella* or ETEC K88 with the probiotic treatment (P<0.05).

Keywords: probiotic, oral challenge, *Salmonella*, ETEC K88.

CUANTIFICACIÓN DE PESTICIDAS EN DIETAS PARA LA ALIMENTACION DE GANADO CAPRINO ELABORADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

Arco-Pérez, A., Yáñez-Ruiz, D.R., Ramos-Morales, E. y Martín-García, A.I.
Departamento de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC).
C/Profesor Albareda 1, 18008 Granada. ignacio.martin@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La sociedad española demanda, cada vez más, alimentos de calidad, que sean saludables y seguros, que provengan de sistemas de producción sostenibles y que además, en el caso de la ganadería, tengan en cuenta el bienestar animal. Teniendo en cuenta que la alimentación del ganado supone alrededor de un 70% de los gastos totales de producción, es necesaria la búsqueda de nuevas estrategias que contribuyan a minimizar tales costes. Entre estas estrategias se contempla la inclusión de subproductos agroindustriales locales que sustituyan ingredientes tradicionales. Adicionalmente, su uso supone un beneficio ambiental al reducirse su acumulación en el medio y, es más, algunos, como es el caso del tomate, han mostrado tener efecto antimetabogénico (Arco-Pérez et al., 2014; Romero-Huelva et al., 2012). Sin embargo, entre las reticencias que se pueden plantear al uso de subproductos está la posibilidad de que estos acumulen restos de productos fitosanitarios. El beneficio económico asociado al uso de determinados tratamientos agrícolas puede tener como contraprestación problemas de seguridad alimentaria, ya que el consumo de determinados pesticidas o de sus residuos se ha relacionado con el desarrollo de enfermedades como el cáncer, dolencias de corazón, Alzheimer y Parkinson (Alvarado y Pérez, 1998; Khaniki, 2007). Estudios como el de Tsiplakou y colaboradores (2010) ponen de manifiesto que incluso los piensos comerciales pueden no estar libres de estos compuestos. En los últimos años la Unión Europea ha establecido los pesticidas que obligatoriamente deben ser medidos en cereales y piensos animales por laboratorios europeos de referencia (UE N° 899/2012 de la Comisión Europea, de 21 de septiembre de 2012 y "Target Pesticide List for the EUPT-CF7 2014"). No obstante es muy reducido el número de estudios sobre la presencia de estos compuestos en ingredientes de dietas para el ganado que tengan en cuenta el empleo de subproductos. El objetivo de este trabajo fue la cuantificación de pesticidas tanto en dietas prácticas para ganado caprino lechero, como en los ensilados de subproductos agroindustriales empleados en su elaboración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se prepararon dos ensilados, uno de subproductos del olivar (EO) y otro de tomate (ET). El EO utilizado contenía hoja de olivo, alperujo resultante de la extracción de aceite de oliva, utilizado como materia prima en orujera, y harina de cebada, en la proporción 2:1:1 en materia fresca. El ET contenía destríos de tomate de invernadero (85%, en materia fresca), desechados por una empresa de distribución de hortalizas, y paja de cebada (15%). Ambos ensilados fueron elaborados mediante el prensado en balas cilíndricas (850 kg y 1,20 m x 0,90 m) recubiertas de plástico y empleados tras 70 días de maduración (pH $5,23 \pm 0,10$ y $3,91 \pm 0,76$, respectivamente para EO y ET). Se prepararon tres dietas experimentales, una dieta control elaborada con una Ración Totalmente Mezclada, elaborada a base de mezcla de granos y heno de alfalfa picada (RTM), heno de avena y glicerina (78:20:2, Control); una dieta con ensilado de tomate: RTM, ET y aceite de girasol (78:20:2, DET); y otra con ensilado de orujo: RTM, EO y aceite de girasol (78:20:2, DEO). Tanto de las tres dietas experimentales como de los ensilados se realizó una extracción de los pesticidas mediante el método QuEChERS (European Standard Method EN 15662, Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe). Posteriormente una alícuota de los extractos fue analizada por GCMS/MS, y la otra mediante LCMS/MS (Mastovska 2010, modificado). Se empleó un patrón multiresiduo que incluye 130 moléculas (Bruker Co, <http://www.bruker.com/es.html>). Dicho análisis fue realizado por el Servicio de Instrumentación Científica de la EEZ. Las concentraciones resultantes fueron comparadas con los límites máximos permitidos por la legislación europea antes citada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 130 compuestos contenidos en el patrón se detectó la presencia de 72, apareciendo

51 pesticidas en cantidades relevantes (Tabla 1). De estos, no fue posible la cuantificación de una manera precisa de 4 de ellos (Isoprotiolane, Isoproturon, Linuron y Malaoxon).

Tabla 1. Concentración de pesticidas detectados en ensilados y dietas experimentales.

Pesticida (µg/kg)	EO	Dieta EO	ET	Dieta ET	Control
2-Fenil-fenol ¹	13,5*	15,0*	17,0*	20,3*	16,4*
Acetamiprid ²	11,5*	1,70	9,30	N.D.	0,40
Azinfos-etil ²	N.D.	N.D.	14,1*	N.D.	N.D.
Azoxistrobina ²	44,0*	<LD	24,5*	<LD	N.D.
Carbofurano ²	N.D.	N.D.	15,0*	N.D.	N.D.
Carboxin ²	4,50	N.D.	<LD	<LD	<LD
Clorpirifos ¹	11,4	111*	7,90	109*	126*
Clorpirifos metil ¹	N.D.	13,1*	N.D.	11,3*	N.D.
Clotianidina ²	N.D.	N.D.	4,20	N.D.	N.D.
Cipermetrina ¹	N.D.	131*	N.D.	95,7*	90,5*
Ciprodinilo ¹	N.D.	N.D.	92,4*	19,3*	N.D.
Difenoconazol ²	<LD	<LD	25,2*	<LD	<LD
Diflufenican ¹	11,5*	7,00	N.D.	N.D.	N.D.
Epoxiconazol ²	<LD	<LD	30,0*	<LD	<LD
Espiroxamina ²	<LD	<LD	12,2*	<LD	<LD
Etofenprox ¹	N.D.	39,2*	41,5*	28,5*	24,2*
Fenhexamida ²	<LD	<LD	16,5*	<LD	<LD
Fenitrotión ²	N.D.	N.D.	3,60	N.D.	N.D.
Fenpropimorf ²	N.D.	N.D.	3,00	<LD	N.D.
Fention-sulfona ²	6,60	N.D.	2,70	N.D.	N.D.
Fention-sulfoxido ²	N.D.	N.D.	12,5*	N.D.	N.D.
Fludioxonil ¹	N.D.	N.D.	130*	38,1*	N.D.
Fluquinconazol ²	N.D.	N.D.	18,0*	N.D.	N.D.
Flutriafol ²	<LD	<LD	39,0*	2,10	<LD
Fosfamidón ²	N.D.	N.D.	12,3*	N.D.	N.D.
Imazalil ²	N.D.	N.D.	12,0*	N.D.	N.D.
Iprodiona ²	<LD	<LD	18,6*	<LD	<LD
Isoproturón ²	N.D.	N.D.	11,7*	<LD	N.D.
Linurón ²	N.D.	N.D.	12,3*	N.D.	N.D.
Malaoxon ²	2,50	2,90	6,50	N.D.	N.D.
Malatión ²	<LD	<LD	14,4*	<LD	<LD
Metconazol ²	<LD	<LD	32,1*	<LD	<LD
Metacrifos ²	21,2*	N.D.	4,50	N.D.	N.D.
Oxifluorfen ¹	359*	93,3*	18,3*	N.D.	N.D.
Paclbutrazol ²	<LD	N.D.	38,7*	<LD	<LD
Pencicurón ²	<LD	<LD	12,0*	N.D.	N.D.
Pirimifos metilo ¹	N.D.	11,5*	N.D.	9,60	10,7*
Piraclostrobina ²	N.D.	N.D.	<LD	N.D.	N.D.
Pirimetanil ¹	N.D.	N.D.	27,4*	12,6*	10,2*
Quinoxifen ²	<LD	<LD	14,1*	<LD	<LD
Tebuconazol ²	14,5*	239*	68,1*	289*	161*
Tetraconazol ¹	N.D.	N.D.	7,50	6,20	6,00
Tiacloprid ²	N.D.	N.D.	10,2*	N.D.	N.D.
Tiametoxam ²	34,3*	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Triadimefon ²	3,1	<LD	16,5*	2,20	<LD
Triadimenol ²	<LD	<LD	46,5*	<LD	<LD
Triticonazol ²	<LD	<LD	28,5*	<LD	<LD

*Dietas que superan el límite máximo permitido (10 µg/kg, excepto para Chlorpyrifos que es de 20 µg/kg) por la "Target Pesticide List for the EUPT-CF7 2014". <LD: bajo el límite de detección; N.D.: no detectado ¹Pesticidas determinados mediante GCMS/MS. ²Pesticidas determinados mediante LCMS/MS.

En el ensilado de tomate aparecen un total de 40 sustancias cuantificadas, de las que 30 superan los límites permitidos, mientras que en el EO son 8 los compuestos de los 13 cuantificados los que superan tales límites. A pesar de estar elaborada con ingredientes comerciales para ganadería, la dieta control contenía 9 pesticidas diferentes, de los que 7 superaban los límites legales. Ocho pesticidas del ET son también detectados en la dieta DET, de los que 5 superan los 10 µg/kg. Otros 4 compuestos encontrados en DET parecen tener su origen en los ingredientes de la dieta Control, tres de ellos con valores por encima de los permitidos. En cuanto al número de pesticidas en la dieta DEO que pueden tener su origen en el EO es de 5, de los que 2 exceden los 10 µg/kg. Otros 5 compuestos diferentes encontrados en la dieta DEO parecen proceder de los ingredientes de la dieta Control, todos con valores por encima de los permitidos. Es difícil explicar la presencia de Chlorpirifos metil en las dietas experimentales (DEO y DET), ya que no se detectó en ninguno de los ensilados ni en la dieta control. Una posible explicación del hecho observado podría radicar, de manera combinada, en la alta liposolubilidad de estos compuestos y que las dietas DEO y DET fueron adicionadas con aceite de girasol, en el que estudios recientes han detectado pesticidas de esta naturaleza en cantidades apreciables (Melnichuk et al., 2013). De manera similar, el Tebuconazol es el contaminante mayoritario en las dietas DET y DEO, y con concentraciones muy superiores a las detectadas en sus ingredientes (ET y EO, respectivamente y dieta Control). Aun así, Tsiplakou et al. (2010) pusieron de manifiesto que, a pesar de encontrar pesticidas en piensos comerciales para caprino lechero que superaban ampliamente los límites legales, la leche producida por estos animales no mostró contaminación por dichas sustancias. En el caso del ET, una forma de disminuir la carga de pesticidas podría ser el lavado del fruto antes de la elaboración del ensilado, solución que no resultaría viable para los subproductos del olivar. Estos resultados muestran la presencia de algunos pesticidas en niveles elevados tanto en subproductos como alimentos convencionales. Sería interesante estudiar si la ingesta continuada de las dietas descritas pudiese tener algún efecto negativo para la salud y el bienestar del animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alvarado, Y. & Pérez, C. A. 1998. *Interciencia* 23: 20-25. • Arco-Pérez, A., et al. 2014. *Anim. Prod. Sci.* 54:10. • Khaniki, G. R. 2007. *Int. J. Dairy Sci.* 2 (2): 104-115. • Mastovska, K., et al. 2010. *J. Agric. Food Chem.* 58: 5959–5972. • Melnychuk, S., et al. 2013. *Potravinarstvo* 7: 45-52. • Raikwar, M.K. & Nag, S.k. 2003. *Indian Chemical Society*, p. D4. • Romero-Huelva, M., et al. 2012. *J. Dairy Sci.* 95:6015-6026. • Tsiplakou, E., et al. 2010. *Chemosphere* 80: 504-512. • Walorcsyk, S. & Drozdzyński, D. 2012. *J. Chromatogr. A* 1251: 219-231.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (Proyecto AGL2011-27218) y la Comisión Europea (FP7-SOLID 266367).

PESTICIDES QUANTIFICATION IN GOATS DIETS BASED ON AGROINDUSTRIAL BYPRODUCTS

ABSTRACT: The inclusion of local crop residues and agro-industrial by-products in ruminants' diet has environmental and economic benefits. However, most cultivated plants used as foods are grown using pesticides. The aim of this work was to study the presence of pesticides in two experimental diets made with tomato surplus silage (TS) and olive oil byproducts silage (OS). Three experimental diets were elaborated: Total Mixed Ratio (TMR), oat hay and glycerine (78:20:2, Control diet); TMR, TS and SFO (78:20:2, TSD); TMR, OS and SFO (78:20:2, OSD). Samples of TS, OS and TSD, OSD and Control diets were analysed by HPLC-MS and CG-MS to determine concentration of 130 pesticides and compare them with legal limits. Pesticides that exceeded legal limits were found in by-products silages and experimental diets, included Control diet which was made only with commercial ingredients. It is difficult to explain the presence of some pesticides or the detected value of them.

Keywords: pesticides, silages, by-products, ruminant nutrition.

DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA Y LAS FRACCIONES DE FIBRA DE FORRAJES DE BAJA CALIDAD TRATADOS CON ENZIMAS EXÓGENAS

López-Aguirre, D., Vázquez-Armijo, J.F., Salem, A.Z.M., Hernández-Meléndez, J., Rojo, R. y Limas, A.G.

Centro Universitario UAEM Temascaltepec-Universidad Autónoma del Estado de México.
Km. 67.5 Carretera Federal Toluca-Tejupilco, 51300, Temascaltepec, México.
d.lopezaguirre@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los alimentos fibrosos, que contienen elevadas concentraciones de celulosa y hemicelulosa, pueden crear un complejo de carbohidratos estructurales y lignina que reducen la digestibilidad de los carbohidratos y así reducir la utilización eficiente de los forrajes para los rumiantes. Las mejoras en la producción de rumiantes con enzimas exógenas son atribuidas generalmente a un aumento en la digestión ruminal de la fibra, pero el mecanismo por el cual se produce este aumento no se conoce totalmente. Algunos mecanismos han sido propuestos, incluidos los efectos pre-ingestivos y ruminales, como la hidrólisis directa, los cambios estructurales en la fibra, incremento en la adherencia microbiana a las partículas de alimento, estimulación del crecimiento de poblaciones microbianas y sinergia con las enzimas microbianas ruminales (Beauchemin et al., 2003; Colombatto et al., 2003). En rumiantes principalmente se han usado xilanasas y celulasas (Pinos-Rodríguez et al., 2005), aunque existen algunas evaluaciones experimentales de fitasas y amilasas (Buendía et al., 2010). Sin embargo, el efecto de la adición de las enzimas exógenas se ve influenciado por factores tales como la composición de la dieta, tipo de preparado enzimático, estabilidad de la enzima, las actividades enzimáticas específicas, método de aplicación y la cantidad de enzima añadida (Morgavi et al., 2001). El objetivo de este estudio fue evaluar la adición de celulasas y xilanasas sobre la degradabilidad *in vitro* de la materia seca y las fracciones de fibra de forrajes de baja calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La fermentación ruminal *in vitro* fue realizada de acuerdo a la técnica descrita por Theodorou *et al.* (1994) con modificaciones de Mauricio *et al.* (1999). Se pesaron por triplicado 500 mg de materia seca (MS) de cada sustrato forrajero (rastrajo de maíz, heno de avena y hoja de mazorca) en botellas de 160 ml de capacidad. Como tratamientos se agregaron productos enzimáticos: uno con actividad celulasa (Dyadic® celulasa PLUS), uno con actividad xilanasas (Dyadic® xilanasas PLUS) y la combinación 1:1 de ambos. Cada preparado enzimático fue adicionado a 1 µl/g de MS y se incluyó un tratamiento control (sin enzima). Tres horas después de la agregación de las enzimas, se adicionaron 40 ml de solución buffer (Mauricio *et al.*, 1999) a cada una de las botellas, y se almacenaron a 20-22°C por 17 h (Colombatto *et al.*, 2007), así el tiempo total de interacción sustrato-enzima fue de 20 h. Posteriormente, 10 ml de líquido ruminal fueron añadidos a cada botella. El líquido ruminal se obtuvo de cuatro corderos fistulados, el cual se filtró a través de cuatro capas de gasa y se mantuvo a 39 °C. Las botellas fueron mantenidas a 39 °C durante 48 h. Al final de la incubación (48 h), el contenido de cada botella fue filtrado para estimar la desaparición de la materia seca (DMS). El contenido de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) se analizó en un analizador de fibra ANKOM²⁰⁰ (ANKOM Technology, Macedonia, NY EE.UU.) utilizando la metodología de Van Soest et al. (1991). Los valores medios de materia seca, FND, FAD, Hemicelulosa y proteína bruta (PB) aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de los forrajes utilizados en el ensayo

	MS (%)	FND	FAD	Hemicelulosa	PB
Rastrojo de maíz	95,8	728,2	453,8	274,4	51,6
Heno de avena	91,0	690,6	423,0	267,6	70,4
Hoja de mazorca	93,2	818,8	390,2	428,6	23,8

MS: Materia seca; FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; PB: Proteína bruta

El contenido de hemicelulosa (HCEL) fue calculado a partir de la diferencia entre FND y FAD. La degradabilidad de las fracciones de fibra fue calculada (DFDN, DFDA y DHCEL,

respectivamente). Los datos de degradabilidad ruminal *in vitro* fueron analizados usando un diseño factorial 2 x 4 (tratamientos 3 sustratos forrajeros x 4 tratamientos enzimáticos) utilizando la opción "GLM" de SAS (2002). Se utilizó la prueba de Tukey para separar las medias en caso de interacciones significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto de la adición de enzimas exógenas sobre la degradabilidad *in vitro* de forrajes de baja calidad se muestra en la Tabla 2. Varios estudios han demostrado que la adición de preparados enzimáticos a la alimentación de rumiantes han aumentado la digestión de la MS y fibra, medido *in situ*, *in vitro* o *in vivo* (Gado *et al.*, 2011). La DMS fue afectada por la interacción entre el forraje y la enzima (P=0,05). La degradabilidad de la FND y FAD sólo se vio afectada por el tipo de forraje (P<0,001). La degradabilidad de la hemicelulosa fue afectada por el tratamiento enzimático (P<0,05) y el forraje (P<0,001). Esto podría indicar que las enzimas aumentaron el material fermentable (Colombatto *et al.*, 2003). Giraldo *et al.* (2004) demostraron que el tratamiento previo de los piensos con enzimas exógenas, antes de la incubación con el líquido ruminal, aumentaban los efectos benéficos de las enzimas sobre la fermentación ruminal. Algunos autores han sugerido que esto podría ser debido a la formación de un complejo enzima-sustrato estable (Kung *et al.*, 2000), pero otros autores han sugerido la posibilidad de alteración en la estructura de la fibra, lo que estimularía la colonización microbiana (Nsereko *et al.*, 2000; Giraldo *et al.*, 2007). El sustrato forrajero afectó la DMS y la degradabilidad de las fracciones fibrosas (FND, FAD y hemicelulosa). Este efecto podría ser debido a diferencias en las estructuras de la pared celular de los forrajes. Yu *et al.* (2005) encontraron que las respuestas de heno de alfalfa, paja de trigo y cáscaras de avena con un aditivo de múltiples enzimas difieren, por lo que concluyeron que un preparado multi-enzimático era más eficaz para cáscaras de avena.

Tabla 2. Degradabilidad (mg/g MS) ruminal *in vitro* de la materia seca (DMS) y fracciones de fibra (DFDN, DFDA y DHCEL) de forrajes de baja calidad tratados con diferentes productos enzimáticos

Forraje	Enzima ¹	DMS	DFDN	DFAD	DHCEL
Rastrojo de Maíz	Control	297,7 abc	204,0	159,3	277,8
	Celulasa	324,7 a	207,3	184,7	244,8
	Xilanasas	317,2 ab	208,4	174,6	264,2
	Celulasa:xilanasas (1:1)	316,9 ab	206,5	165,4	274,5
Heno de avena	Control	321,9 a	125,2	99,4	165,8
	Celulasa	319,2 a	136,7	105,7	185,8
	Xilanasas	281,0 abc	101,9	113,3	83,6
	Celulasa:xilanasas (1:1)	279,6 abc	87,0	53,8	139,3
Hojas de mazorca	Control	247,0 c	176,9	104,8	242,4
	Celulasa	283,4 abc	210,9	127,1	287,2
	Xilanasas	251,5 bc	177,4	109,2	239,5
	Celulasa:xilanasas (1:1)	295,1 abc	218,2	118,7	308,8
EEM		5,381	8,146	7,096	12,086
Nivel de significación					
	Enzima (E)	NS	NS	NS	*
	Forraje (F)	***	***	***	***
	F x E	*	NS	NS	NS

NS: P>0,05; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001;

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (P<0,05)

Los resultados sugieren que la aplicación de enzimas exógenas tiene potencial para modificar la degradabilidad de la hemicelulosa de forrajes de baja calidad, pero la mayoría

de los resultados dependen del tipo de forraje y de la interacción entre el forraje y la enzima utilizada. Sin embargo diversos productos con efectos diversos están disponibles, por lo tanto se requiere un análisis cuidadoso de los resultados para identificar los aditivos eficaces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beauchemin, K.A., Colombatto, D., Morgavi, D.P. & Yang, W.Z. 2003. J. Anim. Sci. 81: E37-E43.
- Buendía, G., Mendoza, G.D., Pinos, J.M., González, S., Aranda, E., Miranda, L. & Melgoza, L. 2010. Ital. J. Anim. Sci. 9(E36): 187-189.
- Colombatto, D., Mould, F.L., Bhat, M.K. & Owen, E. 2003. Anim. Feed Sci. Technol. 107: 201-209.
- Colombatto, D., Mould, F.L., Bhat, M.K. & Owen, E. 2007. Anim. Feed Sci. Technol. 137: 150-162.
- Gado, H.M., Salem, A.Z.M., Odongo, N.E. & Borhami, B.E. 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 165: 131-136.
- Giraldo, L.A., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. & Carro, M.D. 2004. J. Anim. Feed Sci. 13: 63-66.
- Giraldo, L.A., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. & Carro, M.D. 2007. Br. J. Nutr. 98: 753-761.
- Kung, L., Treacher, R.J., Nauman, G.A., Smagala, A.M., Endres, K.M. & Cohen, M.A. 2000. J. Dairy Sci. 83: 115-122.
- Mauricio, R.M., Mould, F.L., Dhanoa, M.S., Owen, E., Channa, K.S. & Theodorou, M.K. 1999. Anim. Feed Sci. Technol. 79: 321-330.
- Morgavi, D.P., K.A. Beauchemin, V.L. Nsereko, L.M. Rode, T.A. McAllister, A.D. Iwaasa, Y. Wang & W.Z. Yang. 2001. J. Anim. Sci. 79: 1621-1630.
- Nsereko, V.L., Morgavi, D.P., Rode, L.M., Beauchemin, K.A. & McAllister, T.A. 2000. Anim. Feed Sci. Technol. 88: 153-170.
- Pinos-Rodríguez, J.M., González, S.S., Mendoza, G., García, J.C., Miranda, L. & de la Cruz, V. 2005. Interciencia 30: 752-757.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. & France, J. 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B. A., 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Yu, P., McKinnon, J.J. & Christensen, D.A. 2005. J. Anim. Sci. 83: 1133-1141.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero de la IAEA, Vienna, Austria, Numero de contrato de investigación MEX16307 (D3.10.27 Coordinated Research Project).

DRY MATTER AND FIBRE DEGRADABILITY OF LOW QUALITY FORAGES TREATED WITH EXOGENOUS ENZYMES

ABSTRACT:

An *in vitro* experiment was carried out to evaluate of enzyme application on the fermentation of roughages. Two enzyme products with cellulase and xylanase activity and the combination of both products were applied in triplicate to corn stover, oat hay and cob leaves. Bottles with 500 mg of DM, 40 ml of buffer solution and 10 ml of ruminal fluid were incubated at 39°C for 48h. Dry matter (DM) degradability (DMD) was determined at the end of incubation. The residue of 48 h of incubation was analyzed for NDF and ADF. Hemicellulose content was calculated as the difference between NDF and ADF. Fibre degradability fractions were calculated. Data were analyzed using a factorial design 3 x 4 (3 forage species x 4 enzyme treatments). The DMD was affected ($P=0,05$) by the interaction between the forage and enzyme. Hemicellulose degradability was affected by the enzyme treatment ($P<0,05$) and roughage ($P<0,001$), while the NDF and ADF degradability were only influenced by the forage type ($P<0,001$). The results suggest that application of exogenous enzymes has the potential to alter hemicellulose degradability of low quality forages, but most of the results depend on the forage type and the interaction between the forage type and the enzyme used.

Keywords: enzymes, fibre degradability, forages.

Estudio del valor nutritivo del ensilado de grano de maíz inmaduro [pastone] para raciones de terneros: Composición bromatológica, fermentación y cinética de producción de gas.

Sedó, F., Seradj, A. R., Mora, J., Cortés, X., Villalba, D., y Balcells, J.
Departament de Producció Animal ETSEA, Universidad de Lleida. 25198 Lleida. España.
E-mail: balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales ingredientes en las raciones destinadas al engorde de terneros y se utiliza mayoritariamente en forma de grano en raciones concentradas o, tras ensilar la planta entera, en raciones forrajeras tipo mezcla destinadas a rumiantes. Una tercera posibilidad es la de ensilar el grano inmaduro, este producto se conoce comúnmente como "pastone" y el procedimiento consiste en ensilar el grano húmedo, sólo o con la mazorca cuando el grano se encuentra en estado lechoso, desechando la parte vegetativa de la planta. La utilización en alimentación animal de este tipo de ensilado se ha incrementado de forma notable en Europa (Francia, Alemania y Dinamarca) aunque mayoritariamente este aumento se ha descrito en ganado porcino (Danel et al., 2013). La ventaja de utilizar "pastone" radica en conseguir un producto de elevada concentración energética, superior al grano, con las ventajas técnicas que implica una cosecha temprana, esto es, la posibilidad de combinarla con un cultivo de primavera (doble cosecha, i.e. raigrás, cebada, etc). No obstante, y previa a su utilización en terneros, sus características bromatológicas y su valor nutritivo deben ser establecidos. Por ello el objetivo del presente trabajo es determinar la composición bromatológica, las características de la fermentación ruminal y la digestibilidad *in vitro* de ensilado de maíz inmaduro "pastone" en sus diferentes presentaciones cuando son utilizadas en raciones de terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los alimentos analizados fueron, respectivamente, maíz grano (MG), ensilado de maíz (EM: planta entera, picada y ensilada en silo trinchera), ensilado de grano inmaduro, *pastone* (PST: maíz grano en estado lechoso, picado y ensilado en silo trinchera) y finalmente *pastone integral* (PST incluyendo la mazorca ensilado en bolsas). Los diferentes productos se obtuvieron en diferentes explotaciones comerciales. Tras su liofilización se determinó su composición bromatológica (AOAC, 1999), posteriormente se determinó la cinética de producción de gas (Fondevila y Espes, 2008) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (Menke, 1979). La cinética de producción de gas se determinó a partir de cinco tandas o series de incubación, utilizando cinco terneros como donantes que fueron alimentados con una dieta basada en forrajes y *pastone*. El líquido ruminal que fue obtenido inmediatamente tras el sacrificio y filtrado a través de una gasa doble de quersería. Cinco botellas (120 ml) fueron utilizadas por alimento y rellenadas con 80 ml de una solución de incubación que incluía el inóculo ruminal (20%), macrominerales (17%), buffer (17%), una solución reductora (3,45%) y agua destilada. La mezcla fue preparada en ambiente no oxidante mediante un burbujeo constante de CO₂ siguiendo el procedimiento descrito por Mould et al. (2005). Para determinar las características de la fermentación de los diferentes sustratos 600 mg MS de cada alimento fueron añadidos a las botellas que fueron cerradas inmediatamente con tapones de butilo-aluminio e incubadas a 39 ± 1° C en agitación constante. La producción de gas se determinó a partir de la presión del espacio de cabeza (manómetro TP704 DELTA OHM, Italia) a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 y 96 horas incubación. Previamente se estableció la relación presión-volumen del gas emitido. Una muestra de la solución inicial (T=0), y posteriormente una de las botellas de cada tratamiento fue abierta a las 12, 24, 48, 72 y 96 horas de incubación, respectivamente, determinándose el pH y tras filtrar su contenido (1 mm Ø), se procedió a muestrear el filtrado para determinar su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV). La cinética de producción de gas se ajustó de forma iterativa (programa SAS NLIN) para el modelo propuesto por McDonald (1981), modificado como: $y = a (1 - e^{-b(t-c)})$, donde "y" representa la producción acumulada de gas (ml); "a" es el potencial máximo de producción (ml/g MS); "b" es el ritmo fraccional de producción (ml / h); y "c" es el tiempo de retraso (h). Tanto los parámetros correspondientes a la cinética de degradación (a, b y c) como la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se analizaron estadísticamente mediante un modelo mixto que incluía el alimento y la tanda

como efectos fijos, considerando la botella como efecto aleatorio. El nivel de significación se situó en el 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen escasas referencias en relación al contenido energético y proteico de este tipo alimentos derivados del maíz. En cerdos su incorporación a las raciones parece mejorar la digestibilidad ileal y fecal (Danel et al., 2013) mientras que en pollos podría resultar una alternativa al maíz convencional (Saldanha et al., 2006). En la Tabla 1 se presenta la composición bromatológica de los alimentos analizados. El pastone en relación al maíz en grano mostró una menor concentración de proteína bruta y fibra. Al incluir la mazorca se incrementa el contenido en fibra y se reduce, proporcionalmente el resto de componentes.

Tabla 1. Composición bromatológica, cinética fermentación, producción de gas y digestibilidad de la materia orgánica obtenida a partir de la incubación "in vitro" de maíz grano (MG), ensilado de maíz (EM), ensilado de maíz inmaduro sin (PST) o con mazorca (PST+M) en inóculos ruminales procedentes de terneros en cebo.

Ítem	Alimentos				Eem ¹	P-Valor
	MG	PST	PST+M	EM		
Composición química						
Materia seca (MS)(%)	87,6	66,3	49,5	36,6	--	--
Proteína bruta (%)	10,1	8,7	7,1	8,2	--	--
Materia orgánica (%)	98,5	98,2	98,3	95,2	--	--
Fibra neutro detergente (%)	6,3	4,1	13,3	36,7	--	--
Fibra ácido detergente (%)	1,1	0,8	5,5	20,2	--	--
Cinética de producción de gas						
a (ml/g MS)	302,5 ^a	329,3 ^a	295,5 ^a	227,9 ^b	11,03	0,01
b (ml / h)	0,1 ^b	0,2 ^a	0,2 ^{ab}	0,1 ^b	0,02	0,01
c (h)	-0,1	0,7	-0,4	-0,7	0,58	0,39
Ácidos grasos volátiles						
Producción de AGV (mM)	37,9 ^{ab}	41,2 ^a	40,6 ^a	34,7 ^b	2,26	0,01
Acetato/propionato	2,8 ^b	3,0 ^a	3,2 ^a	3,1 ^a	0,15	0,01
Digestibilidad <i>in vitro</i>						
Materia Orgánica (%)	59,8 ^b	70,8 ^a	64,1 ^b	52,1 ^c	1,52	0,01

¹error estándar de la media

La composición bromatológica del pastone se reflejó en su fermentación microbiana, así el pastone incrementó el ritmo fraccional de producción (b) en relación al maíz grano (P<0,05) y numéricamente, los niveles de producción potencial así como los niveles de producción de AGV. El pastone indujo un tipo de fermentación más acética que la que indujo el maíz grano y ello se manifestó en una relación acetato:propionato superior en el grano inmaduro ensilado (P<0,05).

El pastone integral tuvo tasas de producción de gas inferiores (Figura 1) pero no modificó los niveles de producción gas ni los niveles de fermentación del sustrato (mmol AGV/g MS) comparándolo con el pastone. Las tasas Acético:Propiónico no difirieron entre el ensilado de maíz, pastone y pastone integral.

Las variaciones en la composición bromatológica y la cinética de producción de gas registradas se reflejaron en los niveles de digestión de la materia orgánica *in vitro* que fue superior en el caso del pastone, cuando esta se comparó con el pastone integral, ensilado de maíz y el maíz en grano (P<0,05). Ello implicaría que el pastone (ensilado del grano inmaduro) permitiría incrementar los niveles de fermentación ruminal y la digestibilidad de la materia orgánica, lo que equivaldría a un incremento en los niveles estimados de energía metabolizable del alimento, así a partir de las ecuaciones propuestas por Menke (1979) el pastone mostraría un contenido energético superior (3,7 Mcal EM/kg MS) al estimado con el maíz en grano (3,4 Mcal EM/kg MS).

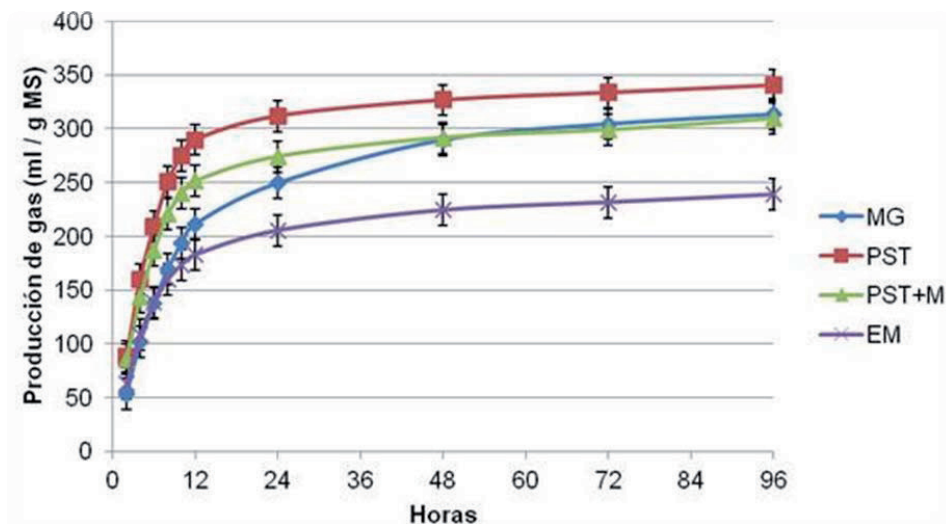


Figura 1. Curva de producción de gas de los alimentos analizados. MG: maíz grano; PST: pastone; PST+M: pastone integral; EM: ensilado de maíz

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 1999. AOAC International
- Danel, J. et al. 2013. EAAP , August 26-30. Nantes, France.
- Fondevila, M. et al., 2008. Anim. Feed Sci. Technol.,144,p. 196-211.
- Krishnamoorthy, U. et al. 1995. Anim. Feed Sci. and Tech 52, 177-188.
- Menke K H, 1979, J. Agric. Sci.93: 217-222.
- Mould, F.L. et al. 2005. Anim. Feed Sci. Technol, 123-124, p. 155-172.
- Saldanha, et al. 2006. Rev. Bras. de Cien. Avic. 8 (2): 113–18
- Theodorou et al. 1994. Anim. Feed Sci. and Tech, 48, 185-197.

NUTRITIVE VALUE OF HIGH-MOISTURE MAIZE GRAIN SILAGE [PASTONE] IN CALVES RATION: BROMATOLOGICAL COMPOSITION, FERMENTATION AND GAS PRODUCTION KINETICS.

ABSTRACT: The Corn grain (CG) mostly is used in concentrate diets and the silage of the whole plant (SWP) as a roughage source in ruminant nutrition. The third possibility would consist of using the silage of the immature high-moisture corn grain (HMCG: A.K.A *pastone*) as a way to obtain high energy product and to reduce plant vegetative cycle. The aim of the presented assay is to evaluate *in vitro* the nutritive value of HMCG and HMCG+cob and compare them against CG and SWP in growing steers. In relation to CG, the HMCG (*pastone*) showed lower concentration of CP, EE and fiber and higher NFE. Moreover HMCG showed higher level of gas and VFA production as well as *in vitro* OM digestibility. Harvesting and ensiling the immature corn allows reducing corn crop cycle and provide higher energy content than CG.

Keywords: gas production, high-moisture corn grain silage, corn silage.

EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE HARINA DE GIRASOL CON ÁCIDO MÁLICO Y CALOR SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO Y FERMENTACIÓN *IN VITRO*

Vanegas, J. L., Carro, M. D., Alvir, M.D. y González, J.

Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. javier.gonzalez@upm.es

INTRODUCCIÓN

La baja eficiencia de utilización de la proteína por los animales rumiantes puede mejorarse reduciendo la degradación ruminal de las proteínas mediante diferentes tratamientos, entre los que destacan por su eficacia los tratamientos con calor y con ácidos. En algunos estudios anteriores (Arroyo *et al.*, 2011, 2013) se ha comparado la eficacia de diferentes ácidos como protectores de la proteína de la harina de girasol y se ha observado una mayor efectividad del ácido málico frente a otros ácidos. Por otra parte, diferentes trabajos han constatado la eficacia del ácido málico como aditivo para estimular la fermentación ruminal de diferentes alimentos y reducir la producción de metano (CH₄) (Carro *et al.*, 1999; Carro y Ranilla, 2003). Sin embargo, no existen estudios que hayan analizado conjuntamente ambos efectos del tratamiento con ácido málico. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto del tratamiento de la harina de girasol con ácido málico y calor sobre la producción de CH₄ y la concentración de NH₃-N (como parámetro indicativo de la degradación proteica) durante la fermentación ruminal *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se utilizó harina de girasol (HG) molida a través de una criba de 1 mm de paso. Parte de la muestra utilizada se pulverizó con una solución 1M de ácido málico (400 ml/kg) y se introdujo en una estufa a 150°C durante 1 (HG1) o 3 horas (HG3). La composición química de las tres muestras obtenidas se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química¹ (g/kg materia seca) de los alimentos empleados

Harina de girasol	MO	PB	FND	FAD	LAD	NIND	NIAD
Sin tratar	927	359	490	275	88,2	89,8	17,5
Tratada con ácido málico a 150 °C 1 hora	932	337	466	261	84,5	98,3	16,5
Tratada con ácido málico a 150 °C 3 horas	930	343	633	275	110	246	46,8

¹MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente; NIND: nitrógeno insoluble en solución neutro detergente; NIAD: nitrógeno insoluble en solución ácido detergente.

Cada una de las muestras se fermentó *in vitro* con líquido ruminal procedente de cuatro ovejas fistuladas que recibían una dieta compuesta por heno de alfalfa y concentrado en proporción 2:1 administrada en dos partes iguales a las 09:00 y 17:00 h. Las incubaciones *in vitro* se llevaron a cabo en viales de vidrio (115 ml) en los que se pesaron 300 mg de materia seca de las tres muestras. El contenido ruminal extraído de cada animal se filtró a través de cuatro capas de gasa y se trasladó inmediatamente al laboratorio. Como medio de cultivo se utilizó una modificación del medio descrito por Goering y Van Soest (1970), que consistió en la sustitución de (NH₄)HCO₃ por NaHCO₃ y la no inclusión de tripticasa para que el medio no aportase N. El fluido ruminal se mezcló con el medio de cultivo en una relación 1:4 (vol/vol) a 39 °C bajo gaseado continuo con CO₂, dosificándose 30 ml de la mezcla en cada vial mediante una bomba peristáltica (Watson-Marlow 520UIP31).

Para cada muestra e inóculo se utilizaron dos viales, que se cerraron herméticamente y se incubaron a 39 °C durante 16,5 horas (equivalente a una velocidad de paso a través del rumen de 0,060/h). Adicionalmente se incluyeron viales sin sustrato (blancos; 2 por inóculo) para corregir por la producción de gas procedente del inóculo. Las incubaciones se realizaron utilizando el inóculo de cada oveja por separado, para obtener cuatro réplicas por tratamiento.

Al finalizar la incubación, en cada vial se midió la presión y el volumen de gas producido y se tomó una muestra (15 ml) para analizar su contenido en metano (CH₄). Tras medir el pH del contenido de los viales se tomaron muestras para el análisis de su concentración en nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y ácidos grasos volátiles (AGV) siguiendo los procedimientos descritos por Martínez *et al.* (2010). Finalmente, el contenido de cada vial se filtró a través de crisoles provistos de una placa porosa, los cuales se secaron en estufa (100 °C; 48 h) y se pesaron. Posteriormente, uno de los crisoles de cada tratamiento se calcinó (503 °C; 6 h) para determinar la desaparición de materia orgánica (DMO) y en el otro se analizó el contenido en fibra neutro detergente del residuo para determinar la degradabilidad de la fibra (DFND) de la muestra incubada. La cantidad de materia orgánica fermentada (MOF) en cada vial se calculó a partir de la producción de AGV según la fórmula propuesta por Demeyer (1991).

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza, utilizando un modelo mixto en el que el tratamiento se consideró un efecto fijo y el inóculo (oveja donante) se consideró un efecto aleatorio. Cuando se detectó un efecto significativo del tratamiento ($P < 0,05$), las diferencias entre medias se analizaron mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, se produjeron cambios en la composición de la harina de girasol con los tratamientos de protección, destacando en especial los fuertes incrementos en fibra neutro detergente (FND), lignina y N asociado a las fracciones de fibra al aplicar calor durante 3 h, pero no se apreciaron cambios de importancia al aplicar éste durante 1 h.

Los dos tratamientos redujeron la producción de CH₄, la proporción de CH₄ en el gas producido y la concentración de nitrógeno amoniacal (NH₃-N) en comparación con la la harina de girasol sin tratar ($P < 0,05$; Tabla 2). Sin embargo, mientras que el tratamiento HG3 redujo la producción de gas y AGV, la MOF, la DMO y la DFND con respecto a la harina de girasol sin tratar ($P < 0,05$), no existieron diferencias entre HG y HG1 en estos parámetros ($P > 0,05$).

Tabla 2. Fermentación ruminal in vitro (16,5 h) de los tres sustratos experimentales¹

Item	HG	HG1	HG3	eem ²	P-valor
Producción de gas (µmol)	2173 ^b	2240 ^b	1578 ^a	15,2	<0,001
Producción de CH ₄ (µmol)	320 ^c	284 ^b	178 ^a	6,81	<0,001
% de CH ₄ en el gas	14,8 ^c	12,7 ^b	11,2 ^a	0,353	0,001
NH ₃ -N (mg/l)	303 ^c	259 ^b	147 ^a	5,07	<0,001
Total ácidos grasos volátiles (µmol)	1120 ^b	1276 ^b	756 ^a	26,0	<0,001
Acético/Propiónico (mol/mol)	3,61 ^b	2,96 ^a	3,69 ^b	0,069	<0,001
CH ₄ /AGV (mol/mol)	0,262 ^b	0,224 ^a	0,232 ^a	0,0078	0,029
MOF ³ (mg)	99,6 ^b	104,7 ^b	62,4 ^a	2,19	<0,001
DMO ⁴ (%)	37,3 ^b	35,7 ^b	18,8 ^a	1,88	<0,001
DFND (%)	25,9 ^c	18,9 ^b	4,3 ^a	1,94	<0,001

¹Harina de girasol sin tratar (HG) o tratada con una solución 1M de ácido málico (400 ml/kg muestra) a 150 °C durante 1 (HG1) o 3 h (HG3); ²error estándar de la media; ³materia orgánica fermentada estimada; ⁴desaparición de materia orgánica; ⁵ desaparición de la fibra neutro detergente.

^{a, b, c} en la misma fila, los valores con diferente letra difieren ($P < 0,05$)

La aplicación de calor a alimentos húmedos da lugar a reacciones de condensación entre grupos aminos libres de las proteínas y grupos ácidos de los alimentos que provocan aumentos analíticos en las fracciones de la pared celular y el N asociado a ésta y que se

incrementan con la intensidad del tratamiento (Pereira *et al.*, 1998). Cuando se produce un sobrecalentamiento, esta condensación da lugar a productos de Maillard que son indigestibles, como podría haber ocurrido en el tratamiento HG3. El tratamiento conjunto con ácido málico y calor de la harina de girasol ha demostrado ser eficaz para la protección de sus proteínas frente a la degradación ruminal (Arroyo *et al.*, 2011, 2013), lo que concuerda con la menor ($P<0,05$) concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ observada en este trabajo para HG1 y HG3 comparada con HG. La evolución similar de la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ y el CH_4 producido observada en las tres muestras podría indicar que la reducción de CH_4 fue debida, al menos parcialmente, a una menor disponibilidad para la microbiota de esqueletos carbonados resultantes de la degradación de proteínas y desaminación de sus aminoácidos.

Comparado con HG, el tratamiento HG1 provocó una reducción ($P<0,05$) en la relación acético/propiónico, debida a una mayor proporción de propiónico en el total de AGV producidos (21,8 y 18,4% en HG1 y HG, respectivamente). Esta modificación se debió a la incorporación de malato, que puede ser fermentado a propiónico por los microorganismos ruminales, como se ha demostrado en numerosos estudios (Carro *et al.*, 1999; Carro y Ranilla, 2003). Los dos tratamientos utilizados produjeron una reducción ($P<0,01$) de la DFND, lo que podría indicar una menor actividad fibrolítica debida a la simbiosis existente entre la flora fibrolítica y las arqueas metanogénicas (Bauchop y Mountford, 1981; Bernalier *et al.*, 1991), cuya actividad se vio reducida como muestra la menor producción de CH_4 .

En resumen, el tratamiento de la harina de girasol con ácido málico a 150 °C durante 1 h redujo la degradación de la proteína y la producción de CH_4 sin alterar la producción total de AGV ni la degradabilidad de la materia orgánica. Sin embargo, el mismo tratamiento aplicado durante 3 h afectó negativamente a la fermentación ruminal de la harina de girasol, evidenciando el importante efecto que puede tener la duración del tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arroyo, J. M. *et al.* 2011. Anim. 5: 1188-1194.
- Arroyo, J. M. *et al.* 2013. Anim. 7: 223-231.
- Bauchop, T. & Mounfort, D.O. 1981. Appl. Environ. Microbiol. 42: 1103-1110.
- Bernalier, A. *et al.* 1991. Anim. Feed Sci. Technol. 32: 131-136.
- Carro, M.D. *et al.* 1999. Anim. Feed Sci. Technol. 79: 279-288.
- Carro, M.D. & Ranilla, M.J. 2003. Br. J. Nutr. 89: 279-288.
- Demeyer, D. I. 1991. En: Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. (Ed. JP Jouany) pp. 217-237. INRA Editions, Paris, Francia.
- Goering, M.K., & Van Soest, P.J. 1970. Agricultural Handbook, N°. 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC.
- Martínez, M.E. *et al.* 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 158: 126-135.
- Pereira, J. C. *et al.* 1998. Anim. Feed Sci. Technol. 74: 107-121.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2012-31064 (financiado por la CICYT) y MEDGAN ABI-2913 (financiado por la Comunidad de Madrid y cofinanciado con Fondos Estructurales de la UE).

INFLUENCE OF N SOURCE ON *IN VITRO* METHANE PRODUCTION

ABSTRACT: Incubations were carried out with batch cultures of ruminal micro-organisms to study the effects of the treatment of sunflower meal (SFM) with malic acid at 150 °C for 1 (SFM1) or 3 (SFM3) hours on *in vitro* fermentation. There were no differences ($P>0,05$) between SFM and SFM1 in the amount of gas and volatile fatty acids (VFA) produced and the disappearance of organic matter (OMD), but CH_4 and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations were reduced ($P<0,05$) by 11.3 and 14.5% with the malic treatment at 150 °C for 1 hour, respectively. In contrast, SFM3 treatment reduced when compared to SFM gas and VFA production and OMD by 27.4, 32.5 and 49.6 ($P<0,05$), respectively, indicating decreased fermentability of SFM. The results indicate that combining malic acid and heat treatment (150°C) for 1 h could be an effective means to reduce both protein degradability and CH_4 production, but increasing the length of the treatment to 3 h resulted in reductions of SFM degradability and VFA production.

Keywords: Protein protection, malic acid, heat, methane, *in vitro* fermentation

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE N NO PROTEICO POR PROTEÍNA DE SOJA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO*

Vanegas J.L., González, J., Alvir, M.R. y Carro, M.D.

Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. mariadolores.carro@upm.es

INTRODUCCIÓN

El tipo de alimento ingerido por los animales rumiantes es uno de los principales factores que afectan a la cantidad de metano (CH₄) que producen, estando claramente demostrado que la fermentación de los alimentos ricos en carbohidratos estructurales da lugar a una mayor cantidad de este gas, por unidad de alimento ingerido, que los alimentos ricos en carbohidratos no estructurales (Johnson y Johnson, 1995). En lo que se refiere a la proteína, se ha constatado que las características de la proteína de la dieta afectan a la cantidad de gas producida en la fermentación ruminal *in vitro* (Carro *et al.*, 1999; Ranilla *et al.*, 2001; Cone *et al.*, 2009), pero no existen estudios que hayan analizado el efecto del tipo de aporte de nitrógeno (N) que reciben los rumiantes sobre la producción de CH₄. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar la influencia del tipo de fuente nitrogenada (N no proteico vs. N proteico) sobre la producción de CH₄ durante la fermentación *in vitro* de dos sustratos con diferente ritmo de degradación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se utilizaron dos sustratos puros formados por mezclas de almidón y celulosa. El primer sustrato (Almidón) estaba formado por almidón y celulosa en relación de 75:25 (en base a materia seca (MS)) y el segundo sustrato (Celulosa) por una mezcla de almidón y celulosa en relación 25:75. Los sustratos se incubaron con tres fuentes de nitrógeno diferentes administradas en cantidades isonitrogenadas: cloruro de amonio (NH₄Cl; NNP), proteína purificada de soja (S100) y una mezcla al 50% de NH₄Cl y proteína de soja (S50).

Las incubaciones se llevaron a cabo en viales de vidrio (115 ml) en los que se pesaron 160 mg de materia seca de sustrato y se añadieron las cantidades correspondientes de las fuentes nitrogenadas. Para el tratamiento NNP se preparó una solución que contenía 2,1048 g de NH₄Cl en 100 ml de agua destilada y se dosificó 1 ml de esta solución. En los viales del tratamiento S50 se pesaron 20 mg de proteína de soja (PS) y se añadió 1 ml de la solución anterior diluida al 50% con agua destilada. Finalmente, en los viales del tratamiento S100 se pesaron 40 mg de PS y se añadió 1 ml de agua destilada. Todos los tratamientos aportaron 34 mg de N por g de materia orgánica de sustrato para no limitar el crecimiento microbiano.

El líquido ruminal se obtuvo de cuatro ovejas fistuladas que recibían una dieta compuesta por heno de alfalfa y concentrado en proporción 2:1 administrada en dos partes iguales a las 09:00 y 17:00 h. El contenido ruminal extraído de cada animal se filtró a través de cuatro capas de gasa y se trasladó inmediatamente al laboratorio. Como medio de cultivo se utilizó una modificación del medio descrito por Goering y Van Soest (1970), que consistió en la sustitución del (NH₄)HCO₃ por NaHCO₃ y la no inclusión de tripticasa para que el medio no aportase N. Además, al medio de cultivo se le añadió una solución de ácidos isobutírico, isovalérico y valérico (27, 72, y 92 mg por litro de medio de incubación, respectivamente) para cubrir las necesidades de las bacterias celulolíticas (Hume, 1970). El fluido ruminal se mezcló con el medio de cultivo en una relación 1:4 (vol/vol) a 39 °C bajo gaseado continuo con CO₂, dosificándose 20 ml de la mezcla en cada vial mediante una bomba peristáltica (Watson-Marlow 520UIP31). Los viales se cerraron herméticamente y se incubaron a 39 °C durante 16,5 horas (equivalente a una velocidad de paso a través del rumen de 0,060/h). Adicionalmente se incluyeron viales sin sustrato (blancos) para corregir por la producción de gas procedente del inóculo. Las incubaciones se realizaron utilizando el inóculo de cada oveja por separado, para obtener cuatro réplicas por tratamiento. Al finalizar la incubación, en cada vial se midió la presión y el volumen de gas producido y se tomó una muestra (15 ml) para analizar su contenido en CH₄. Tras medir el pH del contenido de los viales se tomaron muestras para el análisis de su concentración en nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y ácidos grasos volátiles (AGV) siguiendo los procedimientos descritos por Martínez *et al.* (2010).

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza, utilizando un modelo mixto en el que la fuente de nitrógeno, el sustrato y la interacción fuente de N x sustrato se consideraron efectos fijos y el inóculo (oveja donante) se consideró un efecto aleatorio. La respuesta lineal y cuadrática a la sustitución de niveles crecientes de NNP por N proteico se analizó mediante polinomios ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, la sustitución de NNP por cantidades crecientes de PS produjo un aumento cuadrático de la producción de CH₄ y AGV (P<0,001), lo que indicaría una estimulación de la fermentación ruminal y la generación de CH₄ debida a la disponibilidad de proteína. Comparados con el tratamiento NNP, los tratamientos S50 y S100 provocaron un aumento de la producción de CH₄ del 51,0 y 50,6% para el sustrato Almidón y del 7,7 y 29,7% para el sustrato Celulosa, respectivamente, justificando estas diferencias la interacción tipo de fuente de N x sustrato observada (P=0,002). Carro y Miller (1999) observaron un aumento similar al del sustrato Celulosa (10,1%) al sustituir la mitad del NNP aportado por PS en fermentadores Rusitec que recibían un sustrato fibroso.

Tabla 1. Efecto de la sustitución de N no proteico (NNP) por proteína purificada de soja sobre la fermentación ruminal in vitro de sustratos formados por almidón y celulosa en proporción 75:25 (almidón) o 25:75 (celulosa).

Item	Sustrato (S)						eem ⁵	P-valor ¹		
	Almidón			Celulosa				Sustitución NNP		S
	NNP ²	S50 ³	S100 ⁴	NNP ²	S50 ³	S100 ⁴		L ⁶	C ⁷	
Gas (µmol)	2076	1903	2063	931	937	1138	59,1	0,18	0,02	0,001
CH ₄ (µmol)	259	391	390	195	210	253	13,4	0,001	0,001	0,001
Ácidos grasos volátiles										
Total (µmol)	863	923	959	313	411	497	23,8	0,005	0,001	0,001
Acético (µmol)	472	576	590	179	244	307	14,2	0,001	0,001	0,001
Propiónico (µmol)	199	145	156	66,0	65,7	73,5	13,08	0,09	0,83	0,001
Butírico (µmol)	167	169	175	55,0	82,0	86,7	6,50	0,09	0,07	0,001
Otros ⁸ (µmol)	25,0	33,0	38,0	13,0	19,3	29,8	5,39	0,80	0,07	0,007
Acét./Prop.	2,40	4,23	4,01	2,99	3,85	4,19	0,527	0,07	0,23	0,44
CH ₄ /AGV	0,300	0,424	0,407	0,623	0,511	0,509	0,0424	0,93	0,86	0,001
NH ₃ -N (mg/l)	295	232	175	285	223	187	13,8	0,001	0,001	0,85

¹La interacción entre la sustitución de NNP y sustrato (S) fue no significativa para los parámetros evaluados, excepto para CH₄: P= 0,002 y CH₄/AGV: P=0,009; ²100% NH₄Cl; ³50% NH₄Cl:50% proteína purificada soja; ⁴100% proteína purificada de soja; ⁵error estándar de la media; ⁶Efecto lineal de la sustitución de NNP por N proteico; ⁷Efecto cuadrático de la sustitución de NNP por N proteico; ⁸ Suma de los ácidos isobutírico, isovalérico, valérico y caproico.

La sustitución del 50 y 100% del NNP por PS produjo un aumento de la producción de AGV del 4,4 y 6,3% para el sustrato almidón y 33,1 y 58,9% para el sustrato celulosa (P<0,001), respectivamente, que fueron debidos principalmente a un aumento en la producción de acético. El aumento menos marcado de la producción de AGV al aportar proteína al sustrato Almidón, que es rápidamente degradable, comparado con el observado con el sustrato Celulosa, con un ritmo lento de degradación, podría deberse a que en el primer caso existió energía rápidamente disponible para los microorganismos y los aminoácidos pudieron ser utilizados para sintetizar proteína microbiana. Por el contrario, con el sustrato celulosa se

limitó la disponibilidad de energía para los microorganismos, lo que provocó una mayor desaminación de los aminoácidos y la fermentación de sus esqueletos carbonados para producir AGV. Otros autores han obtenido aumentos similares en la producción de AGV al adicionar N proteico a sustratos fibrosos. Por ejemplo, Carro y Miller (1999) observaron un aumento del 32,3% de la producción de AGV al sustituir la mitad del NNP por PS en fermentadores Rusitec que recibían pared celular de heno como sustrato y Ranilla *et al.* (2001) obtuvieron un aumento de la producción de AGV del 22,1% al sustituir 2/3 del NNP por péptidos en fermentaciones *in vitro* (24 horas) con paja como sustrato.

Debido a la interacción sustrato x tipo de fuente de N observada para la relación CH₄/AGV (P=0,009), este parámetro se analizó independientemente para cada sustrato. La sustitución de NNP por niveles crecientes de PS produjo un aumento cuadrático (P= 0,033) de la relación CH₄/AGV con el sustrato Almidón, mientras que se observó un descenso cuadrático (P= 0,047) con el sustrato Celulosa. Estos resultados están en línea con una mayor fermentación de los aminoácidos para producir AGV con el sustrato Celulosa y una mayor incorporación de los mismos a la proteína microbiana con el sustrato Almidón.

La sustitución de cantidades crecientes de NNP por PS provocó una reducción cuadrática de la concentración de NH₃-N (P=0,001), que pudo ser debida a una mayor captación de NH₃-N por los microorganismos ruminales para la síntesis de proteína microbiana y/o a una degradación incompleta de la PS tras 16,5 horas de fermentación. Como era de esperar, la producción de gas, metano y AGV fueron mayores (P<0,01) con el sustrato Almidón que con el sustrato Celulosa, aunque no se observaron diferencias (P>0,05) entre sustratos en la relación acético/propiónico ni en la concentración de NH₃-N.

En resumen, los efectos de la sustitución de NNP por N proteico sobre la producción de CH₄ y AGV dependieron del tipo de sustrato incubado, siendo mayores los aumentos observados con el sustrato rico en Almidón que el sustrato rico en Celulosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carro, M.D., & Miller, E.L. 1999. Br. J. Nutr. 82: 149-157.
- Carro, M.D., López, S., Valdés, C., & Ranilla, M.J. 1999. Archiv. Zootec. 48: 295-306.
- Cone, J.W. & Van Gelder, A.H. 1999. Anim. Feed Sci. Technol. 76: 251–264.
- Goering, M.K., & Van Soest, P.J. 1970. Agricultural Handbook, N°. 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC.
- Hume, I.D. 1970. Austr. J. Agric. Res. 21: 297-304.
- Johnson, K.A., & Johnson, D.E. 1995. J. Anim. Sci., 73: 2483-2492.
- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. Ramos, S., & Carro, M.D. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 158: 126–135.
- Ranilla, M.J., Carro, M.D., López, S., Newbold, J.C., & Wallace, J. 2001. Br. J. Nutr. 86: 717-724.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por los proyectos AGL2012-31064 (CICYT) y MEDGAN ABI-2913 (Comunidad de Madrid y Fondos Estructurales de la UE).

INFLUENCE OF NITROGEN SOURCE ON *IN VITRO* METHANE PRODUCTION

ABSTRACT: Incubations were carried out with batch cultures to study the effects of different nitrogen (N) sources on *in vitro* fermentation by ruminal micro-organisms of two substrates of variable fermentation rate. The substrates were composed by starch and cellulose in proportions of 75:25 (starch) or 25:75 (cellulose). Three treatments were made by replacing ammonia-N (NH₄Cl) with purified soyabean protein (SP) at levels of 0 (NNP), 50% (S50) and 100% (S100) of total N. Compared with NNP, S50 and S100 treatments increased CH₄ production by 51.0 and 50.6% for starch and by 7.7 and 29.7% for cellulose substrates, respectively. The increases in volatile fatty acids (VFA) production were 4.4 and 6.3% for starch and 33.1 and 58.9% for cellulose substrates, respectively. These results indicate that the influence of N source on CH₄ and VFA production are influenced by the characteristics of the incubated substrate.

Keywords: Non-protein nitrogen, protein-N, methane, *in vitro* fermentation

EFFECTO DEL KEFIR SOBRE EL PATRÓN DE FERMENTACIÓN *IN VITRO* EN MODELOS ANIMALES DE FERMENTACIÓN PRE Y POST GÁSTRICA

De la Fuente^{1,2}, G., Jones³, S., Jones², E. y Newbold², C.J.

¹Departament Producció Animal, ETSEA, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España;

²Institute of Biological and Environmental Rural Sciences, SY23 3DD, Aberystwyth, Reino Unido; ³Chuckling Goat LTD, SA44 6DS, Llandysul, Reino Unido; E-mail: gfuente@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

Kefir es una bebida procedente de la fermentación de la leche a través de los llamados “granos” de kefir. Aunque la concentración y composición relativa total de los microorganismos que lo componen es muy variable, se conoce que los granos de kefir contienen bacterias ácido lácticas, levaduras, y ocasionalmente bacterias ácido acéticas, dentro de una matriz sólida de lipopolisacáridos y proteínas (Lopitz-Otsoa et al., 2006). Se ha reconocido el efecto de cepas específicas aisladas del kefir como probióticos (Golowcycz et al., 2008) o productores de compuestos antimicrobianos (Rodrigues et al., 2005). Sin embargo, la naturaleza simbiótica de la microbiota del kefir hace que el aislamiento e identificación de dichas cepas sea una labor complicada. Hasta el momento, no se conocen estudios que valoren el uso del kefir en animales de producción o de compañía, aunque se conoce su potencial como subproducto rico en proteína (Koutinas, 2003). Las técnicas de producción de gas *in vitro* se usan rutinariamente desde hace 20 años en el análisis de alimentos (Pell et al., 1998). Estas técnicas son simples y baratas, y su uso se ha extendido al estudio de otros procesos como la toxicidad de compuestos secundarios (Ammar et al., 2004) o los efectos de aditivos sobre la fermentación ruminal (Colombatto et al., 2003). El objetivo de este estudio es el de probar el efecto específico del kefir sobre el patrón de fermentación microbiana, usando dos modelos digestivos, el fermentador pregástrico y el postgástrico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Modelo digestivo pregástrico: rumen. Las incubaciones se llevaron a cabo en botellas de 120 ml con 50 ml de una mezcla (1:2) de líquido ruminal procedente de cuatro vacas fistuladas en el rumen alimentadas con ensilado de raigrás y de solución tampón (Theodorou et al., 1994) para microorganismos anaerobios. Como sustrato se pesaron 500 mg de materia seca (MS) molida a 1mm de una mezcla alfalfa:cebada (70:30)

Modelo digestivo postgástrico: colon. Las incubaciones se llevaron a cabo en botellas de 120 ml con 50 ml de una mezcla (1:2) de material fecal procedente de 4 caballos alimentados con heno de raigrás, y de solución tampón (Theodorou et al., 1994). Se pesaron 500 mg de un sustrato a base de alfalfa, predigerido con pepsina (0,2%) y pancreatina (0,1%).

Para ambos modelos digestivos se incluyó el extracto de Kefir en el sustrato como sigue: 0%, 0,05%, 0,2%, 0,4% y 1% (v/v) (tratamientos Control, K05, K20, K40 and K100) justo antes del inicio de la incubación. Tras su llenado, cuatro botellas por tratamiento se incubaron a 39 °C. La producción de gas se midió por presurometría a las 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 h y el cálculo de la cinética de fermentación se obtuvo mediante el ajuste a la fórmula $[Y = a + b(1 - e^{-c \cdot t})]$, donde “a+b” es el potencial de fermentación y “c” el índice fraccional de fermentación. Transcurridas 24 horas, una muestra (10%v/v) se extrajo mediante jeringa, se midió el pH de su contenido y se tomaron muestras para analizar la concentración en ácidos grasos volátiles (AGV), amoníaco, bacterias ácido-acéticas (AAB) ácido-lácticas (LAB) y levaduras, tal y como está descrito en Irigoyen et al. (2005). El efecto del kefir sobre la fermentación fue analizado estadísticamente con el programa Genstat mediante un modelo one-way ANOVA, considerando como réplicas el número de botellas y la dosis como factor principal. Comparación entre medias se realizó mediante el test LSD a $P < 0,05$. Análisis multivariante se aplicó para comparar ambos modelos (rumen vs. colon) mediante el paquete “vegan” del programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el modelo rumen, los valores absolutos de los principales AGV no se modificaron con la inclusión de kefir ($P > 0,05$, Tabla 1), aunque el ratio Acético:Propiónico tendió a diferir

($P=0,10$) descendiendo al aumentar la dosis de kefir. Los niveles de ácido valérico, un AGV relacionado con el metabolismo de la proteína, aumentaron en las dosis más alta de kefir, probablemente debido al aporte extra de metabolitos proteicos por parte de éste. Sin embargo los niveles de $\text{NH}_3\text{-N}$ no se modificaron al comparar diferentes tratamientos ($P>0,05$). Cambios en los niveles de caproico se asocian al uso de leche de cabra en la fabricación del kefir La cinética de fermentación tampoco se modificó al incluir kefir en las incubaciones ($P>0,05$), aunque se observaron valores absolutos más altos en las primeras horas de incubación. Asimismo no hubo diferencias entre los niveles de LAB, AAB y levaduras entre el control y las incubaciones con kefir a diferentes dosis ($P>0,05$).

Tabla 1. Efecto de la inclusión de kefir sobre los productos, cinética de fermentación y concentración de bacterias ácido-lácticas (LAB), ácido-acéticas (AAB) y levaduras en el modelo rumen.

Productos	Control	K05	K20	K40	K100	eed ¹	P-valor
AGV totales (mM)	67,30	66,90	65,10	68,30	67,10	3,460	0,92
Acético/Propiónico	3,52	3,43	3,35	3,31	3,32	0,083	0,10
Acético (mM)	42,12	41,56	40,31	42,35	41,23	2,164	0,89
Propiónico (mM)	11,98	12,12	12,09	12,78	12,43	0,707	0,79
N-butírico (mM)	9,02	9,00	8,50	8,88	8,86	0,411	0,72
N-valérico (mM)	1,10 ^b	1,12 ^b	1,09 ^b	1,18 ^{ab}	1,29 ^a	0,053	0,01
N-caproico(mM)	0,39 ^c	0,39 ^c	0,40 ^c	0,47 ^b	0,55 ^a	0,018	0,001
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mM)	13,29	13,51	13,77	13,78	15,45	0,890	0,17
pH	6,50	6,52	6,43	6,49	6,43	0,049	0,27
a+b	100,7	113,3	128,3	114,1	113,8	9,72	0,14
C	0,058	0,062	0,057	0,059	0,073	0,0066	0,15
LAB (log UFC/mL)	5,24	5,21	5,23	5,17	5,25	0,064	0,71
AAB (log UFC/mL)	3,56	3,62	3,71	3,74	3,51	0,168	0,60
Levaduras (log UFC/mL)	3,61	3,62	3,60	3,61	3,59	0,060	0,99

¹error estándar de la diferencia (N=4).

En la misma fila, los valores con diferente letra difieren ($P<0,05$)

En el modelo colon, la inclusión de kefir en la incubación indujo un cambio en la mayoría de los parámetros de fermentación estudiados (Tabla 2, $P<0,05$). La mayoría de los AGV aumentaron con los niveles de inclusión más elevados de kefir, pero este incremento no se produjo en la misma manera en todos ellos, llevando a un descenso en la proporción acético:propiónico ($P=0,02$), que sugiere un cambio hacia una fermentación más propiónica, apoyada por la composición microbiana del kefir, basado principalmente en LAB. La cinética de fermentación fue también diferente, presentando mayores potenciales ("a+b", $P<0,1$) y velocidad ("c", $p<0,05$) de fermentación según la inclusión de kefir fue aumentando, sugiriendo un aumento en la actividad microbiana. La concentración de LAB aumentó en los niveles más altos de kefir, efecto que no se observó en la concentración de AAB o levaduras.

En la comparación entre los modelos de fermentación, tanto el modelo (rumen vs. colon) como niveles de inclusión de kefir mostraron diferencias en el patrón de fermentación ($P<0,05$), aunque el mayor efecto procede del modelo de fermentación. El modelo pregástrico (rumen) parece estar menos afectado por la inclusión de kefir que el modelo postgástrico (colon), aunque en ambos casos se observan cambios en la actividad metabólica. Las diferencias entre sustratos utilizados pueden ser una causa importante de esta variación, aparte de las obvias diferencias entre las poblaciones microbianas de ambos sistemas. Posteriores estudios han de realizarse para discernir entre el efecto producido por las poblaciones microbianas presentes en el kefir, y el de sus metabolitos secundarios.

Tabla 2. Efecto de la inclusión de kefir sobre los productos, cinética de fermentación y concentración de bacterias ácido-lácticas (LAB), ácido-acéticas (AAB) y levaduras en el modelo colon.

Productos	Control	K05	K20	K40	K100	eed ¹	P-valor
AGV totales (mM)	35,84 ^b	36,15 ^b	37,57 ^b	38,38 ^b	43,88 ^a	1,879	0,004
Ace/Pro	2,21 ^a	2,19 ^a	2,18 ^a	2,16 ^a	2,08 ^b	0,035	0,02
Acético (mM)	22,05 ^b	22,15 ^b	22,99 ^b	23,29 ^b	26,03 ^a	1,115	0,02
Propiónico (mM)	9,97 ^b	10,09 ^b	10,56 ^b	10,80 ^b	12,52 ^a	0,562	0,003
N-butírico (mM)	2,15 ^b	2,18 ^b	2,25 ^b	2,37 ^b	2,79 ^a	0,121	0,001
N-valérico (mM)	0,29 ^d	0,31 ^d	0,36 ^c	0,42 ^b	0,63 ^a	0,020	0,001
N-caproico(mM)	0,03 ^d	0,02 ^d	0,04 ^c	0,06 ^b	0,11 ^a	0,006	0,001
NH ₃ -N (mM)	6,04 ^c	6,04 ^c	6,44 ^{bc}	6,89 ^b	8,71 ^a	0,343	0,001
pH	6,64	6,63	6,66	6,62	6,58	0,039	0,33
a+b	64,47	60,57	65,15	66,02	69,38	2,895	0,10
C	0,058 ^c	0,066 ^{bc}	0,067 ^{bc}	0,074 ^{ab}	0,082 ^a	0,0064	0,02
LAB	7,12 ^b	7,1 ^b	7,2 ^b	7,22 ^b	7,36 ^a	0,062	0,007
AAB	5,76	6,00	5,91	6,09	5,92	0,315	0,87
Levaduras	3,74	3,51	3,39	3,66	3,83	0,265	0,49

¹error estandar de la diferencia (N=4).

En la misma fila, los valores con diferente letra difieren (P<0,05)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammar, H., Lopez, S., Gonzalez, J.S. & Ranilla, M.J., 2004. J. Sci. Food Agric. 84: 1349–1356.
- Colombatto, D., Mould, F.L., Bhat, M.K. & Owen, E., 2003. Anim. Feed Sci. Technol. 10: 201–209.
- Golowczyc MA, Gugliada MJ, Hollmann A, Delfederico L, Garrote GL, Abraham AG, Semorile L & De Antoni G .2008. J Dairy Res 75: 211–217.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., & Ibanez, F. C. 2005. Food Chem. 90(4): 613-620.
- Koutinas, A. A. 2003. New Horizons in Biotechnology. Springer Netherlands, 297-309.
- Lopitz-Otsoa F, Rementeria A, Elguezabal N & Garaizar J .2006. Rev Iberoamericana Micol 23: 67–74.
- Pell, A.N., Pitt, R.E., Doane, P.H., Schofield, P., 1998 In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants. Occ Pub, 22. BSAS, Edinburgh, UK, 45–54.
- Rodrigues KL, Caputo LR, Carvalho JC, Evangelista J & Schneedorf JM. 2005. Int J Antimicrob Ag 25:404–408.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. & France, J., 1994. Anim Feed Sci Tech. 48: 185-197

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado mediante el programa europeo ERDF, en colaboración con el Gobierno de Gales (Reino Unido) a través del proyecto WISE 2, de apoyo de investigación a SMEs (small and medium enterprises).

EFFECT OF KEFIR ON THE FERMENTATION PATTERN USING FOREGUT AND HINDGUT ANIMAL MODELS

ABSTRACT: An *in vitro* study was conducted to evaluate the effect of kefir on the fermentation pattern in both foregut and hindgut animal models. Kefir was incubated at 4 different doses (0.05, 0.2, 0.4 and 1% v/v) in both rumen fluid or horse faecal contents diluted in buffer for 72h. The addition of kefir promotes propionic and valeric production after 24 h increasing the maximum potential and speed of fermentation in hindgut models as well as increases the numbers of lactic acid bacteria (LAB) (P<0.05). These effects are less obvious in the foregut model where only valeric acid concentration showed differences between doses (P<0.05). When comparing both models, foregut systems seem to be less affected by the inclusion of kefir than hindgut ones, but in both cases the metabolic activity seems to change when increasing level of kefir is included.

Keywords: microbiology, kefir, foregut fermenters, hindgut fermenters

CONTROL DEL PH *IN VITRO* PARA LA SIMULACIÓN DE LA FERMENTACIÓN EN CONDICIONES DE ALIMENTACIÓN CONCENTRADA

Amanzougarene, Z., Schauf, S. y Fondevila, M.

IUCA, Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza. mfonde@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El pH del rumen juega un papel importante en los procesos de fermentación microbiana, afectando tanto selectivamente a los microorganismos implicados, como a la magnitud y evolución del proceso. El valor del pH ruminal es el resultado del balance entre producción y absorción de ácidos grasos volátiles, la secreción de tampones salivales y la actividad tampón propia de la dieta. En condiciones normales de alimentación con dietas forrajeras el pH ruminal se mantiene generalmente entre 6,0 y 7,0; sin embargo, desciende a valores entre 5,5 y 6,0 con niveles altos de concentrado.

Las técnicas *in vitro* basadas en sistemas cerrados con cultivos no renovados son muy útiles para predecir el valor nutritivo de los alimentos en los rumiantes, e incluso se han empleado para caracterizar la evolución de la fermentación ruminal. Sin embargo, los sistemas convencionales (Tilley y Terry, 1963; Theodorou et al., 1994) han sido diseñados para la valoración de sustratos fibrosos, manteniendo el pH del medio entre 6,5 y 7,0 mediante la inclusión en la solución de incubación de tampón bicarbonato, con una pequeña proporción de tampón fosfato (Goering y Van Soest, 1970). De este modo, aunque las condiciones de incubación simulan el ambiente ruminal en situaciones de alimentación con forrajes, están lejos de las promovidas por dietas concentradas. Dado que este tampón establece el equilibrio entre el ion bicarbonato aportado y el CO₂ de la atmósfera de la botella, el nivel de pH del medio dependerá de la concentración de bicarbonato en la solución de incubación (Kohn y Dunlap, 1998). Trabajos previos indican la importancia de considerar el pH del medio en los estudios de incubación *in vitro* como simulación de una alimentación rica en concentrados (Fondevila y Pérez-Espés, 2008; Bertipaglia et al., 2010).

El objetivo de este trabajo fue ajustar el pH del medio de incubación *in vitro* en función del nivel de inclusión de ion bicarbonato en la solución de incubación, y estudiar su efecto sobre la cinética de fermentación de un sustrato concentrado, con harina de cebada como modelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos tandas de incubación *in vitro*, a 39 °C y en atmósfera de CO₂, siguiendo la técnica de Theodorou et al. (1994), omitiendo el uso de resazurina y microminerales. Se emplearon botellas de vidrio de 116 ml, en las que se incluyeron 500 mg de cebada (var. Graphic) molida a 1 mm y 80 ml de medio de incubación, preparado con 8 ml de inóculo y 72 ml de solución de incubación con 238 ml/l de solución tampón. Como inóculo se empleó líquido de rumen procedente de 3 ovejas canuladas en el rumen y alimentadas con 600 g de heno de alfalfa y 300 g de paja de cebada. El pH de la solución de incubación se ajustó a 6,50, 6,25, 6,00, 5,75 y 5,50, en función de la concentración de ion bicarbonato en la solución tampón (Kohn y Dunlap, 1998), tal como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentración de sales de bicarbonato en la solución tampón para ajustar el pH de incubación y concentración final de ion bicarbonato en el medio de incubación.

pH	NaHCO ₃ , g/l	(NH ₄) HCO ₃ , g/l	HCO ₃ ⁻ , mol/l
6,50	18,3	1,9	0,058
6,25	10,3	1,07	0,032
6,00	5,7	0,6	0,018
5,75	3,17	0,25	0,010
5,50	1,91	0,12	0,006

En cada tanda se incubaron, durante 12 horas, siete botellas por tratamiento experimental. Cada dos horas (a las 2, 4, 6, 8, 10 y 12 h) se midió la producción de gas (manómetro HD2124, con sonda TP704; Delta Ohm, Caselle di Selvazzano, Italia), e inmediatamente se abrió una botella por tratamiento y se determinó el pH del medio (CRISON micropH 2001, Barcelona, España). La evolución de la producción de gas se estimó a partir de las dos

botellas mantenidas hasta las 12 h, transformando las lecturas de presión a volumen mediante una ecuación previa establecida en las mismas condiciones de incubación, y expresando el volumen por unidad de materia orgánica incubada. La media de ambas botellas se consideró como unidad experimental.

Las diferencias en el pH del medio y el efecto del pH inicial sobre la producción de gas a cada tiempo de muestreo se analizaron estadísticamente para cada tiempo de incubación, mediante ANOVA, considerando la tanda como bloque. No se consideró el efecto tiempo. En ambos casos, cuando la respuesta fue significativa, se estudió su evolución mediante polinomios ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSION

El pH del inóculo ruminal en las tandas de incubación 1 y 2 fue de 6,62 y 6,50, respectivamente. En todos los tiempos de muestreo se observó un descenso lineal ($P < 0,001$) del pH del medio en función de la concentración decreciente de la capacidad tampón (Tabla 2). Además, tendió a descender de manera cuadrática a las 4 h ($P = 0,081$), resultando esta evolución significativa a las 6 h ($P = 0,006$), debido a que la modificación del pH a partir de la concentración de bicarbonato en el tampón permitió alcanzar el pH previsto ($\pm 0,1$ unidades) a las 4, 6, 8 y 10 h de incubación en los tratamientos 6,25, 6,00, 5,75 y 5,50, respectivamente. A partir de dichos tiempos de incubación, el pH del medio se mantuvo en el rango previsto en los tratamientos 6,25 y 6,00, mientras que descendió ligeramente respecto al previsto en los tratamientos 5,75 y 5,50. Hay que tener en cuenta que la concentración de bicarbonato en los medios 5,75 y 5,50 fue un 17 y 10% respecto a la incorporada en el medio 6,5 (Tabla 1), y un 9 y 5% de la empleada en el tampón de Goering y Van Soest (1970). Por su parte, el pH del medio 6,50 se mantuvo desde el inicio de la incubación en el rango previsto, con modificaciones menores a una décima de pH hasta las 12 h de incubación, en que bajó ligeramente.

Tabla 2. Evolución del pH ruminal en función del pH estimado, basado en la concentración de ion bicarbonato en la solución de incubación.

pH estimado	Tiempo de incubación, h					
	2	4	6	8	10	12
pH 6,50	6,53	6,55	6,56	6,51	6,46	6,37
pH 6,25	6,37	6,35	6,31	6,29	6,25	6,28
pH 6,00	6,20	6,17	6,08	6,03	6,04	5,97
pH 5,75	6,06	5,99	5,90	5,83	5,72	5,51
pH 5,50	5,96	5,88	5,85	5,70	5,46	5,31
EE	0,034	0,021	0,022	0,035	0,042	0,095
P lineal	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P cuadrática	NS	0,081	0,006	NS	NS	NS

EE: error estándar; NS: $P > 0,10$

La producción de gas *in vitro* disminuyó de forma lineal ($P < 0,05$) con el pH esperado del medio de incubación (Tabla 3), aunque dicho efecto mostró una tendencia cuadrática ($P = 0,012$) a las 12 h de incubación, debido a que las diferencias entre el volumen de gas producido con el medio a pH 6,50, y en menor medida a pH 6,25, respecto al resto de tratamientos aumentaron a este tiempo de incubación respecto a muestreos anteriores. En este sentido, puede decirse que, a partir de las 8 h de incubación, los tratamientos que estabilizaron el pH de incubación 0,2 unidades por encima de 6,0 (pH 6,50 y 6,25) mantuvieron un aumento lineal en el tiempo del volumen de gas producido, mientras que el volumen de gas producido en la segunda mitad del periodo de incubación tendió a disminuir en los tratamientos que provocaron un pH del medio igual o inferior a 6,0. Es de destacar la correlación significativa entre la producción de gas a las 12 h y el pH del medio, no sólo al final de la incubación ($R^2 = 0,629$; $P = 0,004$), sino también cuando el pH se registró en tiempos anteriores, especialmente entre el volumen de gas a 12 h y el pH a las 6 h

($R^2=0,836$; $P<0,001$). El descenso en la producción de gas con el pH del medio se debe en parte a la menor actividad microbiana provocada por unas condiciones de fermentación menos favorables, o gas directo, así como por el descenso en la liberación de CO_2 a partir del tampón al reducir la concentración de bicarbonato, o gas indirecto (Beuvink y Spoelstra, 1992), aunque a partir de los datos obtenidos en este trabajo no se puede discriminar la contribución de cada uno de ellos.

Tabla 3. Evolución del volumen de gas producido (ml/g materia orgánica) en función del pH estimado, basado en la concentración de ion bicarbonato en la solución de incubación.

pH estimado	Tiempo de incubación, h					
	2	4	6	8	10	12
pH 6,5	46,1	82,3	110,3	138,0	172,9	217,0
pH 6,25	44,6	80,0	107,1	130,6	156,5	184,5
pH 6,00	43,5	77,4	102,3	122,8	141,4	158,3
pH 5,75	41,2	71,9	95,9	117,3	136,3	152,3
pH 5,5	40,0	69,7	92,5	112,6	129,9	145,5
EE	1,39	2,12	2,48	3,13	4,16	4,45
P lineal	0,024	0,008	0,004	0,003	0,001	<0,001
P cuadrática	NS	NS	NS	NS	NS	0,013

EE: error estándar; NS: $P>0,10$

De estos resultados se desprende que el pH deprime de forma lineal la fermentación del sustrato, por lo que para el estudio de sustratos en condiciones de alimentación concentrada es necesario ajustar el pH del medio a las condiciones estimadas de fermentación *in vitro*. Esto es factible modificando la concentración de bicarbonato en la solución de incubación. No obstante, la estabilidad de dicho ajuste disminuye con concentraciones de bicarbonato inferiores a 0,010 M, correspondientes a un pH estimado de 5,75.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertipaglia, LMA, Fondevila, M, van Laar, H & Castrillo, C. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 159: 88-95
- Fondevila, M & Pérez-Espés, B. 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 144: 196-211
- Goering, HK & Van Soest, PJ. 1970. Agriculture Handbook No. 379, ARS-USDA, Washington DC
- Kohn, RA & Dunlap, TF. 1998. J. Anim. Sci. 76: 1702-1709
- Beuvink, JMW & Spoelstra, SF. 1992. Appl. Microbiol. Biotechnol. 37:505-509
- Theodorou, MK, Williams, BA, Dhanoa, MS, McAlan, ADB & France, J. 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197
- Tilley, JA & Terry, RA. 1963. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-111.

Agradecimientos: Financiado con el Proyecto AGL 2013-46820 (MINECO), con la ayuda del Departamento de Industria e Innovación (Gobierno de Aragón) y el Fondo Social Europeo. Z. Amanzougarene disfruta una beca del CIHEAM.

CONTROL OF PH IN VITRO FOR THE SIMULATION OF FERMENTATION IN HIGH CONCENTRATE FEEDING CONDITIONS

ABSTRACT: Five levels of pH (6.50; 6.25; 6.00; 5.75 and 5.50) were adjusted according to the inclusion of bicarbonate ion in the incubation solution, to simulate fermentation conditions under high concentrate feeding. The pH diminished linearly ($P<0,001$) with the buffering of the media, and remained constant throughout the 12 h incubation period except for treatments 5,75 and 5,50, whose pH continued decreasing to 5,51 and 5,31 at 12 h, respectively. Gas production decreased linearly with the medium pH ($P<0,001$) from 2 to 10h, and quadratically at 12 h. The total volume of gas produced after 12 h was correlated to pH at 12 ($R^2=0,629$, $P<0,01$) and 6 ($R^2=0,836$, $P<0,01$) h.

Keywords: buffering, pH, gas production, *in vitro*.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA DIETA DE CAPRINO LECHERO SOBRE PARÁMETROS BIOQUÍMICOS PLASMÁTICOS

Arco-Pérez, A., Yáñez-Ruiz, D.R., Abecia, L., Ramos-Morales, E., y Martín-García, A.I.

Departamento de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC).

C/Profesor Albareda 1, 18008 Granada. ignacio.martin@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la búsqueda de nuevas estrategias que contribuyan a minimizar los costes de alimentación del ganado constituye un reto. Entre tales estrategias se contempla la inclusión en la dieta de subproductos agroindustriales que sustituyan ingredientes tradicionales. En este sentido, en el área mediterránea resultan de gran interés los excedentes de tomate de invernadero o los subproductos del olivar, especialmente por las grandes cantidades que se generan a nivel local. Además, el tomate tiene efecto antimetabólico y puede mejorar la calidad de la leche sin comprometer la producción (Arco-Pérez et al., 2014; Romero-Huelva et al., 2012). Sin embargo, el uso de subproductos genera cierta desconfianza entre los ganaderos y los consumidores, debido, fundamentalmente, a su posible contenido en sustancias no deseables. Un ejemplo de ello son los tratamientos fitosanitarios, ya que existen evidencias de la presencia de pesticidas en cantidades relevantes en dietas para el ganado que contienen subproductos agroindustriales (Arco-Pérez et al., 2015), que podrían afectar la salud del animal. El bienestar animal es un concepto muy amplio y desde hace más de dos décadas se vienen desarrollando herramientas para su valoración, como la cuantificación de determinados metabolitos plasmáticos, cuya alteración puede llegar a revelar patologías que supondrían un nivel inferior de bienestar (Broom, 1991; OHI et al., 2012). El objetivo de este estudio fue el análisis de determinados parámetros sanguíneos indicadores del estado metabólico general y de funciones orgánicas concretas (hepática y renal) de caprino lechero alimentado con dietas elaboradas con ensilados de subproductos agroindustriales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se prepararon dos tipos de ensilado de subproductos agroindustriales: El ensilado de subproductos del olivar (EO) contenía hoja de olivo, alperujo resultante de la extracción de aceite de oliva, y harina de cebada, en la proporción 2:1:1 en materia fresca. En la composición del ensilado de tomate (ET) predominaban los destríos de tomate de invernadero (85 %, en materia fresca), desechados por una empresa de distribución de hortalizas, sobre la paja de cebada (15 %). Ambos ensilados fueron elaborados mediante el prensado en balas cilíndricas (850 kg y 1,20 m x 0,90 m) recubiertas de plástico y empleados tras 70 días de maduración (pH 5,23 ± 0,10 y 3,91 ± 0,76, respectivamente para EO y ET). Se formularon tres dietas experimentales: una dieta Control elaborada con una Ración Totalmente Mezclada a base de mezcla de granos y heno de alfalfa picado (RTM), heno de avena y glicerina (78:20:2); una dieta con EO (DEO): RTM, EO y aceite de girasol (78:20:2); y otra con ET (DET): RTM, ET y aceite de girasol (78:20:2). La composición química de la dieta y la ingestión diaria de la dieta (IMS) está recogida en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de las dietas experimentales e ingestas diarias

	MS, g/kg MF	Materia Orgánica	Extracto etéreo	Proteína bruta	FND	Energía, MJ/kg	Ingesta MS, g/día
DEO	801	895	52,6	172	292	18,7	1426
DET	668	935	52,4	181	353	19,3	1286
Control	926	937	30,0	202	330	18,8	916

En un primer experimento se utilizaron 18 cabras de raza Murciano-Granadina en lactación divididas en tres grupos que tomaron sendas dietas experimentales durante 30 días. Tras los cuales se recogieron muestras de sangre de todas las cabras mediante venopunción yugular y en tubos al vacío de 10 ml que contenían heparina de litio. A continuación se extrajo el plasma centrifugando durante 10 minutos a 3000 rpm (4 °C). Se analizó el contenido en albúmina, calcio, colesterol, creatinina, fosfatasa alcalina, fósforo, glucosa, aspartato aminotransferasa (AST), alanino aminotransferasa (ALT), lactato, proteínas totales, triglicéridos y urea mediante espectrofotometría utilizando un autoanalizador clínico (Mindray BS-400, Bio-medical Electronics Co. LTD, Shenzhen-CH).

En un segundo experimento de 90 días de duración, se utilizaron 24 cabras asignadas a dos grupos, Control y DET (IMS para la dieta Control 1380 g/d, y 1729 g/d para DET). El último día del experimento se tomaron muestras de sangre de los animales y se analizaron los mismos parámetros plasmáticos y con idénticos procedimientos que en el experimento 1. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete SPSS Statistics de IBM mediante ANOVA de una vía y se aplicó el estadístico LSD para el ajuste del intervalo de confianza de comparaciones entre dietas, estableciéndose valores de P inferiores a 0,05 para considerar diferencias significativas, e inferiores a 0,1 como tendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los parámetros estudiados no se vio afectada por la dieta a los 30 días (Tabla 2) y sólo DEO incrementó los triglicéridos mientras que DET redujo la creatinina con respecto al control ($P < 0,05$). A los 90 días de ingestión los triglicéridos y la urea de la dieta DET fueron superiores a los de la dieta Control ($P < 0,05$). No obstante en ambos experimentos ninguno de los parámetros sanguíneos superó los valores estándar descritos para la raza (Sotillo et al., 1992).

Tabla 2. Efecto de la dieta sobre la bioquímica plasmática en las cabras tras 30 y 90 días

		DEO	DET	Control	EEM	P valor
A los 30 días (ensayo 1)						
<i>Minerales</i>	Calcio (mg/100 ml)	6,56	5,55	5,64	0,259	0,253
	Fosforo (mg/100 ml)	6,01	5,55	5,64	0,285	0,790
<i>Proteínas</i>	Proteínas totales (g/100 ml)	5,21	4,34	5,68	0,233	0,096
	Albumina (g/dl)	1,93	1,79	2,00	0,074	0,519
<i>Metabolitos</i>	Colesterol (mg/100 ml)	80,4	49,8	40,8	6,47	0,066
	Glucosa (mg/100ml)	52,4	45,0	51,6	2,51	0,442
<i>Cetonas</i>	Triglicéridos (mg/100 ml)	17,0 ^b	6,20 ^{ab}	3,20 ^a	1,82	0,022
	Lactato (mmol/l)	0,548	0,430	0,466	0,039	0,479
<i>Función renal</i>	Creatinina (mg/100ml)	0,630 ^b	0,445 ^a	0,626 ^b	0,028	0,038
	Urea (mg/dl)	50,0	43,6	37,2	2,04	0,073
<i>Función hepática</i>	Fosfatasa alcalina (U/l)	26,0	23,2	31,8	1,87	0,186
<i>Enzimas</i>	AST (U/l)	45,4	54,4	58,6	5,06	0,569
	ALT (U/l)	7,20	8,80	13,3	1,11	0,129
A los 90 días (ensayo 2)						
<i>Minerales</i>	Calcio (mg/100 ml)		7,54	6,41	0,386	0,160
	Fosforo (mg/100 ml)		5,24	5,02	0,327	0,740
<i>Proteínas</i>	Proteínas totales (g/100 ml)		5,73	5,67	0,415	0,937
	Albumina (g/dl)		2,10	1,93	0,129	0,518
<i>Metabolitos</i>	Colesterol (mg/100 ml)		101	75,7	10,1	0,219
	Glucosa (mg/100ml)		57,9	53,7	4,54	0,527
<i>Cetonas</i>	Triglicéridos (mg/100 ml)		37,5 ^b	15,5 ^a	4,62	0,028
	Lactato (mmol/l)		1,21	1,47	0,136	0,363
<i>Función renal</i>	Creatinina (mg/100ml)		0,595	0,615	0,051	0,849
	Urea (mg/dl)		40,4 ^b	29,8 ^a	2,4	0,039
<i>Función hepática</i>	Fosfatasa alcalina (U/l)		49,2	33,3	5,05	0,133
<i>Enzimas</i>	AST (U/l)		65,5	61,1	5,20	0,679
	ALT (U/l)		37,2	43,8	4,09	0,433

Control: granos y heno de alfalfa; DEO: Control + ensilado de subproducto de olivar; DET: control + ensilado de tomate

En el caso del empleo de la dieta DEO se comprobó, además, una tendencia ($P=0,066$) a presentar valores superiores de colesterol. La leche de cabra es rica en triglicéridos de cadena corta y en ácidos grasos que son utilizados por la glándula mamaria y así Zabaleta et al. (2012) atribuyeron una menor concentración de triglicéridos en sangre en cabras en lactación a un balance energético negativo. En cuanto a la función renal, la dieta DET redujo la concentración de creatinina ($P=0,038$) a los 30 días, efecto que no apareció a los 90 días. Sin embargo, la ingesta de DEO y DET tendió ($P<0,10$) a aumentar la urea a los 30 días, mientras que la ingesta de DET incrementó ($P=0,039$) la urea a los 90 días, sin que llegasen a superarse los límites determinados por Couto-Hack (2010) como normales. Tanto la creatinina como la urea plasmáticas son productos, de excreción renal, de la degradación nitrogenada. La concentración de urea en sangre puede aumentar por una sobrealimentación, cuando la ingestión de proteínas es elevada (Nozière et al., 2000). Así, cualquier proceso que induzca un aumento de la degradación de proteínas puede dar como resultado un incremento de urea en sangre (Kaneko et al., 1997). De estas observaciones se desprende que muy probablemente las dietas no estén provocando daño renal, que habría conllevado un aumento de la creatinina en sangre, sino, más bien, indiquen diferencias en el estado metabólico, inducidas por una mayor ingesta de proteína con las dietas DEO y DET. El resto de los parámetros estudiados, incluyendo aquellos que revelan daño hepático, no mostró variaciones entre dietas y los valores obtenidos se encontraron dentro de los límites normales descritos para caprino por diferentes autores (Fernández de Palacio et al. 1991, Sotillo et al. 1994, Matthews et al., 1999, Couto-Hack 2010). Se concluye que, en las circunstancias estudiadas, la inclusión de desechos de tomate o subproductos del olivar en la dieta de caprino en lactación no tiene un efecto negativo evidente sobre el bienestar animal, ya que no se superan los límites normales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arco-Pérez, A. et al. 2014. Anim. Prod. Sci. 54:10.
- Arco-Pérez, A. et al. 2015. ITEA • Broom, D.M. 1991. J. Anim. Sci. 69: 4167-4175.
- Broom, D.M. 2006. Appl. Anim. Behav. Sci. 97: 73–83.
- Couto-Hack, A.K. 2010. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Fernández del Palacio, M.J. et al. 1991. An. Vet. (Murcia) 6-7.
- Hendrix, C M (2002). Laboratory Procedures for Veterinary Technicians. 4th. Ed. Mosby. St. Louis.
- Kaneko, J.J. et al. 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932.
- Kerr, M.G. 2003. Exames laboratoriais em medicina veterinária – Bioquímica clínica e hematologia. 2ª ed. Ed. Roca. São Paulo. 436
- Matthews, J. 1999. Diseases of the Goat, Blackwell Science, Oxford. 332.
- Meyer, D.J. et al. 1995. Medicina de laboratorio Veterinária, Interpretação e Diagnóstico. Ed. Roca. São Paulo. 308
- Nozière, P. et al. 2000. Br. J. Nutr. 84: 821–828.
- Ohl, F. et al. 2012. Vet. J. 192: 13–19.
- Romero-Huelva, M. et al. 2012. J. Dairy Sci. 95:6015-6026.
- Sotillo, M J (1992). Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Sotillo, J. et al. 1994. An. Vet. (Murcia). 9-10.
- Zabaleta, J. et al. 2012. Rev. Científ. 22(3): 225-230.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (Proyecto AGL2011-27218) y la Comisión Europea (FP7-SOLID 266367).

EFFECT OF INCLUDING AGRO-INDUSTRIAL BY-PRODUCTS IN THE DIET OF DAIRY GOATS ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS

ABSTRACT: The inclusion of agroindustrial by-products in ruminants' diet represents an alternative to reduce reduced production costs and the environmental impact. However, feeding non-conventional feeds may cause malnutrition or toxicity, and consequently affect animal welfare. The aim of this work was to study blood chemical parameters of lactating goats fed the following diets: Total Mixed Ratio (TMR), oat hay and glycerine (78:20:2, Control diet); TMR, tomato surplus silage and sunflower oil (78:20:2, TSD); TMR, olive oil byproducts silage and sunflower oil (78:20:2, OSD), for 30 days. Another study was carried out with OSD during 90 days. Differences were found on triglycerides, creatinine and urea ($P<0.05$); but in all cases the recorded values were within the physiological reference levels. It was concluded that these diets did not affect physiological welfare of the animals.

Keywords: By-products, lactating goats, welfare, blood analysis.

CARACTERIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y PERFILES METABÓLICOS DE NOVILLAS SOMETIDAS A DIVERSOS MANEJOS ALIMENTICIOS DURANTE LA LACTACIÓN Y LA RECRÍA

Casasús I., Rodríguez-Sánchez J.A., Ferrer J., Sanz A.
CITA-Aragón, Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. icasasus@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En ganado vacuno se ha determinado que la capacidad fermentativa y enzimática ruminal se encuentra totalmente establecida a partir del mes de edad (Rey et al., 2012), aunque durante la lactación los perfiles de fermentación ruminal pueden variar en función de la disponibilidad de leche o concentrado (Kristensen et al., 2007). Tras el destete, éstos dependerán de la relación forraje/concentrado de la dieta (Lascano y Heinrichs, 2009), que generalmente es diferente en las dietas de recría de hembras para vida con respecto a las de cebo intensivo de terneros, más estudiadas. Una vez absorbidos, los productos de la fermentación influirán en el metabolismo y el rendimiento animal a través de distintas rutas. El objetivo de este trabajo fue analizar en novillas de una raza cárnica las repercusiones de la dieta recibida durante las fases de lactación y recría sobre la fermentación ruminal y su relación con diversos indicadores nutricionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 terneras de raza Parda de Montaña nacidas en otoño de 2010 en la Finca Experimental "La Garcipollera", divididas al nacimiento en cuatro lotes homogéneos. Sobre ellas se aplicó un diseño factorial 2x2 con dos objetivos de crecimiento en lactación (LACT 0-6 m: 1000 vs. 700 g/d en L-Alto y L-Bajo, respectivamente) y dos en recría (RECR 6-15 m: 1000 vs. 700 g/d en R-Alto y R-Bajo, respectivamente). A lo largo del ensayo se mantuvieron estabuladas, con cama de paja y alimentadas en grupo.

Durante la lactación las terneras se alimentaron con la leche de sus madres, y además los lotes L-Alto dispusieron de un preparado comercial de iniciación (30% maíz, 15% cebada; 24,5% FND, 18,6% PB), suministrado a voluntad. En la fase de recría las novillas recibieron heno de alfalfa a voluntad (53,1% FND, 18,7% PB), suplementado con pienso de crecimiento (44% maíz, 22% cebada; 30,5% FND, 16,4% PB) en cantidad ajustada mensualmente por lote para alcanzar el objetivo de ganancia (a los 15 m, 12 y 3 g/kg PV/d en R-Alto y R-Bajo, respectivamente). La producción lechera de las madres al destete se estimó por ordeño mecánico, y el consumo de alimentos se registró diariamente por lote.

Al finalizar ambas fases (6 y 15 m para LACT y RECR, respectivamente) se procedió a la extracción de líquido ruminal mediante bomba de vacío a las 2,5 h de suministrar la oferta diaria de alimentos a cada lote (y del amamantamiento a los 6 m). Tras el filtrado se determinó el pH del líquido ruminal mediante un pHmetro portátil Crison 507 y se obtuvieron muestras por duplicado para el análisis de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco (NH₃). En el primer caso a 4 ml de líquido ruminal se añadió 1 ml de mezcla de H₃PO₄ 0,5 M y ácido 4-metil-valérico 50 mM, y para el análisis de NH₃ se añadieron 10 ml de HCl 0,2N a 10 ml de líquido ruminal, congelándose las muestras a -20 °C hasta su análisis. Los AGV se determinaron por cromatografía de gases (Agilent 6890) mediante el método de Jouany (1982), y el NH₃ mediante colorimetría según el método de Chaney y Marbach (1962).

Durante el ensayo se registraron semanalmente los pesos y se tomaron muestras de sangre mensuales para determinar los niveles plasmáticos de metabolitos relacionados con el estado nutricional. Mediante un analizador automático (GernonStar) se determinaron las concentraciones de glucosa (método glucosa oxidasa/peroxidasa), urea (test UV cinético), beta-hidroxi-butilato (B-OH-B) y colesterol (métodos enzimático-colorimétricos). Los ácidos grasos no esterificados (AGNE) se analizaron por colorimetría enzimática (kit Randox Laboratories). A efectos de este trabajo, se consideraron sólo los valores de peso, ganancia media diaria (GMD) en el mes previo y concentraciones de los metabolitos obtenidos a los 6 y 15 meses, coincidiendo con los muestreos de líquido ruminal.

Estos parámetros se compararon en cada fecha de muestreo (6 y 15 m) mediante análisis de varianza (PROC GLM), considerando los manejos aplicados en lactación y recría y su interacción como efectos fijos. Se presentan las medias mínimo cuadráticas y el error estándar de la media (*e.e.m.*) para los distintos tratamientos. Las relaciones entre variables se establecieron mediante el coeficiente de correlación de Pearson (*r*, PROC CORR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al destete (6 m), las terneras de ambos lotes tuvieron similar consumo de leche (7,20 y 7,41 kg/d en L-Alto y L-Bajo, equivalente a 0,89 y 0,92 kg MS de sólidos lácteos/d, NS), con un consumo de pienso en el lote L-Alto de 3,08 kg MS/d. Al finalizar la recría (15 m), el consumo de pienso fue de 4,50 y 0,90 kg MS/d en R-Alto y R-Bajo, y el de heno de 6,37 y 9,06 kg MS/d, resultando dietas con un 59% y un 91% de forraje, respectivamente.

A los 6 meses, la mayoría de los parámetros de fermentación ruminal difirieron entre los dos manejos aplicados en lactación (Tabla 1). El líquido ruminal de las terneras de los lotes L-Alto tuvo mayor pH y concentración de NH₃ que en las de L-Bajo. La cantidad total de AGV no difirió entre tratamientos, pese al diferente consumo total de MS; quizá el consumo de paja de la cama enmascaró posibles diferencias. Las terneras L-Alto presentaron mayor proporción de ácido propiónico y butírico, menor de acético y menor ratio acético/propiónico que en L-Bajo, como corresponde a la fermentación de una dieta con alta proporción de concentrado combinada con el amamantamiento (Soto-Navarro et al., 2004).

Tabla 1. Parámetros de fermentación ruminal registrados a los 6 y 15 meses en terneras sometidas a distintos manejos alimenticios durante la lactación (L) y la recría (R).

	LACTACIÓN		RECRÍA		e.e.m.	significación		
	L-Alto	L-Bajo	R-Alto	R-Bajo		L	R	LxR
6 meses								
pH	6,84 a	6,55 b	6,78	6,61	0,26	*	NS	NS
NH ₃ , mg/l	64,21 a	9,8 b	40,7	33,31	12,89	***	NS	NS
AGV totales, mM	68,28	72,70	69,69	71,30	13,26	NS	NS	NS
Acético, %	52,23 b	75,31 a	63,62	63,93	4,17	***	NS	NS
Propiónico, %	21,36 a	16,90 b	19,05	19,20	2,06	***	NS	NS
Butírico, %	19,7 a	5,97 b	13,17	12,49	2,35	***	NS	NS
Valérico, %	2,29 a	0,29 b	1,43	1,16	0,73	***	NS	NS
Isobutírico, %	2,28 a	1,2 b	1,6	1,89	0,58	**	NS	NS
Isovalérico, %	2,14 a	0,33 b	1,14	1,33	0,43	***	NS	NS
Acét/Prop	2,5 b	4,49 a	3,51	3,47	0,46	***	NS	NS
15 meses								
pH	7,43	7,51	7,28	7,66	0,36	NS	NS	NS
NH ₃ , mg/l	106,08 a	74,41 b	116,65 a	63,84 b	18,07	**	***	NS
AGV totales, mM	50,13	36,83	55,54 a	31,42 b	13,08	NS	**	NS
Acético, %	60,61	60,73	56,93 b	64,41 a	1,77	NS	***	*
Propiónico, %	17,29	19,24	20,48 a	16,05 b	2,59	NS	**	NS
Butírico, %	15,87 a	13,87 b	16,28 a	13,47 b	1,74	*	*	NS
Valérico, %	1,63	2,06	2,47 a	1,22 b	0,65	NS	**	NS
Isobutírico, %	2,52	2,37	2,27 b	2,63 a	0,31	NS	*	NS
Isovalérico, %	2,09 a	1,72 b	1,58 b	2,23 a	0,31	*	**	NS
Acét/Prop	3,54	3,38	2,89 b	4,02 a	0,38	NS	***	NS

Para cada línea y efecto fijo, letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Al destete, el peso y la GMD fueron mayores en el tratamiento L-Alto que en el L-Bajo (Tabla 2). Las terneras L-Alto tuvieron mayor concentración plasmática de glucosa y B-OH-B, y menores de colesterol y AGNEs que las L-Bajo, sin observarse diferencias en los niveles de urea. La concentración de glucosa se relacionó con la producción ruminal de ácido propiónico ($r=0,64$, $p<0,01$), principal sustrato para la producción de glucosa en hígado, y negativamente con la de acético ($r=-0,79$, $p<0,001$). El B-OH-B plasmático fue proporcional al ácido butírico ruminal ($r=0,86$, $p<0,001$), del que proviene en su mayoría por metabolismo en la pared del rumen. Los AGNEs, indicadores de un peor estado nutricional, se relacionaron con la proporción de ácido acético ($r=0,48$, $p<0,05$), mientras que la urea plasmática se relacionó con el NH₃ ruminal ($r=0,62$, $p<0,01$).

A los 15 meses, el manejo aplicado en recría afectó a la mayoría de los parámetros de fermentación ruminal (Tabla 1). Aunque el pH fue similar, los lotes R-Alto presentaron mayor

concentración de NH₃ y AGV totales que los R-Bajo, mayor concentración de ácido propiónico y butírico, menos acético y menor relación acético/propiónico, como observaron Lascano y Heinrichs (2009) en novillas alimentadas con distinta relación forraje/concentrado.

Tabla 2. Rendimientos y perfiles metabólicos a los 6 y 15 meses en terneras sometidas a distintos manejos alimenticios durante la lactación y la recría.

	LACTACIÓN		RECRIA		e.e.m.	significación		
	L-Alto	L-Bajo	R-Alto	R-Bajo		L	R	LxR
6 meses								
Peso, kg	250 a	193 b	221	222	29	**	NS	NS
GMD, kg/d	1,403 a	0,813 b	1,094	1,122	0,09	***	NS	NS
Urea, mmol/l	5,81	4,59	5,68	4,73	0,49	*	NS	NS
Glucosa, mmol/l	5,91 a	4,76 b	5,41	5,26	0,16	***	NS	NS
Colesterol, mmol/l	4,50 b	6,30 a	5,89	4,91	0,56	**	NS	NS
AGNE, mmol/l	0,19 b	0,34 a	0,3	0,23	0,05	**	NS	NS
B-OH-B, mmol/l	0,29 a	0,13 b	0,19	0,23	0,02	***	NS	NS
15 meses								
Peso, kg	441 a	401 b	437 a	405 b	16	*	*	NS
GMD, kg/d	0,644	0,662	0,76 a	0,546 b	0,05	NS	***	NS
Urea, mmol/l	6,30 b	7,34 a	6,68	6,91	0,28	**	NS	NS
Glucosa, mmol/l	4,60	4,70	4,78 a	4,52 b	0,08	NS	**	NS
Colesterol, mmol/l	3,09	3,19	3,89 a	2,39 b	0,27	NS	***	NS
AGNE, mmol/l	0,15	0,13	0,15	0,13	0,05	NS	NS	NS
B-OH-B, mmol/l	0,29	0,29	0,25 b	0,33 a	0,04	NS	*	NS

El peso y la ganancia en el mes previo fueron mayores en los lotes R-Alto que en R-Bajo, si bien hubo un efecto residual del manejo recibido en lactación sobre el peso (Tabla 2). Los niveles de urea y AGNEs en plasma no difirieron entre tratamientos, pero las novillas R-Alto tuvieron mayor concentración de glucosa y colesterol y menor de B-OH-B que las R-Bajo, por su mayor balance energético. Mientras la GMD, glucosa y colesterol fueron inversos a la relación acético/propiónico ($r=-0,52$, $-0,50$ y $-0,82$, respectivamente, $p<0,05$), los niveles de B-OH-B fueron proporcionales a dicho ratio ($r=0,64$, $p<0,01$), evidenciando una clara respuesta fisiológica a la relación forraje/concentrado en la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chaney A.L. & Marbach E.P., 1962. Clin. Chem. 8: 130-132.
- Jouany J.P., 1982. Science alimentaire 2: 131-144.
- Kristensen N.B. *et al.*, 2007. J. Dairy Sci. 90: 4346-4355.
- Lascano G.J. & Heinrichs A.G., 2009. Livest Sci. 124: 48-57.
- Rey M. *et al.*, 2012. J. Dairy Sci. 95: 1500-1512.
- Soto-Navarro S.A. *et al.*, 2004. J. Anim. Sci. 82: 3560-3566.

Agradecimientos: Al personal técnico del CITA y Universidad de Zaragoza; Gobierno de Aragón e INIA-FEDER (beca predoctoral, proys. RTA2010-57, RZP2009-05 y RZP2010-02).

RUMINAL FERMENTATION AND METABOLIC PROFILES OF BEEF HEIFERS UNDER DIFFERENT FEEDING TREATMENTS DURING LACTATION AND REARING

ABSTRACT: This study analysed the effects of different diets offered during the lactation and rearing phases on the ruminal fermentation patterns and metabolic profiles of Parda de Montaña beef heifers at 6 and 15 months of age. At 6 months, most ruminal parameters and plasmatic metabolites differed between feeding treatments applied in lactation, and so did at 15 months between rearing treatments. Ruminal ammonia concentration, total VFA, acetate, propionate and butyrate molar proportions were related to growth rate, glucose, cholesterol, beta-hydroxybutyrate and NEFA (r values depending on sampling time), which clearly shows the metabolic responses to concentrate supplementation levels in the diet.

Keywords: beef heifers, ruminal fermentation, concentrate supplementation.

EFFECTO DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRADO Y PAJA (POR SEPARADO O EN FORMA DE MEZCLA) SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL EN TERNEROS DE CEBO INTENSIVO

Gimeno, A., Al Alami, A., Schauf, S., de Vega, A., Fondevila, M., Castrillo, C.
IUCA, Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza. agimenomiguel@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El cebo de terneros en España se basa fundamentalmente en la administración de concentrado y paja de cereal a voluntad. Con este sistema el consumo de paja suele verse reducido a un 5-10%, lo que unido a la ingestión de grandes cantidades de almidón puede resultar en la aparición de acidosis ruminal (González et al., 2012). En los últimos años, se ha estudiado el efecto de la oferta conjunta de concentrado y paja (unifeed) sobre el rendimiento productivo y el ambiente ruminal (Moya et al., 2011; Casasús et al., 2012; Posado et al., 2013), aunque en la mayoría de los casos el unifeed estaba formulado con una mayor proporción de forraje (del 15 al 80%) generalmente de mayor calidad que la paja. No obstante, la administración de concentrado y paja en forma de unifeed en las proporciones consumidas en el sistema tradicional de cebo intensivo podría permitir la obtención de elevados ritmos de crecimiento favoreciendo a su vez la sincronía entre el aporte de almidón y fibra, lo que disminuiría el riesgo de trastornos ruminales. El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de suministrar el concentrado y la paja por separado o en forma de unifeed sobre la fermentación ruminal de terneros en cebo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron diez terneros machos de raza Frisona de 4 meses de edad, provistos de una cánula ruminal (2 cm d.i.) alojados individualmente. Las dietas experimentales consistieron en un concentrado (g/kg MF: maíz, 337; cebada, 337; harina de soja 44% PB, 130; gluten feed 19% PB, 62; harina de girasol 30% PB, 47; salvado y tercerillas, 40; aceite de palma, 21; melaza de caña, 20; CO₃Ca, 13; PO₄HCa, 6; corrector, 4; y NaCl, 3) y paja de cebada ofrecidos por separado o juntos en forma de unifeed. La paja de la dieta SEP fue usada directamente de la bala de paja (5-15 cm), mientras que la de la dieta UNI fue previamente picada a 3-5 cm para permitir el mezclado de los ingredientes y evitar su selección. Los tratamientos fueron administrados en una única distribución diaria (8:00 h) asegurando su disponibilidad *ad libitum*. Cada uno de los animales recibió ambos tratamientos en dos periodos consecutivos de 40 días según una distribución en *change-over* (5 animales por tratamiento y periodo). La proporción de paja incluida en la dieta UNI se ajustó al 8% en el primer periodo y al 10% en el segundo. En los días 36 y 40 de cada periodo se tomaron muestras de líquido ruminal, justo antes de la distribución del alimento y 3, 6, 9 y 12 h después, para medir el pH y analizar la concentración de amoníaco, ácidos grasos volátiles (AGV) y ácido láctico. Se determinó el consumo de alimento en los días de muestreo, en los mismos periodos de muestreo. Los resultados fueron analizados estadísticamente usando el procedimiento MIXED del SAS (versión 9.2) considerando la dieta y la hora de muestreo como efectos fijos y el animal × periodo dentro de la dieta como efecto aleatorio. En caso de detectar efectos significativos, las medias de tratamientos se compararon por el test de Tukey ($P < 0,05$). Probabilidades menores de 0,05 y 0,10 se consideraron significativas y tendentes a la significación, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo medio de alimento durante los días de muestreo fue de 11,2 y 10,7 kg de materia fresca (MF) con el alimento aportado por separado y mezclado, respectivamente ($P > 0,10$). El patrón de ingestión no se vio afectado por la dieta, registrándose los mayores consumos a las 3 horas tras la distribución del alimento (26% del total) y entre las 9 y 12 h (20%). El consumo de paja de los animales que recibieron el alimento por separado fue inferior a la proporción incluida en la mezcla (5 vs. 8% y 7 vs. 10%, en el primer y segundo periodos, respectivamente). Los animales alimentados con el alimento mezclado presentaron un pH medio diario mayor que los que lo recibieron por separado (6,09 vs. 5,87, $P < 0,001$), manteniéndose esta tendencia en todas las horas (Figura 1) a excepción del muestreo inicial (0h). Por otra parte, el aporte del alimento mezclado resultó en una mayor

concentración media de amoniaco (110 vs. 89,0 mg/l, $P<0,001$) y en una menor concentración media de AGV (92,9 vs. 104 mmol/l, $P=0,008$) en comparación con el aporte del alimento por separado (Tabla 1). Dichas diferencias se mantuvieron a lo largo de los periodos de muestreo.

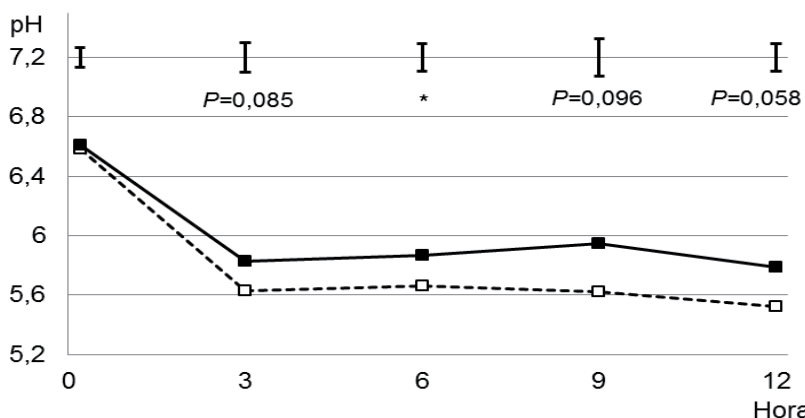


Figura 1. Efecto de la forma de distribución del concentrado y de la paja (por separado --□-- o en forma de unifeed --■--) sobre el pH ruminal de los terneros. Las barras representan el error estándar de la media para la comparación entre tratamientos dentro de cada hora.

Tabla 1. Efecto de la forma de distribución del concentrado y de la paja (por separado – SEP – o en forma de unifeed – UNI) y de la hora de muestreo sobre la concentración de amoniaco, ácido láctico y ácidos grasos volátiles (AGV) totales y la ratio acético:propiónico (A:P) en el líquido ruminal de los terneros.

	Tiempo (h)	Dieta		Media	eed ¹	eed ²	P ³	
		Separado	Mezclado				dieta	tiempo
Amoniaco (mg/l)	0	113	131	122a	6,04	10,12	<0,001	<0,001
	3	72,2	117	94,5b				
	6	63,3	75,3	69,3c				
	9	85,4	101	93,2b				
	12	91,0	118	105ab				
Ácido láctico (mg/l)	0	51,7	61,8	56,8b	16,46	19,52	0,208	0,003
	6	101	147	124a				
	12	114	120	117a				
AGV totales (mmol/l)	0	74,4	69,6	72,0b	4,06	6,80	0,008	<0,001
	3	108	98,6	103a				
	6	118	101	110a				
	9	113	101	107a				
	12	120	107	114a				
Ratio A:P	0	1,25	1,68	1,46	0,079	0,132	<0,001	0,175
	3	1,12	1,71	1,42				
	6	1,02	1,40	1,21				
	9	1,07	1,27	1,17				
	12	1,03	1,49	1,26				

^{1,2}Errores estándar de la diferencia para la comparación entre dietas y entre horas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre horas ($P<0,05$).³ La interacción no fue significativa para ninguno de los parámetros estudiados

Las proporciones molares de los principales AGV también se vieron afectadas por la forma de distribución del alimento, de forma que los animales que recibieron el alimento mezclado presentaron mayores concentraciones medias diarias de ácido acético (477 vs. 399 mmol/mol) y butírico (124 vs. 104 mmol/mol) y menores concentraciones de ácido propiónico (339 vs. 427 mmol/mol) y valérico (26,0 vs. 28,9 mmol/mol), además de una mayor ratio acético:propiónico (1,52 vs. 1,07) en comparación con los alimentados con el alimento por separado ($P<0,001$). Además, la dieta mezclada resultó en un menor porcentaje de observaciones individuales de $\text{pH}<5,6$ (14 vs. 37%) y $\text{AGV}>150\text{mM}$ (6,3 vs. 9,4%), considerados umbrales de acidosis subaguda (Nagaraja y Titgemeyer, 2007) que cuando los alimentados se distribuyeron por separado. Estos resultados indican que la administración de la dieta en forma de mezcla promovió una fermentación más atemperada a lo largo del día en comparación con la observada cuando los ingredientes fueron suministrados por separado, lo que contrasta con los resultados obtenidos por Moya et al. (2011) y Posado et al. (2013). Dado que el patrón de ingestión del alimento no se vio afectado por la forma de administración de la dieta, estos resultados pueden atribuirse a la sincronía entre los aportes de almidón y fibra, junto con la mayor proporción de paja consumida por los animales que recibieron la dieta mezclada en comparación con los animales que recibieron la paja por separado, lo que pudo dar lugar a una mayor masticación y rumia y, en consecuencia a una mayor salivación. A la vista de estos resultados, la administración del pienso y paja en forma de mezcla podría ser una alternativa para prevenir la aparición de acidosis, aunque se precisa más información para determinar el resultado usando diferentes proporciones de paja en la mezcla y cómo se verían afectados los rendimientos productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● Casasús, I., et al. 2012. ITEA 108: 191–206. ● González, L.A., et al. 2012. Anim. Feed Sci. Technol. 172: 66–79. ● Moya, D., et al. 2011. J. Anim. Sci. 89: 520–530. ● Nagaraja, T.G. & Titgemeyer, E.C. 2007. J. Dairy Sci. 90: 17–38. ● Posado, R., et al. 2013. XV Jornadas sobre Producción Animal. AIDA. Zaragoza, pp 261-263.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto AGL2009-12026), con la ayuda del Departamento de Industria e Innovación (Gobierno de Aragón) y el Fondo Social Europeo. Gimeno, A., disfrutó de una beca FPI BES-2010-039495.

EFFECT OF THE DISTRIBUTION FORM OF CONCENTRATE AND STRAW (SEPARATELY OR AS TOTAL MIXED RATION) ON RUMINAL FERMENTATION OF BEEF CALVES FED HIGH-GRAIN DIETS

ABSTRACT: The effect of offering the concentrate and the straw separately (separate) or together as a total mixed ration (TMR) on rumen fermentation (rumen pH and ammonia, lactic acid and volatile fatty acid – VFA – concentrations) and feed intake pattern of ten intensively reared calves was studied in a two 42-day periods experiment, following a change-over arrangement. The proportion of straw included in total mixed ration on each period varied from 8 to 10%, according to previous experiments. No differences on feed intake pattern were promoted (11.19 vs. 10.74 kg FM for separate and TMR distribution, respectively, $P>0.10$), although separate distribution reduced the intake of straw (5 and 7% in first and second period). Animals fed the total mixed ration showed a more buffered rumen fermentation, characterised by higher daily mean rumen pH (6.09 vs. 5.87, $P<0.001$), ammonia concentration (110 vs. 89.0 mg/l, $P<0.001$) and acetic to propionic ratio (1,52 vs. 1.07, $P<0.001$) and lower total VFA concentration (92.9 vs 104 mmol/l, $P=0.008$), as well as less observations indicative of acidosis – $\text{pH}<5.6$ (14 vs. 37%) and total $\text{VFA}>150\text{mM}$ (6.3 vs. 9.4%) – compared to those fed the concentrate and straw separately. In view of the results, feeding the diet as a total mixed ration might be interesting to prevent acidosis.

Keywords: beef cattle, total mixed ration, high-concentrate diet, ruminal acidosis

CEBO DE TERNEROS FRISONES: VARIACIÓN DEL pH RUMINAL EN FUNCIÓN DE LA DIETA

Posado, R., Tabernero de Paz, M.J., García-García, J.J. y Bodas, R.
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León-Subdirección de Investigación y Tecnología.
Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León. Carretera de Carbajosa
S/N-Bajo. 37008 Salamanca. ita-posferra@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El cebo de terneros basado en la utilización de ensilados se ha propuesto como una alternativa al sistema tradicional de disposición a voluntad de pienso y paja en aras de estimular el funcionamiento del rumen, respetando la condición de rumiante de estos animales (Calsamiglia et al., 2012; Casasús et al., 2011, 2012; González et al., 2012). Además, el interés creciente de los consumidores por el bienestar de los animales, así como el intento por parte de los productores de carne de mantenerse al margen de las grandes oscilaciones en los precios de las materias primas para la fabricación de piensos han dado lugar a un auge en el uso de estos sistemas alternativos, basados en la utilización de una mayor proporción de forrajes (pastoreo, forrajes verdes o ensilados) en la ración de los animales en cebo, a pesar de que los resultados de ritmo de crecimiento no son tan elevados, controlados ni predecibles como los obtenidos cuando se utilizan raciones a base de pienso y paja (Casasús et al., 2012; O'Kiely et al., 2011). El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto de dos dietas diferentes, una basada en el empleo de microsilos (mezcla de ensilado, paja y pienso) y la otra convencional (pienso concentrado y paja a voluntad) sobre el pH y la temperatura ruminal de terneros de raza frisona mantenidos en condiciones prácticas de explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de un grupo de 20 terneros de raza frisona, con un peso medio inicial de $104 \pm 7,3$ kg (2,5 meses de edad). Los animales se distribuyeron en 2 lotes en función del tipo de alimentación empleado: uno alimentado con microsilos fabricados por Pecogasa S. Coop. a partir de una mezcla de silo de maíz, paja de cereal y pienso concentrado (grupo microsilo) y el otro con el sistema de cebo tradicional con paja y pienso a voluntad (grupo pienso). Todos los animales permanecieron en los respectivos lotes durante todo el periodo de cebo y fueron vacunados contra clostridiosis (Miloxan, Merial Laboratorios, España). La composición química sobre materia seca de las raciones está detallada en la Tabla 1. Cada lote de animales recibió la correspondiente dieta a voluntad en comedero corrido.

Tabla 1. Composición química de las raciones utilizadas en el ensayo

	Humedad (%)	PB (%)	FND (%)	FAD (%)	EE (%)
Microsilo	49%	11,2	25,8	13,3	5,2
Pienso	11,7%	16,4	17,9	8,0	4,6

A los 8 meses en periodo de cebo, se midió el pH ruminal de forma continua mediante una sonda interna sin cables (smaXtec animal care sales GMBH, Graz, Austria), que recoge los valores de pH y temperatura cada 10 minutos durante todo el periodo de medida. Cada sonda fue calibrada antes de introducirla en vía oral en el retículo-rumen de los animales usando estándares de pH 4 y 7. Se utilizaron 4 sondas (2 animales/grupo) durante las 4 semanas previas al sacrificio ($442 \pm 6,7$ kg y 11 meses de edad).

Los datos de temperatura y pH obtenidos fueron, en primer lugar, promediados para cada día como máximo, mínimo y medio, área bajo la curva y proporción del tiempo en el cual el pH estuvo por debajo de 6,2, 5,8 y 5,4. Se calculó asimismo el valor de pH medio cada hora dentro de cada día, para cada animal.

Con respecto a la temperatura se procesaron los datos máximo, mínimo y medio, tiempo por debajo de 38,4 y por encima de 39,4 y 39,8 °C. La temperatura muestra un descenso inmediato y acusado seguido de un incremento lento hasta cerca de la temperatura previa a la ingestión de agua (Dye y Richards, 2008). El comienzo de un evento de bebida se identificó cuando la temperatura ruminal sufrió un descenso superior a 0,28 °C desde la medida anterior. El final del periodo de bebida se consideró cuando la temperatura fue

superior a 38,4 °C o cuando la temperatura cesó de incrementar en un periodo de 10 minutos.

Los datos de pH y temperatura fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, seleccionándose la estructura de covarianza (autorregresiva de primer orden) en función del criterio Bayesiano de Schwarz y el de Akaike. En el análisis, la dieta, el día y su interacción fueron considerados como efectos fijos, y el animal dentro del tratamiento como efecto aleatorio. Se utilizó el software estadístico SPSS 16.0 para Windows (IBM Corp., Nueva York, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de cebo, el pH medio, máximo y mínimo del rumen fue mayor en los terneros que ingirieron microsilo que en los que ingirieron pienso (Tabla 2). En consonancia con las características de las dietas, cabe esperar un pH ruminal más elevado en la dieta con mayor contenido en fibra (grupo microsilo). Además, cuando se alcanzó el pH mínimo (tasa de fermentación de los carbohidratos en el rumen más elevada), la temperatura ruminal fue más alta en los terneros que ingirieron pienso que en los que ingirieron microsilo. Esto es consecuencia de una mayor actividad fermentativa de la microbiota ruminal (que ocasiona un incremento de temperatura), así como de fenómenos inflamatorios de la mucosa ruminal a consecuencia de episodios de acidosis. Del mismo modo, el tiempo que el rumen pasa a pH más bajos es mayor en los terneros que ingirieron pienso que en los que ingirieron microsilo. El tiempo a pH más bajos varió en función del día considerado ($P < 0,001$); las interacciones entre dieta y día para el pH mínimo o tiempo a $pH < 5,4$ indican que algunos días las diferencias entre grupos no fueron evidentes.

Tabla 2. Valores medios estimados de pH y temperatura ruminal para los animales de cada dieta.

	Dieta			Significación		
	microsilo	pienso	e.e.m.	dieta	día	dieta*día
pH						
Medio	6,30	5,59	0,110	**	n.s.	t
Mínimo	5,75	5,04	0,133	***	n.s.	*
Máximo	6,76	6,05	0,079	***	n.s.	n.s.
Temperatura a pH mínimo	39,0	39,4	0,27	**	n.s.	n.s.
Temperatura a pH máximo	39,4	39,7	0,17	n.s.	n.s.	n.s.
Tiempo (min/día) a pH <						
6,2	444	1235	142,8	***	n.s.	n.s.
5,8	115	827	155,8	**	n.s.	n.s.
5,4	20	510	63,6	***	***	***
Temperatura						
Media	39,2	39,5	0,16	n.s.	**	**
Mínima	35,8	35,5	0,37	**	**	n.s.
Máxima	40,2	40,5	0,10	***	*	n.s.
pH a temperatura mínima	6,26	5,63	0,075	***	*	*
pH a temperatura máxima	6,17	5,38	0,184	**	n.s.	n.s.
Tiempo (min/día) a temperatura >						
39,4 °C	630	923	97,6	*	**	**
39,8 °C	171	571	85,8	***	*	t
Estimación del número de veces que el animal bebe al día	5,1	5,2	1,15	n.s.	t	*

Nivel P: n.s. (no significativo) = $P > 0,10$; t = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

La temperatura ruminal media no fue diferente entre los grupos experimentales. Las diferencias observadas en la temperatura mínima podrían estar relacionadas con una mayor ingestión de agua de bebida en el grupo pienso, mientras que las diferencias en la temperatura máxima concuerdan con lo observado en el caso del pH, mostrando los

terneros que ingirieron pienso mayores valores que los terneros que ingirieron microsilo. En este sentido, el rumen de los terneros que ingirieron pienso pasó más tiempo a temperaturas más elevadas que los que ingirieron microsilo. El efecto significativo del día para la mayoría de las variables relacionadas con la temperatura indica una elevada variación diaria en este parámetro, mientras que la interacción con el efecto de la dieta pone de manifiesto que el efecto de la dieta no fue significativo todos los días de medición.

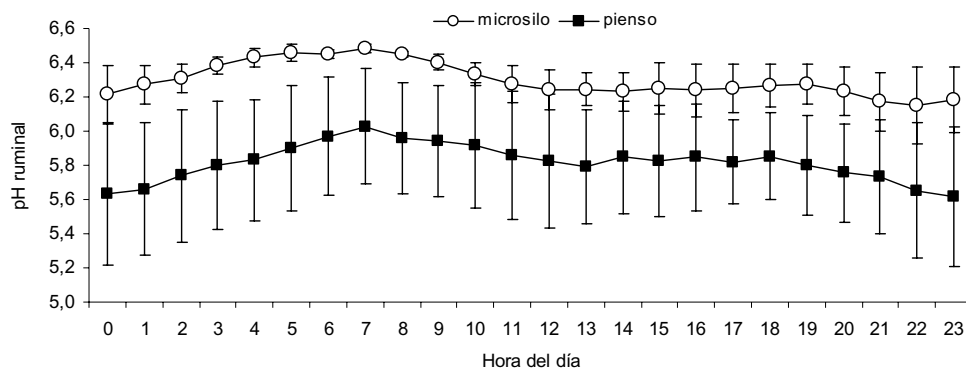


Figura 1. Evolución del pH ruminal medio a lo largo del día para cada grupo experimental.

La dinámica de evolución diaria del pH ruminal (Figura 1), salvando las diferencias en los valores medios, es similar en ambos grupos, alcanzándose un valor máximo alrededor de las 08:00 (previo a la distribución del alimento fresco), descendiendo desde entonces hasta alcanzar el pH mínimo hacia las 22:00.

Así, el empleo de una dieta a base de ensilados resulta en unas mejores condiciones ruminales que favorecerán la digestión de la parte fibrosa de la ración y redundarán en un mayor grado de bienestar para los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsamiglia et al. 2012. Anim. Feed Sci. Technol. 172: 42-50.
- Casasús et al. 2011. XIV Jornadas sobre Producción Animal. AIDA. Zaragoza, pp.61-63.
- Casasús et al. 2012. ITEA 108: 191-206.
- Dye & Richards. 2008. J. Anim. Sci. 86 (Suppl. 3): 114.
- González et al. 2012. Anim. Feed Sci. Technol. 172: 66-79.
- O'Kiely, P. 2011. Irish J. Agric. Food Res. 50 (2): 189-207.

Agradecimientos: Pecogasa, S.Coop. (Salamanca) y Bernardo Sánchez e Hijos, S. Coop (Amatos de Alba, Salamanca).

EFFECT OF DIET ON RUMEN pH DYNAMICS IN FRIESIAN FATTENING BULLS

ABSTRACT: This study shows the effect of two diets for fattening Friesian bulls, one being the conventional system (concentrate plus straw) and the other based on a micro-silage of maize silage, straw and concentrate, both supplied *ad libitum*. After 8 months on fattening, rumen pH and temperature dynamics were measured using internal wireless boluses. Average, maximum and minimum rumen pH values were higher in the bulls fed with the micro-silage than those fed concentrates ($P < 0.01$). Average rumen temperature was not affected, but rumen from concentrate-fed bulls spent more time at high temperatures than in micro-silage-fed bulls ($P < 0.05$). Rumen pH values reached their maximum at 8:00, beginning afterwards to drop down to the minimum at 22:00. Therefore, the diet based on silage enhanced rumen environment, thus contributing to improve animal welfare.

Keywords: beef cattle, total mixed ration, temperature, rumen pH

SEGUIMIENTO CONTINUO DE LOS CAMBIOS DE pH Y TEMPERATURA RUMINAL MEDIANTE SENSORES INALÁMBRICOS Y MODELOS LOGÍSTICOS EN CABRAS

Castro-Costa¹, A., Caja¹, G., Salama¹, A.A.K., Moll², X., Aguiló³, J.

¹Grup de Recerca en Remugants (G2R), ²Grup d'Investigació en Cirurgia Experimental i Anestesiologia (GRESA); ³Grup d'Aplicacions Biomedicas (GAB); Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.

E-mail: gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La lectura continua por telemetría de las condiciones ruminales permite evaluar la respuesta a tratamientos alimenticios de forma dinámica y el efecto de las interacciones ambientales y de manejo (Eigenberg et al., 2008; Rutten et al., 2013). Los bolos ruminales inalámbricos, basados en el uso de radiofrecuencia, han sido utilizados en ganado vacuno para estudiar las variaciones de la temperatura corporal durante el estro y el parto (Cooper-Prado et al., 2011), así como para la detección de acidosis ruminal subclínica (Alzahal et al., 2009) e infecciones mamarias (Alzahal et al., 2011), lo que indica su posible potencial de uso en la práctica. Sin embargo, su aplicación en pequeños rumiantes es muy limitada dado el tamaño de los dispositivos disponibles en el mercado.

El objetivo del presente estudio fue estudiar las posibilidades de utilización en ganado caprino y los efectos de condiciones extremas de alimentación o ambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Bolos ruminales inalámbricos: Los bolos ruminales utilizados (n = 8; KB1001, Kahne, Auckland, Nueva Zelanda) estaban diseñados para ser aplicados oralmente en bovinos de más de 300 kg PV y formados por un tubo de copolímero de forma cilíndrica con un tamaño de 27×145 mm y 70 g de peso, con alas flexibles en un extremo y electrodos de pH en el otro. En su interior se encontraban situados los sensores de pH (rango, 4-8; precisión, ±0,02) y temperatura (rango, 0-45°C; precisión, ±0,8°C), una batería de litio-tionilo (Li-SOCl₂, 1200 mAh), la memoria de almacenamiento de datos (n = 11.950; rangos ajustables, 10-59 s o 1-255 min) y un transponder de radio en alta frecuencia (433,9 MHz).

Animales y manejo: Se utilizaron 16 cabras multíparas secas de raza Murciano-Granadina (41,3 ± 1,5 kg BW), del Servicio de Granjas y Campos Experimentales de la UAB en Bellaterra (Barcelona), en 2 experimentos para evaluar las variaciones ruminales producidas por raciones con diferente relación forraje:concentrado (Exp. 1) y por diferentes condiciones ambientales (Exp. 2). Las cabras se distribuyeron en 2 grupos y fueron sometidas a cirugía para insertar los bolos ruminales inalámbricos programados para registrar el pH y la temperatura del rumen cada 30 min. Al final de cada experimento las cabras fueron operadas para recuperar los bolos. Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Experimentación Animal y Humana de la UAB. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- **Exp. 1:** 8 cabras (38,6 ± 2,3 kg PV) divididas en 2 grupos equilibrados por peso y edad y alojadas en condiciones de estabulación fija, que se alimentaron a nivel de mantenimiento con 2 raciones isoproteicas a base de heno de alfalfa y cebada grano con relaciones forraje:concentrado alta (70:30) y baja (30:70). El diseño experimental consistió en un "cross-over" con 2 periodos de 19 d. La ración y el agua (9,8°C) se ofrecieron una vez al día y durante 4 y 1 h, respectivamente (ración, 11:30-15:30 h; agua, 17:45-18:15 h) y se dispusieron de un bloque mineral a libre disposición. La temperatura rectal se midió 3 veces al día con un termómetro digital (9:00, 13:00 y 17:00 h).
- **Exp. 2:** 8 cabras (43,9 ± 1,0 kg PV) provistas de sensores ruminales y alojadas en jaulas metabólicas, fueron divididas en 2 grupos equilibrados y alimentadas a nivel de mantenimiento con una ración total mezclada (forraje:concentrado, 50:50) y sometidas a 2 condiciones ambientales según un diseño experimental "cross-over" con 2 periodos de 21 d. Las condiciones ambientales fueron: termo neutralidad (20 a 23°C durante día y noche) y estrés térmico (12 h día a 37°C y 12 h noche a 30°C). La humedad relativa (40 ± 5%) y el fotoperiodo (luz-oscuridad, 12-12 h) se mantuvieron constantes. La ración se ofreció una vez al día y el agua se ofreció a libre disposición

a temperatura ambiente. La temperatura rectal (termómetro digital) y la frecuencia respiratoria (visual) se midieron 3 veces al día (9:00, 13:00 y 17:00 h).

Análisis estadístico: Los datos se analizaron con el paquete SAS v. 9.1.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) utilizando el procedimiento MIXED para medidas repetidas y GLM. Las regresiones logísticas ($y = a/[1 + e^{-(b+cx)}]$) se calcularon utilizando la herramienta Solver de Excel (Microsoft) de acuerdo a lo indicado por AlZahal et al. (2007) y el procedimiento NLIN de SAS. Las medias se separaron mediante el test PDIFF con significación a $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Exp. 1. El pH ruminal descendió inmediatamente después de comer y alcanzó el nadir a diferentes tiempos postprandiales según la relación forraje:concentrado de la ración consumida (alta, $6,35 \pm 0,07$ a las 11 h; baja, $6,07 \pm 0,07$ a las 6 h; $P < 0,001$). Los valores medios diarios fueron mayores en las cabras con la relación forraje:concentrado alta que en las que la relación fue baja ($+0,31 \pm 0,06$; $P < 0,001$). No se detectaron diferencias en las temperaturas rectal ($38,2 \pm 0,1^\circ\text{C}$) y ruminal ($38,9 \pm 0,1^\circ\text{C}$) entre tratamientos ($P > 0,05$), estando ambas temperaturas positivamente relacionadas ($R^2 = 0,83$; $P < 0,001$). La temperatura ruminal varió ($P < 0,001$) por la ingestión de alimento ($+1,4 \pm 0,1^\circ\text{C}$) y de agua fría ($-3,4 \pm 0,1^\circ\text{C}$), para un consumo voluntario de $3,9 \pm 0,7$ l/cabra (10% del PV) a una temperatura de $9,8 \pm 0,4^\circ\text{C}$, siendo necesarias aproximadamente 2 h para que la temperatura se recuperara a los valores medios iniciales después de la toma de agua. La relación entre pH y temperatura ruminal fue baja y negativa ($r = -0,33$; $P < 0,05$). Los modelos logísticos (Figura 1) mostraron las diferencias en el pH y la semejanza de temperaturas de forma clara.

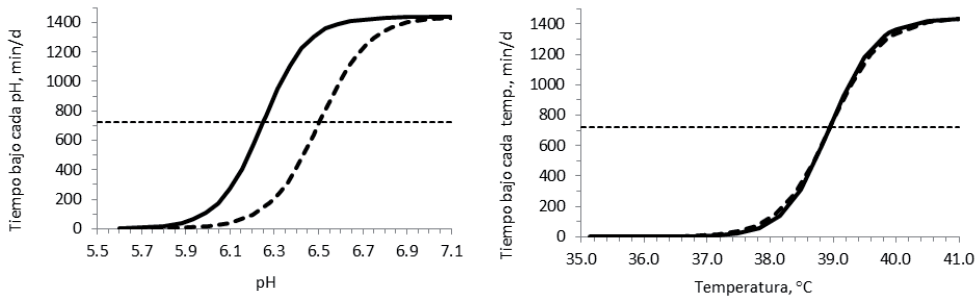


Figura 1. Modelos logísticos de los cambios diarios de pH y temperatura ruminal obtenidos mediante sensores inalámbricos ($a = 1440$; $P < 0,001$) en cabras alimentadas con raciones de 70:30 (—; $y = a/[1+e^{57.90-8.903x}]$, $R^2 = 0,99$; $y = a/[1+e^{96.47-2.477x}]$, $R^2 = 0,99$) o 30:70 (---; $y = a/[1+e^{61.65-9.867x}]$, $R^2 = 0,98$; $y = a/[1+e^{108.54-2.787x}]$, $R^2 = 0,99$) de relación forraje:concentrado, respectivamente.

Exp. 2. Aunque no se observaron diferencias en la ingestión de materia seca de la ración, el pH ruminal de las cabras sometidas a estrés térmico fue menor que el de las cabras en condiciones termo-neutras ($-0,12$; $P < 0,01$), lo que podría indicar una alteración en la fermentación microbiana en condiciones de estrés térmico. Por el contrario, las temperaturas ruminal ($+0,30^\circ\text{C}$) y rectal ($+0,4^\circ\text{C}$), la frecuencia respiratoria ($+77$ resp./min) y el consumo de agua ($+3,2$ l/d) fueron mayores ($P < 0,01$) en las cabras bajo estrés térmico que en las que estaban en condiciones termoneutras. La relación entre pH y temperatura ruminal fue negativa y más estrecha ($r = -0,73$; $P < 0,01$) que en la Exp. 1. Los modelos logísticos (Figura 2) mostraron las diferencias entre pH y temperatura.

En conclusión, los bolos inalámbricos mostraron ser una herramienta útil para detectar los cambios dinámicos del pH y temperatura ruminal de forma continua en condiciones distintas de alimentación y ambientales. La baja relación encontrada entre el pH y la temperatura ruminal limita las posibilidades de predicción a partir de la temperatura, aunque se necesita profundizar sobre sus causas de variación. La utilización de bolos ruminales puede ser una alternativa de interés, juntamente con el uso de sondas esofágicas, frente a la colocación de cánulas ruminales permanentes. Con la finalidad de evitar la aplicación de los bolos

mediante cirugía en caprino y ovino adultos, se recomienda su fabricación en forma cilíndrica y con medidas exteriores inferiores a 20 x 75 mm.

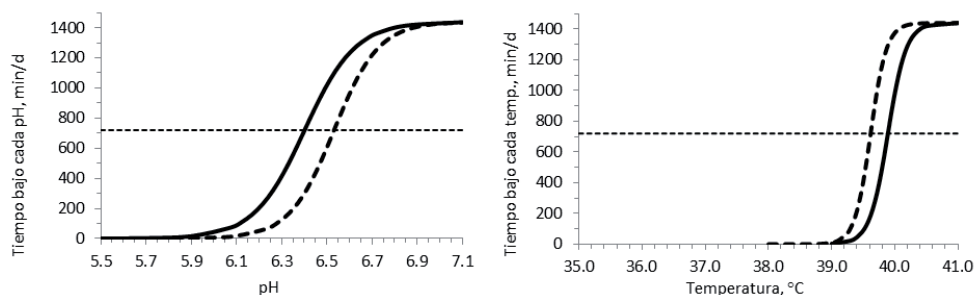


Figura 2. Modelos logísticos de los cambios diarios de pH y temperatura ruminal obtenidos mediante sensores inalámbricos ($a = 1440$; $P < 0,001$) en cabras alimentadas con la misma ración (forraje: concentrado = 50:50) en condiciones termoneutras (—; $y = a/[1 + e^{66,46-10,174x}]$, $R^2 = 0,97$; $y = a/[1 + e^{316,41-7,987x}]$, $R^2 = 0,95$) o de estrés térmico (---; $y = a/[1 + e^{57,45-8,974x}]$, $R^2 = 0,99$; $y = a/[1 + e^{277,83-6,965x}]$, $R^2 = 0,96$), respectivamente.

Agradecimientos: Proyecto AGL-2013-44061-R (MINECO, Plan Nacional, España).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AlZahal, O., AlZahal, H., Steele, M.A., Van Schaik, M., Kyriazakis, I., Duffield, T.F., McBride, B.W. 2011. *J. Dairy Sci.* 94:3568–3574
- AlZahal, O., Kebreab, E., France, J., McBride, B.W. 2007. *J. Dairy Sci.* 90:3777–3785
- AlZahal, O., Steele M.A., Valdes E.V., McBride, B.W. 2009. *J. Dairy Sci.* 92:5697–5701
- Cooper-Prado, M.J., Long, N.M., Wright, E.C., Goad, C.L., Wettemann, R.P. 2011. *Anim. Sci.* 89:1020–1027
- Eigenberg, R.A., Brown-Brandl, T.M., Nienaber, J.A. 2008. *Comp. Elec. Agric.* 62:41–47
- Rutten, C.J., Velthuis, A.G.J., Steeneveld, W., Hogeveen, H. 2013. *J. Dairy Sci.* 96:1928–1952.

CONTINUOUS MONITORING OF RUMINAL pH AND TEMPERATURE USING WIRELESS SENSORS AND LOGÍSTIC MODELS IN GOATS

ABSTRACT: Non-lactating dairy goats provided with wireless rumen sensors for pH and temperature measurements and fed once-daily at maintenance, were used to assess the rumen function changes produced by dietary (Exp. 1) and climatic (Exp. 2) conditions. Rumen sensors (KB1001, Kahne, Auckland, NZ) were inserted surgically and programmed to collect data every 30 min. Obtained values were modelled by logistic regressions. Respiratory rate and rectal temperature were recorded 3 times daily. In Exp. 1, 2 groups of 4 goats each were fed high forage (HF, 70:30) or low forage (LF, 30:70) to concentrate diets in a crossover design. Goats were fed for 4-h and tap water (4 L, 9.8 ± 0.4 °C) offered for only 30 min at 6-h. Rumen pH fell after feeding, reaching different nadir according to diet (HF, 6.35 ± 0.07 at 11-h; LF, 6.07 ± 0.07 at 6-h post-feeding, respectively) and on average were greater ($+0.31 \pm 0.06$) in HF than LF. No diet effect was detected in rectal (38.2 ± 0.1 °C) and ruminal (38.9 ± 0.1 °C) temperatures which positively correlated ($R^2 = 0.83$). Rumen temperature (fasting value, 38.2 ± 0.1 °C) dramatically changed by feeding ($+1.4 \pm 0.1$ °C) and drinking (-3.4 ± 0.1 °C) in both groups. In Exp. 2, 2 groups of 4 goats fed a 50:50 diet were exposed to thermal neutral (TN, 20 to 23 °C day-night) and heat stress (HS, 12-h day at 37°C and 12-h night at 30°C) conditions following a crossover design. Humidity (40%) and photoperiod (light-dark, 12-12 h) were similar and water was freely available at ambient temperature. Despite their similar dry matter intake, rumen pH was lower in HS than in TN goats (-0.12 ± 0.04). On the contrary, rumen temperature ($+0.30 \pm 0.01$ °C), rectal temperature ($+0.4 \pm 0.01$ °C), respiratory rate ($+77 \pm 5$ breathes/min) and water intake ($+3.2 \pm 0.7$ L/d) were greater in HS than TN, indicating an altered rumen fermentation. In conclusion, wireless bolus sensors and logistic models proved to be useful for monitoring rumen function.

Keywords: bolus, rumen pH, rumen temperature, sensor, teledetection, logistic regression.

RESPUESTAS METABÓLICAS DE CABRAS LECHERAS EN CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO AL INICIO DE LA LACTACIÓN

Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Caja, G., Albanell, E. y Such, X.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.
E-mail: ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En condiciones de estrés térmico se ha demostrado que, las vacas (Rhoads et al., 2009; Shwartz et al., 2009) y cabras (Hamzaoui et al., 2013; Salama et al., 2014) lecheras, a pesar de reducir fuertemente la ingestión y entrar en balance energético negativo, no son capaces de aumentar su concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNEs) en sangre. La ausencia de aumento de AGNEs es sorprendente, ya que el estrés térmico provoca un marcado aumento de las concentraciones de hormonas lipolíticas como cortisol, epinefrina y norepinefrina (Collier et al., 2005). Esto indica que, bajo condiciones de estrés térmico, el animal sufre importantes cambios en el metabolismo para enfrentarse al estrés. Existe escasa información sobre estos cambios en el caso del caprino lechero.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el perfil metabólico de cabras lecheras sometidas a condiciones de estrés térmico, mediante la valoración de la respuesta a retos de glucosa e insulina (señal lipogénica) y epinefrina (señal lipolítica).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cabras lecheras múltiparas de raza Murciano-Granadina a mitad de lactación (81 ± 3 d; $43,3 \pm 1,6$ kg PV; $2,00 \pm 0,04$ L/d de leche) y previamente adaptadas a cajas metabólicas para la recogida de heces y orina. Las cajas se situaron en una cámara climática ($4 \times 6,2 \times 3,6$ m³; ETS Lindgren-Euroshield Oy, Eura, Finlandia), equipada con un calentador Airlan y humidificador Hygrometrik (Carel Control Ibérica, Barcelona) con una renovación continua de aire de 90 m³/h, o en el interior de una nave ganadera aislada. El protocolo experimental fue aprobado por la Comisión de Ética en Experimentación Animal y Humana (Núm. CEEAH: 1430). Las cabras se dividieron en 2 grupos a los que se asignaron los tratamientos experimentales correspondientes a 2 condiciones ambientales diferentes con humedad relativa (40%) y fotoperiodo (12-12 h luz-oscuridad) constantes:

- Termo-neutralidad: 15-20 °C durante todo el día y la noche (índice de temperatura-humedad = 59-65).
- Estrés térmico: $37,0 \pm 0,5$ °C (índice de temperatura-humedad = 86) durante el día y $30 \pm 0,5$ °C (índice de temperatura-humedad = 77) durante la noche.

El diseño experimental fue un "crossover" con 2 periodos de 5 semanas cada uno. En la 3ª semana del 2º periodo, se colocaron catéteres de silicona (Vygon, Ecouen, Francia) en la yugular para la toma de sangre y la inyección de insulina (4,6 µg/kg PV), epinefrina (2 µg/kg PV) y glucosa (0,25 g/kg PV) para los retos metabólicos. Los retos se realizaron después del ordeño y antes de la comida, en diferentes días a lo largo de la 4ª semana. Las muestras de sangre se recogieron en vacutainers con heparina sobre hielo a 12 tiempos (-30, -20, -10, 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos), respecto a la inyección. La sangre fue centrifugada (2000 g durante 15 minutos) para separar el plasma y congelada (-20°C) para su posterior análisis de insulina, AGNE, y glucosa.

Los AGNE se determinaron por el método enzimático ACS-ACOD colorimétrico utilizando un kit comercial (Wako Chemicals, Neuss, Alemania). La insulina se determinó usando el kit de ELISA (Mercodia AB, Uppsala, Suecia). La glucosa se determinó por el método Trinder usando el kit Glucose GOD-PAP (Biolabo, Maizy, Francia).

Los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS v.9.1.3 (SAS Inst., Cary, N. Carolina, EE.UU.) para medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó como efectos fijos las condiciones ambientales (estrés térmico vs. termo-neutralidad), y el tiempo respecto a la inyección (-30 a 120 minutos), además de sus interacciones y como efectos aleatorios el animal y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración basal de glucosa ($58,6 \pm 5,6$ mg/dl) no varió con las condiciones ambientales, pero varió con la inyección de insulina, reduciéndose tras ésta ($P < 0,001$)

llegando al nivel más bajo ($22,2 \pm 3,9$ mg/dl) a los 30 minutos de la inyección (Figura 1a). A partir de entonces, la concentración de glucosa se recuperó gradualmente sin observarse ninguna diferencia debida a las condiciones ambientales ($P > 0,05$). A pesar de la menor ingestión en las cabras bajo las condiciones de estrés térmico (datos no mostrados), la concentración basal de AGNEs (Figura 1b) en ambos grupos de cabras fue similar ($0,21 \pm 0,03$ mmol/l en promedio). De forma similar, la concentración de AGNE no varió por efecto del estrés térmico, tal como ha sido descrito en ovejas (Achmadi et al., 1993), terneras (Ronchi et al., 1999), vacas (Rhoads et al, 2009; Shwartz et al, 2009) y cabras lecheras (Hamzaoui et al., 2013). En el caso de las vacas lecheras, Rhoads et al. (2009) y Baumgard y Rhoads (2013), indicaron que los AGNEs no aumentaron debido a una elevada concentración de insulina en condiciones de estrés térmico. Dicho aumento en la concentración de insulina no se detectó en el caso de nuestras cabras estresadas térmicamente ($P > 0,05$). La inyección de insulina (señal lipogénica) no afectó los niveles de AGNE en sangre de las cabras de ambos lotes (Figura 1b; $P > 0,05$).

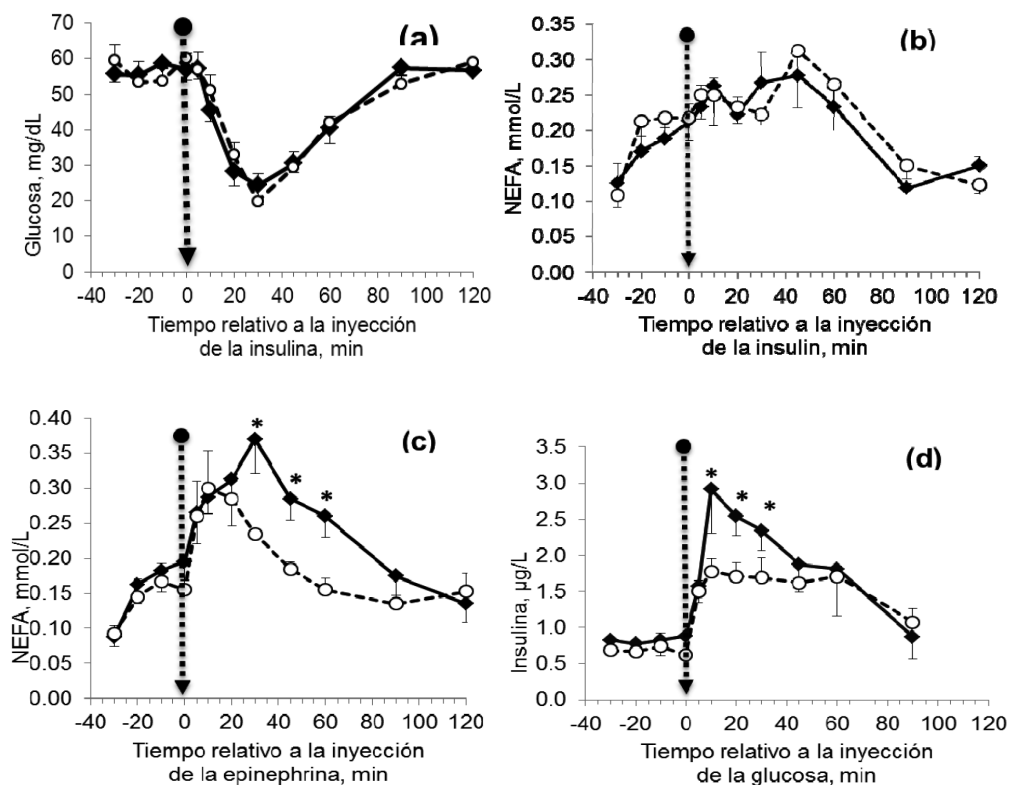


Figura 1. Respuestas metabólicas de cabras lecheras bajo condiciones de termo-neutralidad (\blacklozenge ; $n = 4$) o de estrés térmico (\circ ; $n = 4$) a retos insulina (a y b), epinefrina (c) y test de tolerancia a la glucosa. La flecha discontinua indica el momento de inyección. Los errores estándar (\pm) están indicados con barras verticales. Tiempos con * indican diferencias al $P < 0,05$.

La concentración de AGNE en ambos lotes de cabras después de la administración de epinefrina (señal lipolítica) se muestran en la Figura 1c. La inyección de epinefrina causó un aumento ($P < 0,05$) de los AGNE en ambos lotes de cabras, pero el aumento fue más marcado en las cabras bajo condiciones termo-neutras que bajo condiciones de estrés térmico ($P < 0,05$). Estos resultados indican que el estrés térmico induce una menor

sensibilidad del tejido corporal lipídico a las hormonas lipolíticas, impidiendo así la movilización de grasa corporal bajo temperaturas ambientales altas.

Al inyectar glucosa, se observó un pico en la secreción de insulina a los 10 min en ambos grupos, pero el pico fue mayor en las cabras que estaban en condiciones termo-neutras que en las que estaban bajo estrés térmico (Figura 1d; $P < 0,05$). Parece ser que, por efecto del calor, el páncreas de las cabras bajo estrés térmico fue menos sensible a la insulina, lo que podría ser una estrategia para mantener niveles normales de glucosa en sangre bajo condiciones de estrés térmico. De hecho, cabras lecheras (Sano et al, 1985; Hamzaoui et al, 2013) y ovejas no lactantes (Sano et al, 1983) estresadas por calor, mantienen sus niveles de glucosa en sangre sin cambios en la concentración de insulina. Sin embargo, en vacuno lechero, la glucosa sanguínea disminuye en condiciones de estrés térmico de acuerdo con el aumento antes comentado de la insulina (Rhoads et al., 2009; Baumgard y Rhoads, 2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achmadi, J., Yanagisawa, T., Sano, H., Terashima, Y. 1993. Dom. Anim. Endocrinol. 10:279–87
- Baumgard, L.H., Rhoads, R.P.Jr. 2013. Annu. Rev. Anim. Biosci. 1:311–337
- Collier, R.J., Baumgard, L.H., Lock, A. L., Bauman, D.E. 2005. 61st Easter School proceedings, Nottingham, England, pp. 1351–1377
- Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2013. J. Dairy Sci. 96:6355–6365
- 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
- Ronchi, B., Bernabucci, U., Lacetera, N., Supplizi, A.V., Nardone, A. 1999. Zootec. Nutr. Anim. 25:11–26
- Salama, A.A.K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D.E., Guilhermino, M.M., Bozzi, R. 2014. Small Rumin. Res. 121:73–79.
- Sano, H., Ambo, K., Tsuda, T. 1985. J. Dairy Sci. 68:2557–2564.
- Sano, H., Takahashi, K., Ambo, K., Tsuda, T. 1983. J. Dairy Sci. 66:856–866
- Shwartz, G., Rhoads M.L., VanBaale, M.J., Rhoads, R.P., Baumgard, L.H. 2009. J. Dairy Sci. 92:935–942.

Agradecimientos: Proyecto AGL-2013-44061-R (MINECO, Plan Nacional, España).

METABOLIC RESPONSES OF DAIRY GOATS EXPOSED TO HEAT STRESS CONDITIONS

ABSTRACT: The fact that goats under heat stress have lower feed intake without body fat reserves mobilization might indicate metabolic adaptations under high ambient temperatures. The objective was to evaluate the metabolic responses of heat-stressed dairy goats to hormonal challenges and glucose tolerance test. Eight multiparous Murciano-Granadina dairy goats (43.3 ± 1.6 kg BW; 2.00 ± 0.04 L/d; 81 ± 3 DIM) were kept in metabolic cages and randomly assigned to 2 climatic treatments differing in the value of temperature humidity index (THI). Treatments were: 1) thermal neutral (TN; 15 to 20°C, 40 to 45% humidity, THI = 59 to 65), and 2) heat stress (HS, 12 h/d at 37°C and 40%, and 12 h/d at 30°C and 40%, THI = 86 and 77, respectively). Goats were kept under these conditions for 5 weeks. Jugular silicon catheters were fitted, and insulin challenge, epinephrine challenge, and glucose tolerance test were done on different days during week 4. The insulin (4.6 µg/kg BW), epinephrine (2 µg/kg BW) and glucose (0.25 g/kg BW) solutions were administered via the jugular catheter. Blood samples were collected at -30, -20, -10, 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, and 120 min relative to the administration for analysis of plasma insulin, NEFA, and glucose concentrations. Goats in both groups had similar blood NEFA after insulin injection, but NEFA values were greater ($P < 0.05$) in TN than HS goats after epinephrine administration. The HS goats secreted lower ($P < 0.05$) amounts of insulin than TN goats in response to the glucose tolerance test. In conclusion, body lipid tissue of HS goats became more resistant to lipolysis, making them unable to mobilize body fat reserves despite the negative energy balance.

Keywords: Heat stress, hormonal challenge, dairy goat.

EXPRESIÓN DE LOS RECEPTORES TIPO TOLL EN EL EPITELIO RUMINAL DE CABRAS DESDE EL NACIMIENTO HASTA LOS 28 DÍAS DE EDAD EN DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

Abecia, L., Jiménez, E., Martínez-Fernández, G., Ramos-Morales, E., Martín-García A.I. y Yáñez-Ruiz, D.R.

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada
david.yanez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El tracto gastrointestinal alberga una población microbiana diversa y abundante por lo que su epitelio está continuamente expuesto a la microbiota comensal, patógenos y antígenos de la dieta, formando una barrera entre el hospedador y el ambiente digestivo. El sistema inmune innato constituye la primera línea de defensa que impide la invasión y diseminación de los patógenos. Las células de este sistema reconocen un patrón molecular común y constante de la superficie de los microorganismos a través de los receptores reconocedores de patrones, como los receptores tipo Toll (TLRs). Estos son proteínas transmembrana altamente conservadas a través de la evolución, que desempeñan tres funciones básicas frente a la respuesta inmune innata, i) detectando la presencia y reconociendo el tipo de patógeno en función de su inmunógeno estimulador, ii) generando una respuesta instantánea frente al patógeno y iii) estimulando el desarrollo de una respuesta adaptativa permanente y más eficaz (Rakoff-Nahoum et al., 2004). Los componentes de la microbiota juegan un papel crucial en el desarrollo postnatal y activación del sistema inmune. Podrían ser de especial relevancia en las primeras etapas del desarrollo del rumen cuando se produce la colonización microbiana y se ensamblan los distintos nichos ecológicos (Malmuthuge et al., 2012). Se ha sugerido que existe una co-evolución entre la microbiota y el sistema inmune del hospedador contando ambos con similares mecanismos de diversificación y selección (Tlaskalová-Hogenová, et al., 2004). Recientemente Abecia et al. (2013) han mostrado que intervenciones nutricionales aplicadas en las primeras semanas de vida modulan la colonización microbiana del rumen en desarrollo y que, en gran medida, los efectos permanecen en el animal adulto, abriendo la posibilidad de programar el ecosistema microbiano del rumen en la fase adulta mediante la modificación de dicho ecosistema en edades tempranas. Sin embargo, se desconoce hasta qué punto el sistema inmune innato del animal determina la tolerancia de la población microbiana simbiote que se pueda establecer inicialmente en el rumen.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la expresión de los TLRs en el epitelio ruminal de cabras durante los primeros 28 días de vida criadas con dos sistemas de lactancia diferentes (maternal vs. artificial) que promovieron un patrón de colonización microbiana distinto (Abecia et al., 2014).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 24 cabras Murciano Granadinas gestantes de dos fetos. Se alojaron individualmente (1,7x1,2 m) con acceso libre al agua y alimentadas una vez al día con heno de alfalfa *ad libitum* y con 600 g/d de concentrado administrados dos veces al día. Tras el parto, uno de las crías permaneció con la madre y la otra fue inmediatamente separada y alimentada durante 2 días con calostro del grupo de madres y después con lacto-reemplazante (Sello azul, Lemansa, León). Ambos grupos tuvieron libre acceso a heno de alfalfa y concentrado desde su nacimiento. Los animales se pesaron semanalmente. Se sacrificaron grupos de 4 chotos de cada uno de los sistemas de alimentación a los 3, 5, 7, 14, 21 y 28 días de vida y se tomaron muestras del epitelio ruminal y tras el lavado con 0,01M solución de salina (pH 6,8) se guardaron con solución RNAlater (Qiagen) estabilizadora y congelaron a -80 °C. Posteriormente las muestras se homogeneizaron con el reactivo TRIzol (ambion, Madrid) siguiendo las instrucciones del fabricante para la extracción de ARN. El homogeneizado se precipitó en las columnas del kit RNeasy Mini (Qiagen), se trató con el Set RNase-Free DNase (Qiagen) y se eluyó en 50 µL de volumen. La integridad del ARN se midió en un equipo Bioanalyzer 2100 (Agilent).

El ARN extraído se transcribió inversamente usando el kit QuantiTect Reverse Transcription (Qiagen) siguiendo el protocolo del fabricante. El ARN se usó como molde para la evaluación por PCR cuantitativa de la expresión de los genes que codifican los 10 tipos de

TLR descritos para bovino en el epitelio ruminal usando cebadores específicos (Charavaryamath et al., 2011) y empleando como gen de referencia la β -actina (Malmuthugea et al., 2012) Se amplificaron 25 ng de cDNA con cada par de cebadores usando los siguientes parámetros: 55 °C durante 2 minutos para eliminar los restos de dUTP, 95 °C durante 8,5 minutos, después 45 ciclos de 95 °C durante 15 segundos; 58 °C durante 30 segundos; y 72 °C durante 30 segundos en un equipo Bio-Rad iCycler (Bio-Rad Laboratories Ltd., Mississauga, ON). Los datos de amplificación se expresaron como cambios en el ciclo umbral (Δ Ct) y se calcularon de la siguiente manera: (Δ Ct = ciclo umbral del gen de interés – ciclo umbral de la β -actina). Un menor valor de Δ Ct significa un transcrito más abundante. Los datos de expresión génica y los cambios relacionados con la edad y el sistema de alimentación fueron analizados usando el procedimiento mixto de SAS (versión 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de los animales en el momento del sacrificio a 28 días de edad fue superior ($P = 0.002$) en el grupo NAT en comparación con los animales en ART (8,1 vs 6,1 kg; $P=0,002$). Este incremento de peso se puede relacionar con la presencia o ausencia de la madre con los lactantes más que con las diferencias en la composición de la leche, ya que se ha observado que la presencia de animales adultos con animales lactantes estimula el aprendizaje alimenticio (De Paula Viera et al., 2012), lo que deriva en mayor consumo de dieta sólida y mayor crecimiento. El nivel de expresión más bajo se obtuvo para los TLRs 2 y 5 mientras que el TLR6 fue el que mostró una mayor abundancia de ARNm (Tabla 1). Se observó un efecto en la expresión de algunos genes debido a la edad: los días 3 y 5 se detectaron unas abundancias de ARNm significativamente menores de los TLRs 2, 8 y 10, después se produjo un incremento y posteriormente una estabilización a partir del día 14. El patrón de expresión de los TLRs puede explicarse como un aumento inicial, en respuesta al incremento en la biomasa bacteriana del rumen que se produjo a partir del día 5 (Abecia et al., 2014), y un posterior descenso como adaptación del animal para evitar una respuesta inflamatoria continua y patológica de la mucosa ruminal (Malmuthuge et al., 2012).

Tabla 1. Efecto de la alimentación (A) y la edad (E) en la expresión génica de los 10 TLRs en el epitelio ruminal de cabras a lo largo del primer mes de vida.

A	Edad	TLR1	TLR2	TLR3	TLR4	TLR5	TLR6	TLR7	TLR8	TLR9	TLR10
Natural	3	11,5	23,9	12,0	9,64	22,3	9,95	10,8	15,0	11,8	17,0
	5	11,5	24,2	12,8	10,5	24,0	9,58	11,2	14,9	12,2	16,6
	7	10,1	18,9	10,9	9,32	23,9	8,76	9,12	11,7	10,3	14,3
	14	11,4	20,4	10,9	10,6	25,2	8,61	12,4	12,7	13,2	15,0
	21	11,3	ND	11,9	10,7	23,7	10,4	12,6	13,1	11,3	15,2
	28	11,9	19,6	10,7	10,3	22,2	9,07	9,71	13,1	10,5	15,7
Artificial	3	10,5	24,8	10,5	9,9	20,8	8,59	10,9	14,5	11,5	16,5
	5	10,6	24,7	10,9	10,2	20,9	8,88	10,9	14,1	12,2	16,8
	7	11,1	19,9	11,4	10,2	23,7	8,86	10,5	13,4	11,5	15,9
	14	11,6	18,9	11,9	10,7	22,6	9,01	10,3	13,5	11,2	15,8
	21	11,3	ND	10,7	10,2	23,0	9,23	10,6	13,2	11,1	16,2
	28	11,6	20,2	10,7	10,4	23,2	9,43	10,6	13,9	11,4	15,7
	SED	0,64	1,12	0,92	1,10	1,38	0,61	1,82	1,12	1,49	0,83
P-valor	A	0,47	0,49	0,13	0,82	0,023	0,078	0,609	0,41	0,87	0,101
	E	0,081	<0,0001	0,39	0,51	0,06	0,15	0,54	0,0208	0,52	0,0108
	A x E	0,18	0,62	0,099	0,85	0,16	0,066	0,49	0,43	0,56	0,29

ND: No detectado;

El TLR2 juega un papel importante en la respuesta del hospedador a los componentes de la pared celular de bacterias patógenas Gram positivas y levaduras. Aunque la expresión de este TLR fue de las más bajas, se han descrito funciones de los TLRs 1, 6 y 10 para formar heterodímeros con TLR2 aumentando la especificidad por sus ligandos (Akira et al., 2006) aunque también funciona de manera independiente (Ozinsky et al., 2000). Esto sugiere que

las variaciones observadas a lo largo del crecimiento del animal en la población bacteriana pueden representar variaciones en los ligandos bacterianos con un papel importante tanto en la modulación de la expresión de los TLRs como en la respuesta inmune innata. Las diferencias observadas con la edad en la expresión del TLR10 pueden indicar la variación en la maduración del tejido ruminal de los animales, ya que una mayor expresión de TLR10 puede ser importante en el desarrollo temprano del sistema inmune. El único TLR que vio afectada su expresión por efecto del manejo alimenticio fue el 5, que reconoce flagelinas (Hayashi *et al.*, 2001), el principal componente del flagelo de las bacterias y un factor de virulencia. La estructura de la población de bacterias que colonizaron el rumen de las crías fue muy distinta entre la lactancia natural y artificial a partir del día 5 y esta diferencia se incrementó hasta el último muestreo (Abecia *et al.*, 2014). Sin embargo, este patrón distinto de colonización solo se tradujo en diferencias en el nivel de expresión TLR5 ($P=0,02$). Estos resultados sugieren que la actividad de los TLRs responde al incremento de la biomasa bacteriana que coloniza el rumen a lo largo de su desarrollo, ejerciendo un mecanismo regulatorio para mantener un equilibrio entre la mucosa y el sistema inmune. Se ha descrito, en animales gnotobioticos que los componentes de la microbiota inducen en el intestino una respuesta inflamatoria "fisiológica" seguida por una respuesta equilibrada y controlada (self-limiting response) (Tlaskalová-Hogenová, *et al.*, 2004). De ser así, modulaciones inducidas en cuanto al tipo de microbiota que coloniza el rumen no sería rechazado por el sistema inmune innato después de estos primeros 5-10 días de coexistencia, lo que apoyaría la posibilidad de 'programar' el ecosistema microbiano del rumen en edades tempranas. Nuestro grupo trabaja en la actualidad en confirmar estos resultados en rumiantes y en relación a la población epimural del rumen, que tiene una composición y actividad metabólica diferenciada de la asociada a la digesta y fracción líquida (Zhou *et al.*, 2012).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, L., *et al.* 2013. *J. Anim. Sci.* 1. 4832-4840
- Abecia, L., *et al.* 2014. *Anim. Prod. Sci.* 54, 1449-1454.
- Akira *et al.* 2006 *Cell* 124: 783-801.
- Charavaryamath C. *et al.* 2011. *Gut Microbes* 2: 134-144
- De Paula Vieira A, *et al.* 2012. *J. Dairy Sci.* 95: 3218-3224.
- Rakoff-Nahoum *et al.*, 2004. *Cell* 118: 229-241
- Hayashi F, *et al.* 2001. *Nature* 410: 1099-1103
- Hemmi, H. *et al.* 2002. *Nature Immunol.* 3: 196-200.
- Malmuthuge, N, *et al.* 2012. *Vet. Immunol. Inmunopat.* 146: 18-16.
- Ozinsky A, *et al.* 2000. *Proc Natl Acad Sci USA* 97: 13766-13771.
- Tlaskalová-Hogenová H *et al.*, 2004. *Immunol Lett.* 93:97-108.
- Zhou L. *et al.* 2012 *Vet. Microbiol.* 155: 72-80.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el CSIC (Proyecto Intramural, CSIC 201440E048).

GENE EXPRESSION OF TOLL-LIKE RECEPTORS IN THE RUMEN OF GOAT KIDS FROM BIRTH TO 28 DAYS OLD IN TWO FEEDING MANagements

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the effect of feeding management and subsequent microbial colonization pattern during the first month of life on the expression of toll-like receptors (TLRs) in the rumen epithelium. Twenty four pregnant goats carrying two fetuses were selected. At birth one kid was taken immediately away from the doe and fed milk replacer (ART) while the other remained with the mother (NAT). Groups of four kids (from ART and NAT experimental groups) were slaughtered at 3, 5, 7, 14, 21 and 28 days of life. On the sampling day, epithelial tissue was collected from rumen wall. Expression TLRs 2, 8 and 10 were lower at day 3 and 5 compared to the other sampling days. Only TLR5 showed different level of expression according to the feeding system, presenting higher mRNA abundance in ART group. These results suggest that the expression of TLRs is related to the rumen development process and bacterial biomass colonization and co-evolve with the commensal microbiota that colonizes after birth. We hypothesize that there might be a stronger link between TLRs activity and the epimural microbial community, which is currently being investigated.

Keywords: Toll-like receptors, rumen, early life, goat kids, innate immunity

INCORPORACIÓN DE ENSILADO DE PULPA DE TOMATE EN EL CEBO DE TERNEROS. ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO.

López Gallego, F.¹; Rodríguez Meilán, J.; Rodríguez Medina, PL.
 Centro de investigación Finca La Orden, Cicytex, Guadajira, 06817, Badajoz.
fermin.lopez@gobex.es.

INTRODUCCIÓN

El cebo de terneros en España se realiza tradicionalmente en cebaderos en los que se aporta concentrado y paja a libre disposición (De Blas *et al.*, 2008). El coste de la alimentación, en estas condiciones, supone más del 50% de los costes totales de producción, por lo que en los últimos años, se ha ido abriendo paso la alimentación mediante alimento único (unifeed), basado en disminuir el coste de la unidad forrajera mediante la utilización, fundamentalmente de una base de ensilado de maíz complementada con concentrado (Jimeno, 2013). Continuando con esta opción, la incorporación de distintos subproductos vegetales de origen agroindustrial sería una posible vía para reducir, aún más los costes de alimentación. Sin embargo, este tipo de productos tienen algunas limitaciones y condicionantes en su empleo: valor nutritivo desequilibrado, alto contenido en humedad que limita su conservación o una marcada estacionalidad en su producción, dependiente del momento de cosecha (Preston, 1986). Todo ello hace que su incorporación sistemática a la alimentación de los animales pueda complicarse. En Extremadura existe una producción puntual pero abundante de pulpa de tomate durante los meses de verano (Coletto *et al.*, 2013). Debido a su alto contenido en humedad su conservación es problemática. En el presente trabajo se prueba la viabilidad de utilizar pulpa de tomate, conservada mediante ensilado, en el cebo de terneros mediante dietas únicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se ha utilizado un total de 32 terneros machos cruzados al 75% de Charoláis, Blonde D'Aquitaine y Limousin con Retinto, procedente de las explotaciones socias de la cooperativa Bovies SCL 2º grado, destetados en el mes de abril con un peso medio de 251 ± 7 kg y una edad media de 173 ± 28 días. De manera equilibrada se formaron lotes de 16 animales, en el cebadero comunitario de Copreca SCL (Trujillo, Badajoz) cooperativa socia de Bovies, uno recibió la alimentación habitual de mezcla concentrado y paja (alimentación seca) y la otra mitad, recibió como alternativa un alimento húmedo formado por ensilado de maíz, un núcleo concentrado y un 25% de ensilado de pulpa de tomate (alimentación húmeda) (Tabla 1).

Tabla 1.- Composición de las dietas húmedas y secas utilizadas.

Alimentación	Húmeda			Seca	
	Pienso	Adaptación	Crecimiento	Finalización	Cebo
Peso vivo ternero (kg)	250-350	350-450	450-550	250-350	350-550
Silo Maíz Forrajero (%)	44,00	42,50	40,40		
Silo Pulpa Tomate (%)	25,30	24,90	25,00		
Paja cereal				12,00	12,00
Núcleo (%):	30,70	32,60	34,60	88,00	88,00
UFC/Kg ms	0,95	0,98	1,00	1,03	1,06
PDIE (%)	10,20	9,75	9,50	10,10	9,75
PDIN (%)	10,21	9,75	9,50	10,10	9,75
PDIN/UFC	10,75	10,00	9,50	9,80	9,20
MS (%)	47,83	45,51	49,70	91,84	90,14
€/t MF	123-127	127-133	134-139	278-283	286-291

La formulación del pienso seco se adaptó a un tramo inicial hasta los 350 kg de peso vivo y otro tramo hasta el sacrificio, con nivel proteico decreciente (Cuadro 1). El alimento húmedo se adaptó a tres tramos de 100 kg de peso vivo, con nivel de proteína decreciente (Tabla 1). Cada lote tuvo dos repeticiones, de manera que se trabajó con 8 terneros/corral. En todos los casos se programó un ciclo de cebo convencional desde los 250 kg hasta los 550 kg de

peso vivo con libre acceso al alimento y al agua de bebida. Se estableció un periodo de adaptación de 19 días, desde el pienso de explotación a las nuevas dietas.

Cada 21 días se hacía un control individual de peso y del consumo acumulado de alimento en cada corral. A partir de estas variables se determinó el crecimiento, ganancia media diaria e índice de conversión. Los resultados se han estudiado mediante un análisis de la varianza considerando como efecto fijo el tipo de alimento (seco vs. húmedo), utilizando como covariable el peso individual al inicio de la prueba (SPSS, V19).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta en términos de crecimiento para las dos dietas utilizadas se recoge en la Tabla 2 y Figura 1. Para un periodo de cebo similar, existe una diferencia significativa de 33 kg ($P < 0,01$) a favor de los terneros que han recibido la dieta seca. En términos de ganancia media diaria, esto se traduce que la ganancia media diaria (GMD) de los terneros con la alimentación húmeda fue un 17,8% inferior a la de los alimentados con dieta seca ($P = 0,004$; Tabla 2). Puede apreciarse que la diferencia en la respuesta comienza desde el principio del cebo.

Tabla 2. Peso final y ganancia media diaria durante el cebo en función del tipo de alimentación recibida.

Variable	Seca	Húmeda	P-valor dieta	P-valor Covariable
Peso final (kg)	532±6	499±8	0,004	0,0001
Ganancia de peso (kg/d)	1,735±0,137	1,426±0,214	0,0001	n.s.

n.s.: no significativo

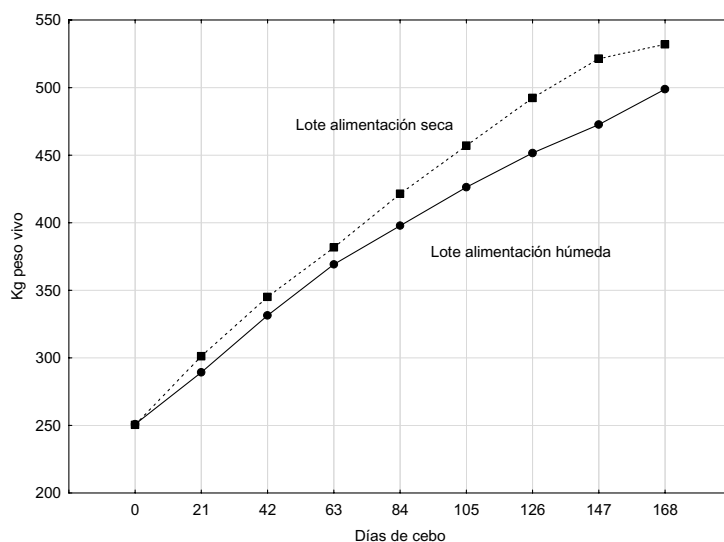


Figura 1.- Evolución del crecimiento según la alimentación recibida por los terneros durante el cebo (seca vs. húmeda).

La Tabla 3 muestra el consumo e índices de conversión obtenidos con ambas dietas, lógicamente ambas variables tienen un valor superior para los animales que reciben alimento húmedo que los que reciben el alimento seco ($P < 0,001$) cuando se estudia sobre la materia fresca. Cuando se estudian los mismos valores en términos de materia seca, el lote que recibe dieta convencional seca ingiere algo más de 1.5 kg que los de dieta húmeda ($P < 0,001$), lo que explicaría su mayor crecimiento. Paralelamente, el índice de conversión referido a materia seca es similar en ambos lotes ($P > 0,05$). Ello estaría indicando que, para

la dieta húmeda, la capacidad de ingestión está actuando como factor limitante del crecimiento.

Tabla 3.- Consumos e índice de conversión durante el cebo en función del tipo de alimentación recibida

Variable	Seca	Húmeda	P-valor
Ingestión			
- materia fresca (kg MF/d)	10,002±0,105	15,663±0,144	0,001
- materia seca (kg MS/d)	9,075±0,105	7,426±0,069	0,001
Índice de conversión			
- material fresco (kg/kg)	5,766±0,061	10,987±0,032	0,001
- materia seca (kg/d)	5,231±0,055	5,209±0,015	n.s.
Costes			
- alimentación (€/Tm MF)	258,65±0,00	130,42±0,05	
- alimentación por kg ganancia (€/kg)	1,49±0,00	1,43±0,00	

Considerando el rango de precios de las fórmulas húmedas (Tabla 1), en función de la oscilación en el precio de las materias primas, podemos observar una disminución de 6 céntimos/kg de ganancia (Tabla 3), lo que para un cebo normalizado con un incremento de peso de 300 kg, se traduciría en un ahorro de 18-20 € por ternero cebado. Así pues se establece un conflicto entre los resultados técnicos, mejores para los terneros con alimentación convencional seca, frente a los resultados económicos, mejores para los terneros con alimentación húmeda, que evidencia la viabilidad de cada sistema justificada por la evolución de los precios de ambos tipos de piensos. Ello implica la necesidad de profundizar en dos aspectos, por una parte incrementar el consumo voluntario de materia seca en las dietas húmeda, por otra hacer un análisis de costes más preciso para comprobar si el ahorro de los costes de alimentación compensa el mayor periodo de cebo para alcanzar el peso comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coletto *et al.*, 2013. La agricultura y la ganadería extremeñas. Informe 2013. Fundación Caja Badajoz, Badajoz.
- De Blas, C. *et al.*, 2008. El cebo de terneros en España, una actividad respetuosa con el medio ambiente. Asoprovac, Madrid.
- Jimeno, V., 2013. Cebo de terneros: tecnología y sistemas. Jornadas Técnicas Fegasur 2013, Jerez de la Frontera, Cadiz.
- Preston, T.R., 1986. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines. 2.- A practical manual for research workers. FAO, Roma.

Agradecimientos: a D. Francisco Moro González (Veterinario) por su asesoramiento; y por su colaboración al personal implicado de COPRECA SC. Este trabajo ha sido cofinanciado por los proyectos LOI205014/6 y AYUDAS IDi 2013 proyecto-20130020000797.

INCLUSION OF TOMATO PULP SILAGE IN BEEF FATTENING DIETS. TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY

ABSTRACT: This paper compares the results of two diets in beef young bulls, conventional diet of straw plus concentrate vs. a total mixed ration composed by corn silage and ensiled tomato pulp (25%) and concentrates. Technical results were better for the conventional diet in terms of growth rate and total dry matter intake, but the conversion rate was similar for both diets. In economic terms, the total mixed ration saved 18-20 € per fattened animal compared to the conventional diet.

Keyword: beef fattening, tomato pulp silage, comparative trial.

EFFECTO DE LA FORMA DE PRESENTACIÓN DEL PIENSO Y DEL DISEÑO DE COMEDERO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS, DE CANAL, Y LA CONDUCTA ANIMAL EN TERNEROS FRISONES CON DIETAS RICAS EN CONCENTRADO

Verdú, M., Devant, M. y Bach, A.

Producció de Remugants, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentàries), Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, España. marsal.verdu@irta.cat

INTRODUCCIÓN

El tipo de comedero puede ser una buena estrategia para reducir el consumo total por animal y cebo, permitiendo reducir los costes de alimentación más allá del coste de la fórmula (Verdú et al., 2013). Además, cuando la forma de presentación del pienso es harina, el consumo total de pienso es superior obteniéndose un índice de conversión peor (Behnke, 1994), seguramente debido a un mayor desperdicio asociado (Mateos y Grobas, 1993). El presente estudio cuestionó si puede existir una interacción entre la forma de presentación del concentrado (harina o granulado) y el diseño del comedero (tolva de 3 bocas con bajo nivel de pienso regulable, o tolva de 1 boca con protecciones laterales tipo túnel). El uso de un comedero que permita disminuir el consumo total debería tener un mayor impacto sobre éste cuando la forma de presentación es harina en lugar de granulado. Así pues, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la forma de presentación del concentrado y el diseño del comedero sobre los parámetros productivos, la calidad de la canal, y la conducta animal en terneros Frisones alimentados con dietas con alta proporción de concentrado y cebados en condiciones comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 294 machos Frisones ($174 \pm 6,5$ kg de PV y $139 \pm 0,7$ d de edad) fueron alojados en 16 corrales, en 2 naves de 8 corrales cada una, con una ratio de 18-19 animales por corral. El diseño experimental de los tratamientos fue un 2×2 factorial que combinaba dos presentaciones de concentrado (harina vs. granulado) con dos diseños de comedero de pienso (tolva de 3 bocas con bajo nivel de pienso vs. tolva de 1 boca tipo túnel). Los tratamientos fueron: harina aportada en tolva de 3 bocas (H3), granulado aportado en tolva de 3 bocas (G3), harina aportado en túnel de 1 boca (H1) y granulado aportado en túnel de 1 boca (G1). Todos los comederos se encontraban suspendidos encima de unas células de carga que registraban su peso, pudiendo establecer por diferencia de pesos el consumo de pienso diario. Los corrales (12 m x 6 m) disponían de un comedero de pienso y paja, un bebedero, y con paja como cama. A su llegada los terneros fueron distribuidos aleatoriamente en cada uno de los corrales según su PV inicial. A la mitad de los corrales se les suministró harina, y a la otra mitad granulado. Los primeros 28 días de estudio (fase de adaptación) solo se evaluó el efecto de la forma de presentación del concentrado. El día 29 los túneles fueron bajados, coincidiendo con un PV animal de 230 kg, iniciándose el estudio que evaluó el efecto de la forma de presentación del pienso y el tipo de comedero durante 154 días de cebo (98 de crecimiento y 54 de acabado). Tras 182 días, se procedió a sacrificar los animales a la edad de 11 meses. Se utilizaron dos formulaciones comerciales de pienso, una de crecimiento (UFC: 1,02, PB: 13,8% sobre MF), y otra de acabado (UFC: 1,04, PB: 12,5% sobre MF). En cada corral se registró diariamente el consumo de pienso y los tratamientos veterinarios aplicados, se anotó semanalmente el consumo de paja, y se pesaron los animales cada 14 días hasta su sacrificio. La conducta animal definida por la actividad general (comiendo pienso o paja, bebiendo, rumiando, tumbado y de pie), las interacciones sociales (self-grooming, comportamiento social y oral, cabezazo, golpeo, desplazamiento, caza y persecución, desplazamiento en la cama, flehmen, intento de monta y monta), y la estereotipia "tongue rolling", fueron registradas por la mañana mediante observación directa el día -6, 1, 3, 6, 9, 13, 29 y cada 28 días hasta el sacrificio. En matadero se registraron los kg canal y la clasificación de la canal, así como cualquier incidencia destacable, como por ejemplo presencia de abscesos hepáticos. La unidad experimental fue el corral, aunque en los casos que se manejaban registros individuales (PV, datos de matadero) se introdujo la variable animal anidada al corral como efecto aleatorio. Los datos se analizaron usando un ANOVA de efectos mixtos con medidas repetidas (Versión 9.2, SAS Inst., Inc., Cary, NC). Los datos de conducta animal fueron transformados a logaritmo decimal para su normalización. El modelo estadístico incluyó el

PV inicial como covariable, el tratamiento y tiempo y su interacción como efectos fijos, y el corral y animal anidado como efectos aleatorios. El tiempo se consideró como factor de repetición y para cada variable el animal anidado en el tratamiento (término de error) se sometió a una estructura simétrica o autoregresiva de varianza-covarianza. En el caso de las variables discretas ordinales (tratamientos veterinarios y datos de clasificación de canal) se analizaron con un test Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se produjeron 3 bajas en G1, 2 por neumonía crónica y 1 por cojera crónica; en H3 y G3 se registraron 2 bajas por neumonía crónica. Durante la adaptación, los animales alimentados con granulado tendieron a mostrar mejor GMD e índice de conversión que los alimentados con harina ($P=0,08$; Tabla 1), no viéndose afectado el consumo total ($157 \pm 3,2$ kg).

Tabla 1. Ganancia de peso (GMD), consumo de pienso e índice de conversión (IC) de los terneros según la presentación del pienso y el diseño de comedero (Com).

	Pienso		Comedero		eem ¹	P-valor	
	Harina	Granulado	Túnel (1 boca)	Tolva (3 bocas)		Pienso	Com
Fase adaptación (28 días)							
GMD, kg/d	1,5	1,6	-	-	0,03	0,01	-
Consumo total, kg	156	158	-	-	3,2	0,61	-
IC, kg/kg	3,8	3,6	-	-	0,09	0,08	-
Fase crecimiento (98 días)							
GMD, kg/d	1,4	1,5	1,4	1,5	0,02	0,08	0,01
Consumo total, kg	709	672	678	703	5,8	0,01	0,01
IC ² , kg/kg ^a	5,0	4,7	4,9	4,8	0,04	0,01	0,28
Fase acabado (56 días)							
GMD, kg/d	1,3	1,3	1,3	1,3	0,02	0,69	0,25
Consumo total, kg	457	440	445	451	10,9	0,01	0,26
IC, kg/kg	6,5	6,2	6,3	6,4	0,28	0,05	0,64

¹Error estándar de la media; ²Interacción entre la presentación del pienso y el comedero ($P=0,06$).

Durante el período de crecimiento, los animales con tolvas de 3 bocas crecieron más que los terneros con comederos tipo túnel ($P<0,01$; Tabla 1). El consumo acumulado por animal fue superior en los animales alimentados con harina que con granulado ($P<0,01$), y con comedero de 3 bocas respecto al túnel ($P<0,01$). Hubo una interacción entre la forma de presentación y el diseño de comedero en el índice de conversión, determinando que los terneros G3 tendieron a ser más eficientes que los G1, y no hallando diferencias entre H3 y H1 ($4,6, 4,8, 5,1, 5,0 \pm 0,06$ kg/kg para G3, G1, H3 y H1, respectivamente; $P=0,06$). En la fase de acabado, independientemente del diseño de comedero, los animales alimentados con harina tuvieron un consumo total por animal superior al que registraron los alimentados con granulado ($P<0,01$), hecho que tendió a reflejar un mejor índice de conversión para el granulado en lugar de la harina ($P=0,05$). Al valorar globalmente los 182 días de estudio, únicamente la forma de presentación del pienso afectó ($P<0,01$) al consumo total de pienso por animal (1511 vs. $1452 \pm 11,4$ kg en 182 días para harina y granulado, respectivamente), independientemente del diseño de comedero ($P=0,11$). Con respecto a las características de la canal, el peso de canal de G3 ($247 \pm 4,6$ kg) tendió ($P = 0,10$) a ser superior respecto al resto de tratamientos ($241 \pm 4,6$ kg). No se observaron diferencias entre tratamientos en el rendimiento de canal ($53 \pm 0,3$ %), en engrasamiento "3" (67 %), y en conformación "O" y "P" de las canales (36 % y 59 %, respectivamente). Con respecto al comportamiento, la proporción de terneros en H1 y G1 comiendo concentrado fue ($P<0,01$) menor ($5,1 \pm 0,02$ %) que en G3 ($6,5 \pm 0,02$ %) y H3 ($7,6 \pm 0,02$ %) durante todo el engorde. Además, en los corrales con harina se observó más proporción de animales comiendo paja que en los de granulado ($9,1$ vs. $7,8 \pm 0,09$ %, respectivamente; $P<0,01$) a lo largo de todo el engorde. Para el resto de actividades generales registradas no se hallaron diferencias entre tratamientos en ninguno de los periodos estudiados. Durante la adaptación, los terneros G1

registraron más conductas orales ($6,8 \pm 0,05$ veces/15 min) que en el resto de tratamientos ($5,7 \pm 0,05$ veces/15 min; $P < 0,01$). Los animales alimentados con granulado ($5,2$ vs. $4,4 \pm 0,16$ veces/15 min; $P = 0,09$). A la luz de los resultados se pueden plantear las siguientes conclusiones. (1) En la adaptación del período de crecimiento, la forma de presentación del pienso tuvo un efecto destacable en la GMD y el índice de conversión al presentar el granulado mejores resultados productivos que la harina. Para el resto del período, la interacción forma de presentación y diseño de comedero permitió registrar una mejor conversión alimenticia en G3, seguido de G1, y, en último lugar, de manera indistinta por H3 y H1. Por lo tanto, es en el período de crecimiento donde se observó un efecto de la combinación de ambos factores para la reducción del consumo total de pienso, siendo el uso de granulado junto con una tolva de 3 bocas la mejor estrategia posible. (2) En la fase de acabado, la mejor estrategia para disminuir el consumo total de pienso en la fase de acabado fue utilizar granulado. (3) No se hallaron diferencias destacables en comportamiento animal, y los resultados no permitieron extraer conclusiones muy certeras. (4) Finalmente, señalar que en base al consumo total de pienso y el peso canal, la estrategia más rentable productivamente fue el uso de granulado con una tolva de 3 bocas, seguida de la opción granulado con túnel, harina junto a túnel, y, en último lugar, harina con tolva de 3 bocas. Inesperadamente, es destacable que la tolva con 3 bocas obtuviera mejores resultados que el túnel; pero la tolva utilizada tiene un buen diseño de comedero y se puede regular el nivel de pienso, elementos que contribuyen a minimizar el desperdicio de concentrado a niveles parecidos al tipo túnel. Por lo tanto, los resultados de este estudio no se pueden extrapolar sin valorar detenidamente el diseño del comedero con el que se pretenda trabajar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Behnke, K. C. 1994. Factors affecting pellet quality. Proc. Maryland Nutrition Conference: 20-25.
- Mateos, G. G. & Grobas, S. 1993. El proceso de granulación: bases científicas y efectos nutricionales. FEDNA: 47-66.
- Verdú, M., Bach, A. & Devant, M. 2013. Efecto del diseño de comedero de pienso sobre parámetros productivos, la conducta animal, el bienestar y la salud ruminal en terneros Frisones con dietas ricas en concentrado. AIDA. Tomo I: 312-314.

Agradecimientos: Este estudio ha sido realizado junto con la Agropecuaria de Guissona S. Coop. Ltda., y mediante la financiación del MAGRAMA (Proyecto 20130020000779, "Mejora de la eficiencia productiva en terneros de cebo a través de la forma de presentación del pienso y del diseño de los comederos: post fórmula").

EFFECT OF CONCENTRATE FORM OF PRESENTATION AND FEEDER DESIGN ON PERFORMANCE, CARCASS, AND ANIMAL BEHAVIOR IN FATTENING HOLSTEIN BULLS FED HIGH-CONCENTRATE DIETS

ABSTRACT: The study aim was to evaluate the effect of concentrate form of presentation and concentrate feeder design on performance, carcass, and animal behaviour in Holstein bulls fed high-concentrate diets. A total of 294 bulls were randomly distributed to 4 treatments that followed a 2×2 factorial design: concentrate presentation form (meal or pellet) and feeder design (feeder with 3 feeding spaces and low concentrate capacity or a single space feeder with lateral protections). Concentrate intake was registered daily and BW every 14 days. Animal behaviour was registered at day -6, 1, 3, 6, 9, 13, 29, and every 28 days. At day 182, animals were slaughtered and carcass quality was registered. Effects of concentrate form of presentation and feeder design on performance differed depending on fattening phase (adaptation, growing, and finishing), and no relevant effects on behaviour were found. When overall fattening data are analysed (total concentrate per animal, kg of carcass, and concentrate efficiency), the best strategy to improve performance and save concentrate is to feed animals with pellet using a feeder with 3 feeding spaces, followed by pellet with a single feeder, meal with a single feeder, and, in last position, meal with a feeder with 3 feeding spaces.

Keywords: concentrate form of presentation, feeder design, Holstein bulls, performance,

EFFECTO DEL NÚMERO DE TOMAS (1 O 2) DE LECHE SOBRE EL CONSUMO DE PIENSO, CRECIMIENTO Y EL COMPORTAMIENTO EN TERNEROS MAMONES FRISIONES DE MÁS DE 55 KG DE PESO VIVO DE ENTRADA

Devant, M., Solé, A., Bach, A. y Terré, M.

Producció de Remugants, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentàries), Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, España. maria.devant@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Estimular el consumo de pienso antes del destete tiene un efecto positivo sobre el peso vivo (PV) final de la fase de lactación. Una posible estrategia para estimular el consumo de pienso es dar la misma cantidad de lactoreemplazante en una sola toma en lugar de dos tomas como es comercialmente habitual. Como la cantidad de lactoreemplazante no se reduce, el crecimiento no tiene porque verse afectado. En estudios previos se ha observado que dando una sola vez al día lactoreemplazante reduce la mano de obra, sin afectar la salud, la GMD, el consumo de pienso o el metabolismo de glucosa (Galton and Brakel, 1976; Stanley et al., 2002). Estos estudios fueron realizados con animales muy jóvenes (alrededor de 1 semana de vida y 42 kg de PV) y dando lactoreemplazante al 10% de PV. Pero la realidad de las explotaciones de cría de mamones españolas es diferente, animales con un mes de edad y con un PV alrededor de los 50-60 kg. Lo que hace necesario que se evalúen estas estrategias de manejo del programa de leche con animales de estas características. No sólo es importante valorar los parámetros productivos, sino también los efectos que puede tener la reducción a una sola toma de leche sobre el comportamiento y bienestar animal. El objetivo de estos estudios fue evaluar si la reducción de una toma de leche en terneros mamones entrados con elevados PV podría ayudar a estimular el consumo de pienso sin perjudicar al crecimiento, la salud y el bienestar animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el primer estudio, 198 terneros machos Holstein ($35 \pm 1,6$ días de edad, $60 \pm 0,2$ kg de PV) se alojaron en 18 corrales ($3,5 \text{ m} \times 5,25 \text{ m}$) de 11 animales repartidos en dos naves idénticas. Tras una semana de adaptación, los animales se agruparon en cada nave según su PV ($54 \pm 0,1$ kg; $59 \pm 0,1$ kg; $68 \pm 0,1$ kg). En una nave, los animales recibieron la misma cantidad de lactoreemplazante en 1 o 2 tomas de leche. El programa que siguieron antes del destete aparece detallado en la Tabla 1.. El destete se realizó el día 28, y los terneros recibieron pienso y paja a voluntad durante 2 semanas.

Tabla 1. Programa de alimentación de los terneros según el tratamiento (1 vs. 2 tomas) durante la lactación en los dos experimentos.

	alimento	cantidad leche	1 toma	2 tomas
Experimento 1				
Semana 1	leche spray + pienso + paja	270 g/d	1 toma	2 tomas
Semana 2	leche suero + pienso + paja	360 g/d	1 toma	2 tomas
Semana 3	leche suero + pienso + paja	420 g/d	1 toma	2 tomas
Semana 4	leche suero + pienso + paja	270 g/d	1 toma	1 toma
Experimento 2				
Semana 1	leche spray + pienso + paja	270 g/d	1 toma	2 tomas
Semana 2	leche suero + pienso + paja	300 g/d	1 toma	2 tomas
Semana 3	leche suero + pienso + paja	210 g/d	1 toma	1 toma

Las dos leches (spray y con suero) contenían 22% PB y 18,5% GB. Los animales tenían pienso (15% PB, 1,01 UFC) y paja a disposición desde el primer día. Semanalmente los animales se pesaron y se registró el consumo de lactoreemplazante, pienso y paja y se calculó la ingestión de materia seca (MS). Diariamente se registraron las incidencias de salud. El comportamiento de los terneros se evaluó a través de observaciones con el método scan sampling (actividades generales, conductas sociales agonistas y antagonistas, no-nutritivas) los días 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 tras la toma de la tarde en todos los corrales y

con la colocación de podómetros a 4 animales por corral los días 14 al 42. La unidad experimental fue el corral. Los datos se analizaron usando ANOVA de efectos mixtos con medidas repetidas (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2010). El modelo estadístico incluyó el PV inicial como bloque, el tratamiento y tiempo (semana) y su interacción como efectos fijos, y el corral como efecto aleatorio. El tiempo se consideró como factor de repetición y para cada variable el animal anidado en el tratamiento (término de error) se sometió a una estructura simétrica o autoregresiva de varianza-covarianza.

En el Estudio 2 se emplearon 198 terneros ($39 \pm 0,3$ días de edad, $60 \pm 0,1$ kg de PV) que se distribuyeron igualmente el PV entre corrales (debido a la mayor homogeneidad del lote de entrada, y que el efecto bloque no fue significativo en el Estudio 1). El programa de leche está descrito en la Tabla 1. Los animales se destetaron el día 21 y los terneros recibieron pienso y paja a voluntad durante 2 semanas. Estos cambios se realizaron tras observar que en el Estudio 1 la cantidad de leche utilizada en el podómetro tener efectos negativos sobre el consumo de pienso. Finalmente, en este Estudio 2 los podómetros se colocaron desde el primer día, del día 1 al 35. El modelo estadístico fue el mismo, sólo que el PV en lugar de ser un efecto fijo (bloque) se introdujo como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PV inicial no se vio afectado por el efecto bloque y el número de tomas ($P > 0,05$). Los terneros con una toma tendieron ($P = 0,07$) a consumir menos leche que los de 2 tomas, algunos animales dejaron leche cuando se concentró en 1 toma todo el lactoreemplazante diario, pero las diferencias fueron mínimas (329 vs. $327 \pm 1,03$ g MF/d). Se observó una interacción entre la semana y el número de tomas de leche para la ingestión de pienso y ganancia de peso ($P < 0,05$). La primera semana los terneros de 1 toma consumieron más pienso ($0,63 \pm 0,058$ kg MF/d) y crecieron más ($0,53 \pm 0,048$ kg/d) que los terneros de 2 tomas ($0,53 \pm 0,058$ kg MF/d y $0,42 \pm 0,048$ kg/d) ($P < 0,05$). Sin embargo, la cuarta semana (antes del destete) los terneros de 1 toma crecieron menos ($0,86 \pm 0,048$ kg/d) que los de 2 tomas ($1,04 \pm 0,048$ kg/d) ($P < 0,05$). Esta diferencia podría ser explicada por una intolerancia a la glucosa (Stanley et al., 2002). Durante la tercera semana los 1T animales consumieron 420 g en una sola toma. La leche rica en suero de leche es rica en lactosa y una ingestión elevada de leche podría causar intolerancia a la glucosa, ya que los tejidos no podrían utilizar el exceso de glucosa, y ésta se excretaría en la orina no utilizándose para crecer y podría comprometer a los animales inmunológicamente. Tras el destete (semana 5 y 6), se observó que 1 vs. 2 tomas reducía la GMD ($0,60$ vs. $0,77 \pm 0,033$ kg/d, respectivamente), el consumo de paja ($0,08$ y $0,14 \pm 0,009$ kg MF/d) y el consumo total de MS ($2,53$ y $2,34 \pm 0,089$ kg MF/d) ($P < 0,05$). Dicho efecto tras el destete se puede atribuir al mayor número de patologías respiratorias en la semana previa al destete de los terneros de 1 toma frente a 2 tomas (14 vs. 8 tratamientos, respectivamente); dándose la mayoría de bajas en la semana 5 y 6 (3% vs. 6% bajas en 2 y 1 toma, respectivamente). Con respecto al comportamiento, los terneros de 1 toma permanecieron menos tumbados que los de 2 tomas (65 y $88 \pm 0,15$ %, respectivamente; $P < 0,05$). Pero posteriormente, en la semana 4 los animales de dos tomas pasan menos tiempo tumbados que los de 1 toma ($68 \pm 0,15$ %; $898 \pm 14,2$ min/d) que los 1T ($72 \pm 0,15$ %; $956 \pm 14,2$ min/d), tras el destete (semana 5 y 6) no se observaron diferencias entre tratamientos. Así pues, el incremento del tiempo de estar de pie está relacionado con el paso de dos a una toma, y es indicativo de que los animales están ansiosos esperando la leche. La estrategia de 1 toma no aumentó el consumo de pienso que se esperaba y redujo la GMD comparado con 2 tomas, probablemente por un mayor registro de patologías. Finalmente, al analizar los datos de consumo de pienso se observó que durante la segunda semana los terneros ya consumían 1 kg de MS/pienso/animal/d; es decir, quizás no necesitaban el aumento de leche que se realizó, pues sus necesidades energéticas ya estaban cubiertas en un 75% por la ingestión de pienso. Por lo tanto, se realizó un segundo programa de leche reduciendo la cantidad de lactoreemplazante aportado y las semanas.

En el Estudio 2, al contrario de lo esperado, antes del destete los animales de 1 toma consumieron menos pienso ($1,09$ vs. $1,39 \pm 0,044$ kg MF/d; $P < 0,001$) y crecieron menos ($0,61$ vs. $0,87 \pm 0,035$ kg/d; $P < 0,001$) que los animales de 2 tomas. De nuevo, las mayores diferencias entre tratamientos se observaron la semana antes del destete, en este caso la tercera semana. En cuanto al periodo post-destete, las mayores diferencias se observaron la

segunda semana, los terneros de 2 tomas tuvieron mayor GMD, el consumo de pienso y paja que los de 1 toma (0,93 vs. 0,78 kg/d \pm 0,034, 2,71 vs. 2,25 \pm 0,067 kg MF/d, 0,23 vs. 0,15 \pm 0,001 kg MF/d, para 2 y 1 toma, respectivamente; $P < 0,05$). El porcentaje de bajas fue superior en 1 (14%) que en 2 tomas (2%) y la mayoría de patologías y bajas se registraron alrededor del destete. En cuanto al comportamiento, los resultados fueron similares al Estudio 1. De nuevo se desconoce si la reducción a una toma de leche predispone a los animales a padecer patologías (inmunocompetencia), ya que parece ser que no causa estrés o problemas de bienestar animal. Así pues, reducir a una toma de leche no parece ser una estrategia recomendable en mamones de más de 55 kg de PV, ya que no tan sólo no aumenta el consumo de pienso como se buscaba, si no que la incidencia de patologías aumenta y el crecimiento disminuye.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Galton, et al. 1976. J. Dairy Sci. 59:944-948.
- Stanley, et al. 2002. J. Anim. Sci. 85:2335-2343

Agradecimientos: Este estudio ha sido realizado junto con la Agropecuaria de Guissona S. Coop. Ltda., y mediante la financiación del MAGRAMA (Proyecto 20130020000779, “Mejora de la eficiencia productiva en terneros de cebo a través de la forma de presentación del pienso y del diseño de los comederos: post fórmula”).

EFFECT OF THE NUMBER OF MILK FEEDING OFFERS (1 O 2) ON CONCENTRATE INTAKE, GROWTH, AND BEHAVIOUR OF DAIRY CALVES WITH MORE THAN 55 KG BODY WEIGHT AT THE ENTRANCE

ABSTRACT: The aim of these studies was to evaluate the effects of milk feeding offers on calves performance and behaviour. In Study 1, 198 Holstein male calves (35 \pm 1.6 d age, 60 \pm 0.2 kg BW) were allocated in 18 pens, and split in three BW blocks, and in two treatments: half of them were offered milk replacer (MR) twice daily (2T), and the other half once daily (1T). The milk replacer (CP 22%, fat 18.5%) feeding program was as follows: week 1: 270 g/d spray milk replacer; week 2: 360 g/d whey milk replacer; week 3 420 g/d; week 4: 270g/d H2O. From 22 to 28 d all calves were offered MR in one feeding, and all animals were weaned at 28 d of study. The following 2 weeks the animals received concentrates plus straw. Concentrate, straw and water were offered ad libitum, and the incidence of veterinary treatments and mortality recorded. Concentrate and straw intake and BW were recorded weekly. Calves behaviour was recorded by scan sampling at 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 d of study after the afternoon MR offer, and lying behavior was monitored by placing a data logger in the right hind leg to record movements at 1-min intervals from 14 to 42 d of study. Data were analyzed with an analysis of variance with repeated measures. In Study 2, 198 Holstein male calves (39 \pm 0.3 d age, 60 \pm 0.1 kg BW) were homogenized by BW. The same treatments and sampling were applied to animals (1 vs 2 MR feeding offers), but the MR feeding program was as follows: week 1: 270 g/d H21, week 2: 300 g/d H2O, week 3: 210 g/d H2O. In this week both treatments were offered MR in one feeding. Animals were weaned at 21 d of study and the following 2 weeks the animals received concentrates plus straw. The lying behavior was monitored by placing the data logger throughout the study. In both studies, 1T calves had lower ($P < 0.05$) ADG and concentrate DM intake than 2T calves around weaning. These differences were maintained 2 weeks after weaning in Study 2. More calves in 1T group were standing the first week of study, in contrast to in the week before weaning (when 2T calves MR offer was reduced to one feeding) that standing time was greater ($P < 0.05$) in 2T compared with 1T calves, suggesting that the lack of one feeding altered the lying behaviour of calves. In both studies, mortality was greater ($P < 0.05$) in 1T than in 2T calves. Whether one feeding predisposed calves to immunosuppression, and therefore greater mortality, was not evaluated, but it was not a good strategy to stimulate concentrate intake in dairy calves of 55 kg BW at the entrance.

Keywords: behaviour, calves, milk replacer feeding offers, performance

EFFECTO DEL USO DE PAJA DE CEBADA O HENO DE ALFALFA EN DIETAS UNIFEED SOBRE LA INGESTIÓN Y EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS EN CRECIMIENTO

Madruga¹,A., Rodríguez-Prado¹,M., Mainau¹,E., Ruíz de la Torre¹,J.L., González²,L.A., Manteca¹,X., Ferret¹,A.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNIBA), Universitat Autònoma Barcelona, 08193 Bellaterra. Alfred.Ferret@uab.cat

²Centre for Carbon, Water and Food, The University of Sydney, Camden, NSW 2570, Australia.

INTRODUCCIÓN

El modelo de producción de nuestros cebaderos de terneros se basa en la alimentación con pienso y paja de cereal, suministrados por separado y *ad libitum*. Este modelo comporta que los animales ingieren elevadas cantidades de concentrado, siendo el consumo de paja muy reducido, de alrededor del 10% de la materia seca ingerida (González et al., 2008; Faleiro et al., 2011). El suministro del pienso y la paja en forma de mezcla completa permite asegurar que el ternero ingiera la cantidad de paja que es recomendable para alcanzar la ingesta de fibra necesaria que garantice un nivel aceptable de rumia y reducir así el riesgo de padecer acidosis ruminal (Iraira et al., 2012).

La alfalfa es una leguminosa forrajera cuyo cultivo está ampliamente extendido en nuestro país. El heno de alfalfa es un forraje que destaca por poseer un notable valor energético, un elevado valor proteico y un alto contenido mineral, destacando su riqueza en calcio (FEDNA, 2004). La sustitución de la paja de cereal por el heno de alfalfa en dietas en forma de mezcla completa para el cebo de terneros aseguraría la ingestión de forraje y, por tanto, de fibra al ser ésta de mejor calidad. Con ello nos aseguraríamos también la actividad de rumia y reduciríamos el riesgo de que los animales presentaran trastornos digestivos. Todo ello sin comprometer los resultados productivos y con la posibilidad de reducir el aporte de suplementos proteicos de importación, de coste más elevado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los procedimientos realizados a los animales fueron aprobados por el Comité de Ética en Experimentación Animal y Humana de la Universidad Autónoma de Barcelona. Ocho terneras Simmental alojadas individualmente ($141 \pm 15,5$ días de edad y un peso medio inicial de $147,4 \pm 10,8$ kg) fueron asignadas al azar a uno de los dos tratamientos experimentales, en un diseño *crossover* 2 x 2. Los tratamientos usados fueron: a) dieta con una mezcla completa compuesta por paja de cebada como fuente de fibra (8% paja de cebada, 36,9% cebada, 38% maíz, 10% harina de soja, 4% harina de girasol, 1% jabón cálcico, 1% bicarbonato sódico, 0,5% carbonato cálcico, 0,2% sal y 0,37% premix) (Paja de cereal), y una dieta con una mezcla completa compuesta por heno de alfalfa como fuente de fibra (8% heno de alfalfa, 38,9% cebada, 39% maíz, 7% harina de soja, 5% harina de girasol, 1% bicarbonato sódico, 0,5% carbonato cálcico, 0,2% sal y 0,37% premix) (Heno de alfalfa). Los forrajes fueron mecánicamente troceados antes de su incorporación a las mezclas completas. Las dietas se ofrecieron *ad libitum*, con una relación forraje:concentrado de un 8:92, y formuladas según el NRC (1996), para ser isocalóricas (2,91 Mcal EM/kg MS), isoproteicas (14% PB, en MS) e isofibrosas (27% FND, en MS). El experimento transcurrió en 2 periodos de 28 días, y las muestras se recogieron la última semana de cada periodo. Durante la semana de muestreo se recogieron muestras diariamente del alimento ofertado y rechazado para calcular la ingesta media diaria y determinar el tamaño de partícula, así como la determinación del contenido en MS y en nutrientes. La separación de partículas se realizó mediante el separador de Pennsylvania y para el cálculo de la fibra efectiva se tuvieron en cuenta las partículas con un tamaño superior a los 1,18 mm y el contenido de FND de la mezcla. Además se realizó el control diario del consumo de agua.

El comportamiento animal se registró mediante grabación durante 24 horas, los días 2, 4 y 6 de cada semana de muestreo. Se analizó el registro continuo de la rumia, del tiempo dedicado a comer de cada animal y del consumo de agua, con un total de 1152 horas de visualización. Se definió que el animal estaba comiendo cuando tenía el hocico dentro del comedero. La rumia incluyó la regurgitación, la masticación y la deglución del bolo alimenticio. El tiempo dedicado a comer, expresados en min/kg MS y min/kg FND y el tiempo de rumia, se calcularon teniendo en cuenta tanto el tiempo dedicado a dichas actividades, como la ingestión de MS total y la ingesta de FND de los 3 días de

observaciones de cada periodo. Las diferencias en ingestión de nutrientes y consumo de agua fueron analizadas usando el procedimiento MIXED del SAS y las diferencias en comportamiento, con el procedimiento GLIMMIX de SAS. El modelo contenía los efectos fijos del tratamiento, el periodo, el día y la interacción tratamiento x periodo. El corral, anidado dentro de la secuencia, fue considerado como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 refleja los datos de ingestión de las terneras. La ingestión de MS fue similar en ambos tratamientos, con un valor medio de 6,4 kg/d. La ingestión de PB y de FND resultaron ser también similares, confirmando que las dietas fueron isoproteicas e isofibrosas, con valores medios de 0,8 y de 1,6 kg/d, respectivamente. Tampoco se encontraron diferencias en la ingestión de fibra efectiva, siendo ésta de media de 0,86 kg/d. El consumo de agua fue similar en ambos tratamientos, con una media de 17,2 l/d, en correspondencia a la no existencia de diferencias en la ingestión.

Tabla 1. Efecto del uso de la paja de cereal o del heno de alfalfa sobre la ingestión de terneras durante su crecimiento

	Tratamientos		eem ¹	P-valor
	Heno alfalfa	Paja cereal		
Ingestión				
MS, kg/d	6,24	6,60	0,260	0,172
PB, kg/d	0,83	0,79	0,037	0,427
FND, kg/d	1,55	1,64	0,105	0,431
FND efectiva, kg/d	0,86	0,87	0,029	0,805
Consumo de agua, l/d	16,6	17,9	2,09	0,556

¹error estándar de la media

Los tiempos dedicados a las actividades de alimentación se recogen en la Tabla 2. El comportamiento de alimentación tampoco evidenció diferencias entre ambos tratamientos, obteniéndose valores similares a los registrados por Iruira et al. (2012) cuando terneras Simmental de peso similar a las de este experimento fueron alimentadas con concentrado y paja, ambos alimentos suministrados por separado y *ad libitum*. El tiempo dedicado a comer al día fue de media de 92 minutos y las terneras dedicaron un total de 15 y 61 minutos para ingerir 1 kg de MS y 1 kg de FND, respectivamente. De igual manera el tiempo dedicado al consumo de agua fue el mismo entre tratamientos con una media de 17 minutos al día. La similitud en los tiempos dedicados a las actividades de comer y de beber, se corresponde a la de la ingestión de alimento y consumo de agua, respectivamente.

Tabla 2. Efecto del uso de la paja de cereal o del heno de alfalfa sobre el comportamiento de alimentación de terneras durante su crecimiento.

	Tratamientos		eem ¹	P-valor
	Heno alfalfa	Paja cereal		
Tiempo dedicado a comer				
min/d	94,88	89,36	6,97	0,582
min/kg MS	15,26	14,35	1,5	0,674
min/kg FND	66,37	55,04	7,75	0,32
Tiempo dedicado a beber	18,09	17,28	1,89	0,763
min/d				
Tiempo dedicado a rumiar				
min/d	305,64	284,64	24,04	0,547
min/kg MS	48,64	45,78	4,32	0,647
min/kg FND	211,06	174,47	22,16	0,264

¹error estándar de la media

Los tiempos de rumia fueron similares en ambos tratamientos, siendo de media de 295 minutos al día. Cuando la actividad se refirió al kg de MS y de FND ingerido, el tiempo

dedicado a rumiar fue de media de 47 y de 197 minutos, respectivamente. Que no existan diferencias entre tratamientos en la actividad de rumia, se debe al hecho que la ingesta de fibra y de fibra efectiva fue la misma tanto en las terneras que consumieron la dieta con paja de cebada, como en las que consumieron la dieta con heno de alfalfa. El hecho de utilizar la mezcla "unifeed", especialmente en el caso de la dieta PC, ayudó a que las terneras ingirieran la cantidad deseada de forraje. Iraira et al. (2012) cuando midieron la ingestión de terneras Simmental del mismo peso que las del experimento presente consumiendo una dieta a base de pienso y paja en una relación 90:10, hallaron que cuando ambos alimentos se ofrecían por separado, la ingestión de paja sólo alcanzó el 4% de la materia seca ingerida.

En conclusión, el uso de heno de alfalfa o de paja de cebada en mezclas completas isoenergéticas, isoproteicas e isofibrosas, a base de pienso y forraje cuando éste se incorpora a nivel de un 8%, no conllevó diferencias en la ingesta de materia seca, de proteína y de fibra, el consumo de agua, ni tampoco en el tiempo dedicado a comer, beber y rumiar, cuando estas mezclas fueron suministradas a terneras Simmental en crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Faleiro, A.G., González, L.A., Blanch, M., Cavini, S., Castells, L., Ruíz de la Torre, J.L., Manteca, X., Calsamiglia, S., Ferret, A. 2011. *Animal* 5:294-303
- FEDNA 2004
- González, L.A., Ferret, A., Manteca, X., Ruíz de la Torre, J.L., Calsamiglia, S., Devant, M., Bach, A. 2008. *J. Anim. Sci* 86:1446-1458
- Iraira, S.P., Ruíz de la Torre J.L., Rodríguez-Prado, M., Manteca, X., Calsamiglia, S., Ferret, A. 2012. *Animal* 6: 1483-1490
- NRC 1996.

Agradecimientos: El trabajo fue financiado por el proyecto AGL2012-36626 del Ministerio de Economía y Competitividad.

EFFECT OF USING BARLEY STRAW OR ALFALFA HAY OFFERED AS A TOTAL MIXED RATION ON INTAKE AND BEHAVIOUR OF GROWING SIMMENTAL HEIFERS

ABSTRACT: Eight Simmental heifers were used in a crossover design experiment to compare the effects of using two different forage sources, barley straw and alfalfa hay, on intake and feeding behaviour in growing heifers fed high-concentrate diets offered as a total mixed ration. Treatments were: a) total mixed ration with barley straw as forage source, and b) total mixed ration with alfalfa hay as forage source. Both of them were offered ad libitum. The experiment was performed in two 28-d periods, and sampling was carried out in the last week of each period. Samples of feed offered and refused for each heifer were collected daily for 7 d in the sampling week for DM determination and chemical analysis. Behaviour of the animals was recorded for 24-h on d 2, 4 and 6 of the last week of each experimental period. Differences were analyzed by using the MIXED and GLIMMIX procedures of SAS. The model contained the fixed effects of treatment, period and their interaction, and the random effect of heifer nested within sequence. No differences were found in total dry matter, crude protein and NDF intake, or in water consumption. Time spent eating, drinking and ruminating were not different between treatments.

Keywords: beef cattle, forage source, high-concentrate diets, total mixed ration

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO ALIMENTADAS CON DIETAS BASADAS EN ENSILADO DE RAIGRÁS ITALIANO O DE LEGUMINOSAS

Dachraoui, M., Jiménez-Calderón, J.D., Martínez-Fernández, A., Vicente, F.
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)
33300 Villaviciosa (Asturias), España. fvicente@serida.org

INTRODUCCIÓN

El sector lechero juega un papel importante en la producción ganadera, sin embargo, es una fuente de producción de gases de efecto invernadero (GEI), ya que contribuye con el 3% del total de las emisiones antropogénicas. Además, la industria de fabricación de piensos representa aproximadamente el 10% de las emisiones y el almacenamiento del estiércol puede alcanzar hasta el 9% (Gerber et al., 2010). El mayor porcentaje de las emisiones de metano en el ganado se debe a la fermentación entérica de los rumiantes que se ha incrementado un 11% desde 2001 hasta 2011 (Tubiello et al., 2014). Se han propuesto diferentes ecuaciones para estimar la producción de gases de efecto invernadero que se basan en el tipo de alimentación, el consumo de materia seca (Kebreab et al., 2008) y también en el propio animal (Yan et al., 2002). El objetivo de este estudio fue estimar las emisiones de gases de efecto invernadero en vacas Holstein en pastoreo alimentadas con raciones basadas en ensilado de raigrás italiano cultivado de modo convencional (fertilización mineral), o con ensilado del inter-cultivo de haba y colza forrajera fertilizada con estiércol y purines (fertilización orgánica) procedente de la propia explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos llevados a cabo con 10 vacas Holstein cada uno en la primavera y en el otoño de 2013. Los animales al inicio de los ensayos estaban con $100 \pm 8,2$ días en leche (media \pm e.e.), $2,3 \pm 0,22$ lactaciones, $614 \pm 16,5$ kg de peso vivo y una producción de $28,0 \pm 1,26$ L/d. En cada ensayo, los animales fueron divididos al azar en 2 grupos y en ambos ensayos, dos ensilados diferentes fueron ofertados a las vacas dentro de una mezcla completa. En la Tabla 1 se muestra la composición de ingredientes.

Tabla 1. Composición y valor nutritivo de las dietas en las dos estaciones de pastoreo.

Ingredientes (%MS)	Primavera		Otoño	
	Orgánica	Convencional	Orgánica	Convencional
Ensilado de maíz ¹	32,56	35,30	-	-
Ensilado raigrás italiano ²	-	36,85	-	32,38
Ensilado haba-colza ³	43,53	-	37,92	-
Heno alfalfa	-	-	23,35	25,44
Paja	15,62	16,16	6,58	7,16
Concentrado	8,29	11,69	32,15	35,02

¹ Cultivado con abono químico en la dieta convencional y con abono orgánico en la alternativa. ² Cultivado en el modo convencional. ³ Cultivadas con fertilización orgánica.

Los animales tuvieron acceso al pasto durante 12 horas al día en primavera y 7 horas en otoño en prados donde predominaba *Lolium perenne* y *Agrostis spp.* El consumo de las mezclas completas se determinó mediante un sistema computerizado de control de ingestión individual. El consumo de hierba en pastoreo se estimó utilizando el método de rendimiento animal descrito por Macoon et al. (2003), que estima la ingestión de hierba en los animales en pastoreo a partir del cálculo de los requerimientos de energía neta del ganado y el consumo de energía neta del alimento proporcionado en el establo. La diferencia entre estas determinaciones estima la cantidad de energía neta aportada por el pasto. Los consumos de mezclas y concentrado extra, así como la producción de leche, se registraron diariamente.

El modelo utilizado para estimar las emisiones de gases es el propuesto por el IPCC 2006 Tier 2, que incorpora la ingestión de materia seca, la producción del animal, el factor de conversión de CH₄ para las vacas lecheras (porcentaje de energía bruta del alimento convertida en metano) y el factor de emisión de metano en función de la energía bruta

ingerida y de la digestibilidad de la misma. El consumo de materia seca y las emisiones de CH₄ se analizaron mediante un modelo lineal teniendo en cuenta el tipo de ración y la estación (primavera y otoño) como factores principales (R Core, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión de la mezcla completa fue diferente en cada estación según la dieta aportada ($P < 0,01$), en primavera la ingestión de la mezcla convencional fue superior a la de la mezcla orgánica ($P < 0,001$), mientras que en otoño la ingestión de mezcla convencional fue similar a la de la mezcla orgánica ($P > 0,05$; Tabla 2). En promedio, la ingestión de mezcla completa fue inferior en primavera que en otoño ($P < 0,001$; Tabla 3) porque la duración del pastoreo fue cinco horas superior en primavera que en otoño. De igual manera, la producción de metano diaria derivada de la ingestión de la mezcla completa (kg/d) o cuando se expresa como g CH₄/kg MS de mezcla se vio afectada por la interacción entre la dieta y la estación del año ($P < 0,01$). Las emisiones diarias de metano fueron superiores en la mezcla convencional que en la orgánica ($P < 0,01$) en primavera mientras que no difirieron en otoño ($P > 0,05$). Cuando las emisiones de metano se expresaron por kg MS de mezcla, no se observaron diferencias entre estaciones con la mezcla orgánica, mientras que con la mezcla convencional, las emisiones en primavera fueron las más elevadas y en otoño inferiores al resto de tratamientos ($P < 0,05$). En promedio, las emisiones de metano fueron mayores en primavera que en otoño ($P < 0,001$). Esta diferencia podría ser debida al hecho que la ración de las vacas solamente incluía ensilado de maíz en primavera.

Tabla 2. Ingestión de la mezcla completa (kg MS/d) y estimación de la emisión de metano según la dieta (D) percibida en cada estación (E).

	Primavera		Otoño		rsd	significación		
	Orgánica	Convencional	Orgánica	convencional		D	E	DxE
Ingestión	3,15c	9,38b	11,50a	12,42a	2,855	***	***	**
Producción de metano								
kg/día	0,056c	0,171b	0,198a	0,209a	0,049	***	***	**
g/kg MS	17,85b	18,24a	17,18b	16,84c	0,467	NS	***	*

Para cada parámetro, medias con distinta letra difieren al $P < 0,05$

En la Tabla 3 se muestra la ingestión de la mezcla completa, de hierba y total, la producción de leche y la estimación de las emisiones de metano según la estación y la dieta. La ingestión de mezcla ya ha sido descrita. En cuanto al consumo de la hierba fue mayor en primavera que en otoño, aunque, debido a la elevada variabilidad entre animales, la diferencia no fue significativa. Este mayor consumo se debe al hecho de que las vacas pasaron más tiempo en pastoreo y a la mayor disponibilidad de hierba fresca en primavera que en otoño. Se constata que cuando los animales consumen más hierba producen más cantidad de metano, aunque la diferencia no fue significativa. Considerando la producción de leche y el consumo total de la ración, incluyendo los concentrados, la producción de metano no presentó diferencias significativas ni entre estaciones ni entre dietas. Con los resultados obtenidos a partir de las estimaciones diarias de emisión de metano entérico a partir de la mezcla completa utilizando el modelo del IPCC, éstas son mayores en otoño que en primavera y con la mezcla convencional que con la orgánica al estar relacionadas directamente con la ingestión de materia seca. Ahora bien, cuando las emisiones se expresan por kilogramo de mezcla ingerida no se observaron diferencias entre dietas. La emisión de metano a partir del consumo de hierba fue independiente de la estación y de la ración ofertada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gerber, P., Vellinga T., Opio, C., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2010. Greenhouse gas emissions from the dairy sector – a life cycle assessment. Roma (Italia).
- IPCC 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Kanagawa (Japón).
- Kebreab, E., Johnson, K. A., Archibeque, S. L., Pape, D. & Wirth, T. 2008. J. Anim. Sci. 86: 2738-2748.
- Macoon B., Sollenberger L. E., Moore J. E., Staples C. R., Fike J. H. & Portier K. M. 2003. J Anim Sci. 81: 2357-2366.
- RCore Team. 2014. R foundation for Statistical Computing. Viena

(Austria). • Tubiello F.N., Salvatore M., Córdor Golec R.D., Ferrara A., Rossi S., Biancalani R., Federici S., Jacobs H. & Flammini A. 2014. ESS Working Paper No. 2, Mar 2014. Roma (Italia). • Yan, T., Agnew, R. E. & Gordon F. J. 2002. Anim. Sci. 75: 141–151.

Tabla 3. Ingestión de la mezcla completa, hierba y materia seca (MS), producción de leche y estimación de las emisiones de metano (kg CH₄) según estación (E) y dieta (D).

	E		D		rsd	Significación		
	Primavera	Otoño	Orgánica	Convencional		D	E	D x E
Ingestión, kg MS/d								
Mezcla	6,27	11,96	7,33	10,90	2,855	***	***	**
Hierba	14,53	9,80	12,00	12,33	10,920	NS	NS	NS
MS ¹	22,59	24,28	25,48	21,39	9,502	NS	NS	NS
Producción de leche, kg/d	26,53	29,21	27,09	28,64	5,728	NS	NS	NS
Producción de metano diaria, kg CH ₄ /d								
mezcla	0,11	0,20	0,13	0,19	0,049	***	***	**
hierba	0,25	0,17	0,21	0,22	0,189	NS	NS	NS
MS ¹	0,38	0,39	0,35	0,42	0,164	NS	NS	NS
Por kg de MS, kg CH ₄ /MS								
mezcla	18,05	17,01	17,52	17,54	0,467	NS	***	*
hierba	15,50	12,56	17,54	17,54	7,280	NS	NS	NS
MS ¹	16,36	16,16	16,11	16,41	0,745	NS	NS	NS
Por kg leche, gCH ₄ /kg leche	14,72	13,68	13,25	15,15	6,358	NS	NS	NS

¹ Incluye ingestión de mezcla, hierba y piensos suplementarios durante el ordeño.

NS: P > 0,05; *: P < 0, 05; **: P < 0, 01; ***: P < 0,001.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto INIA RTA2011-00112 cofinanciado con FEDER de la UE. J. D. Jiménez-Calderón es el beneficiario de una beca predoctoral FPI-INIA.

ESTIMATION OF GREENHOUSE GASES EMISSION IN GRAZING DAIRY COWS FEEDING DIETS BASED ON ITALIAN RYEGRASS OR LEGUME SILAGES

ABSTRACT: The dairy sector plays an important role in the emission of greenhouse gases (GHG). Dairy cows are a significant contributor to total livestock GHG emissions with the main sources being carbon (C) loss from land use change, methane (CH₄) emissions from enteric fermentation, soil nitrous oxide (N₂O) emissions and manure management. For this reason, it is necessary to conduct researches in order to mitigate methane and nitrous oxide emissions from dairy cattle and crop production while trying to maintain the same daily average of milk production. The use of faba bean-rapeseed intercrop silage with organic fertilization has been evaluated as alternative to the Italian ryegrass silage fertilized with chemical fertilization in the diet of grazing dairy cows. Two trials were carried out in spring and autumn 2013 including ten lactating Holstein cows each one. The IPCC 2006 model was used to estimate the greenhouse gases emissions produced by these cows. The intake of the total mixed ration differed between autumn and spring depending on the diet fed, thus the estimation of methane also varied between seasons and diets. The intake of pasture was similar between seasons so methane emissions would be similar too. When the total intake of dry matter was considered and as the average of daily milk production was approximately maintained, the methane emission did not show any difference for both seasons and diets.

Keywords: greenhouse gases, organic fertilization, Italian ryegrass, IPCC.

RELACIÓN ENTRE LOS APORTES DIETARIOS, LAS NECESIDADES HUMANAS DE CLA (ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO) Y EL IMPACTO DE ENRIQUECER LA LECHE CON CLA

Siurana, A. y Calsamiglia, S.

Servei de Nutrició i Benestar Animal, Departament de Ciència Animal y dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España. Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La leche contiene diversos nutrientes beneficiosos para la salud humana, como el calcio, los péptidos bioactivos, las vitaminas y el ácido linoleico conjugado (CLA), el cual ha despertado recientemente interés científico, comercial y social por su actividad potencial como anticarcinogénico, antiaterosclerótico, hipocolesterolémico y antiinflamatorio, entre otros (Parodi, 2004; Belury, 2002; Pariza *et al.*, 2001).

Por esta razón, es necesario analizar los factores que podrían incrementar el contenido de CLA en la dieta humana. Sólo los productos derivados de rumiantes, principalmente los productos lácteos, contribuyen significativamente al aporte de CLA en la dieta humana. Por lo tanto, enriquecer la leche con CLA sería la mejor estrategia para incrementar su consumo. La dieta administrada a las vacas lecheras es el principal factor determinante del contenido de CLA de la leche y, por lo tanto, cambios en ésta pueden permitir enriquecerla.

En el área de nutrición animal se han evaluado diferentes estrategias nutricionales con este propósito, como el aporte de aceites vegetales ricos en ácido linoleico y linoléico (Kelly *et al.*, 1998; Dhiman *et al.*, 2000), o la modificación del medio ruminal para afectar las bacterias involucradas en el proceso de biohidrogenación ruminal.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) Determinar las recomendaciones diarias de CLA para observar sus efectos beneficiosos en la salud humana mediante una revisión bibliográfica; 2) Determinar el consumo actual de CLA en humanos mediante una revisión bibliográfica; 3) Analizar las mejores estrategias dietarias en vacas lecheras para enriquecer la leche con CLA a través de un meta-análisis. 4) Calcular el incremento del consumo actual humano de CLA si toda leche y productos lácteos consumidos fueran enriquecidos con CLA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las recomendaciones diarias de CLA en la dieta humana y el consumo actual de CLA se obtuvieron mediante una búsqueda bibliográfica entre los años 1990 y 2012.

Para el consumo actual se encontraron 9 artículos que incluían resultados de ingesta diaria de CLA total o *cis*-9, *trans*-11 CLA en diferentes países (países europeos, Estados Unidos y Canadá, principalmente). Solo 2 estudios presentaban los resultados en CLA total y en este caso se asumió que el *cis*-9, *trans*-11 CLA era un 76% del total de CLA (Martins *et al.*, 2007).

Respecto al enriquecimiento de la leche con CLA, se analizaron 69 artículos que incluían 72 experimentos basados en la suplementación dietaria en vacas lecheras para mejorar el perfil de ácidos grasos en la grasa láctea. Las estrategias dietarias utilizadas en los artículos se basaban en suplementar la dieta con aceites vegetales procedentes de colza, soja, girasol y lino; aceites de pescado, solos o mezclados con aceites vegetales; alimentación con pastos frescos y suplementación con subproductos o aceites de maíz.

Los suplementos vegetales se procesaron de forma distinta según el trabajo experimental y se recogieron y diferenciaron los datos de suplementos presentados en forma de aceites, sales de calcio, y semillas enteras, micronizadas, extrusionadas, molidas, en forma de harinas, machacadas, trituradas o tratadas por calor.

De los 69 artículos se extrajeron 260 datos de diferentes tratamientos experimentales.

Los datos recogidos en los estudios fueron: concentración de *cis*-9, *trans*-11 CLA, ingesta de materia seca, producción de leche y contenido en grasa de la leche.

Los tratamientos experimentales se agruparon de 3 maneras distintas:

a) según la fuente dietaria utilizada en: 1) dietas sin suplementar (control) (n=62); 2) alimentación con pastos frescos (n=18); 3) dietas enriquecidas con colza (n=13); 4) productos derivados del maíz (n=20); 5) soja (n=33); 6) girasol (n=16); 7) lino (n=59); 8) aceites de pescado (n=18); y 9) aceites de pescado más aceites vegetales (n=19).

b) según la principal fuente de ácidos grasos en: 1) dietas sin suplementar (control) (n=62); 2) dietas ricas en oleico (n=13); 3) dietas ricas en linoleico (n=71); y 4) dietas ricas en linoléico (n=72).

c) según el método de presentación del suplemento dietario (solo aceites vegetales) en: 1) dietas sin suplementar (control) (n=62); 2) suplementos sin procesar (n=19); 3) semillas procesadas (n=40); 4) semillas extrusionadas (n=18); y 5) aceites (n=48).

Se realizó una comparación de medias de las variables de interés para cada uno de los 3 criterios mencionados anteriormente. El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GLIMMIX y las comparaciones múltiples con el proceso LSMEANS ajustado por Tukey del programa estadístico SAS (v. 9.2., SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.). A partir del error estándar de cada dato recogido se calculó el peso de estos y se incluyó en el estudio estadístico para cada variable, y el experimento del cual se extrajeron los datos se incluyó como efecto aleatorio. El nivel de significación se determinó a 0,05 y tendencias se discuten a nivel de significación de 0,10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a las recomendaciones diarias los valores más citados son 0,8 g/d de CLA, pero son muy variables según el efecto beneficioso para la salud humana esperado y el modelo experimental utilizado, con un rango de 0,6 g/d hasta 3,2 g/d. En general las recomendaciones dietarias se han extrapolado de modelos animales y los estudios realizados en humanos reportan resultados inconcluyentes y contradictorios.

La media de consumo actual de CLA en los diferentes países analizados fue 0,21 g/d, siendo el rango desde 0,06 g/d en Portugal hasta 0,40 g/d en Alemania, muy por debajo de las supuestas recomendaciones diarias.

En relación al tipo de fuente dietaria utilizada, los resultados se presentan en la Tabla 1. Las estrategias de alimentación con pastos frescos, dietas enriquecidas con soja, girasol, lino y aceites de pescado más vegetales incrementaron el porcentaje de *cis-9, trans-11* CLA.

Tabla 1. Ingesta de materia seca (IMS), producción de leche, contenido en grasa de la leche y composición en *cis-9, trans-11* CLA en la grasa láctea de vacas alimentadas con diferentes estrategias dietarias.

	CTR	PAS	COL	MAI	SOJ	GIR	LIN	AP	AP+AV
IMS, Kg/d	21,3	19,0	21,2	21,8	20,4	19,6	20,8	21,0	20,9
Leche, Kg/d	30,1 ^{ab}	27,0 ^c	29,6 ^{ab}	32,4 ^a	30,6 ^{ab}	28,8 ^{bc}	29,2 ^b	31,0 ^{ab}	31,4 ^{ab}
Grasa, %	3,61 ^a	3,80 ^a	3,42 ^{ab}	3,44 ^{ab}	3,32 ^b	3,36 ^b	3,65 ^a	3,22 ^b	3,12 ^b
Grasa, Kg/d	1,11 ^a	0,94 ^{ab}	1,04 ^{ab}	1,13 ^a	1,02 ^{ab}	0,94 ^b	1,07 ^a	1,03 ^{ab}	1,01 ^{ab}
<i>Cis-9, trans-11</i> CLA									
g/100g AG	0,61 ^c	1,13 ^{ab}	0,83 ^{bc}	0,84 ^{bc}	1,00 ^{ab}	1,04 ^{ab}	0,90 ^b	0,67 ^{bc}	1,34 ^a
g/d	5,7 ^c	8,6 ^{abc}	7,8 ^{bc}	8,7 ^{ab}	9,2 ^{ab}	10,1 ^{ab}	8,5 ^{bc}	5,9 ^c	12,4 ^a

CTR: control; PAS: alimentación con pastos frescos; COL: dietas enriquecidas con colza; MAI: dietas enriquecidas con productos derivados del maíz; SOJ: dietas enriquecidas con soja; GIR: dietas enriquecidas con girasol; LIN: dietas enriquecidas con lino; AP: dietas enriquecidas con aceites de pescado; AP+AV: dietas enriquecidas con aceites de pescado más aceites vegetales.

^{a-c} diferentes letras dentro de la misma fila indican que las medias son diferentes al P < 0,01)

En relación a la principal fuente de ácidos grasos, los 3 ácidos (oleico, linoleico y linolenico) incrementaron el porcentaje de *cis-9, trans-11* CLA (0,82, 1,00, 0,83, respectivamente) respecto al grupo control (0,62; P<0,01). Las dietas ricas en linoleico son las que presentan un mayor incremento de CLA pero disminuyeron el porcentaje de grasa respecto al grupo control (3,39 vs. 3,63; P<0,01).

Quando se agruparon los datos según el método de presentación de los aceites vegetales, todos los métodos de presentación incrementaron el porcentaje de *cis-9, trans-11* CLA respecto al grupo control (0,84-1,11 vs. 0,57; P<0,01). Además la concentración de *cis-9,*

trans-11 CLA se incrementó más cuando los aceites vegetales se presentaban en forma de semillas extrusionadas (1,11) o en forma de aceite (1,10; $P<0,01$).

Las semillas sin procesar y las semillas extrusionadas disminuyeron la cantidad de leche producida (kg/d) comparado con el grupo control (29,3, 28,9 vs. 30,4) pero el porcentaje de grasa no se alteró. En cambio, los aceites disminuyeron el porcentaje de grasa (3,31 vs. 3,61; $P<0,01$) pero no afectaron a la producción de leche.

Para realizar una aproximación de cómo podría aumentar el consumo humano de CLA, ya que está por debajo de las recomendaciones diarias, se cogieron los datos de *cis*-9, *trans*-11 CLA en g/d para tener en cuenta la disminución de la cantidad de leche o grasa del grupo de aceites de pescado más aceites vegetales que ha resultado la estrategia con mayor incremento de CLA en leche. Una dieta sin suplementar contiene 5,67 g/d de CLA y la dieta rica en aceites de pescado más aceites vegetales 12,4 g/d por lo tanto representa un incremento de x 2,2. Si asumimos que toda la leche y productos lácteos se consumieran enriquecidos en CLA con este incremento, el consumo medio de CLA incrementaría de 0,21 g/d a 0,46 g/d, cantidad aún insuficiente para llegar a las recomendaciones diarias.

Las mejores estrategias para incrementar el contenido de CLA en leche fueron la mezcla de aceites de pescado y aceites vegetales, y los productos ricos en ácido linoleico, pero disminuyeron el contenido en grasa. Los productos ricos en linolenico también resultaron en una buena estrategia para incrementar el contenido de CLA sin disminuir el contenido en grasa. Respecto a los métodos de presentación, la mejor estrategia fueron las semillas extrusionadas y los aceites, pero las semillas extrusionadas disminuyeron la cantidad de leche producida y los aceites disminuyeron el contenido en grasa.

En conclusión, hay mucha información en el área de nutrición animal sobre estrategias nutricionales para incrementar el CLA en leche de vacas lecheras pero las necesidades humanas derivan de modelos animales que son poco fiables, mientras que los estudios en humanos son inconclusivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belury, M.A. 2002. Annu. Rev. Nutr. 22:505-531
- Dhiman, T.R. *et al.* 2000. J. Dairy Sci. 83:1016-1027.
- Kelly, M.L. *et al.* 1998. J. Nutr. 128:881-885.
- Martins, S.V. *et al.* 2007. Br. J. Nutr. 98:1206-1213.
- Pariza, M.W. *et al.* 2001. Prog. Lipid Res. 40:283-298.
- Parodi, P.W. 2004. Aust. J. Dairy Technol. 59:3-59.

THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN DAILY REQUIREMENTS OF CLA, THE POTENTIAL ENRICHMENT OF MILK THROUGH COW'S NUTRITION AND DAILY HUMAN CONSUMPTION

ABSTRACT: The objectives of this research were to determine human daily recommendations, human current consumption of CLA and the best feeding strategies in dairy cows to enrich milk with CLA. The most commonly reported intake recommendations for human are 0.8 g/d (from 0.6 to 3.2 g/d). The estimated current average human consumption in Europe, US and Canada is 0.21 g/d, ranging from 0.06 g/d in Portugal to 0.40 g/d in Germany, well below the requirements. Published papers (n=69) based on supplementation the diet of dairy cows with plant oils, fish oils or the combination of both were analyzed using meta-analysis techniques. The best strategy to increase the content of CLA in milk was combining fish oils and plant oils (1.34 vs. 0.61; $P<0.01$) (x 2.2), but decreased milk fat content (3.12 vs. 3.61; $P<0.01$). Diets supplemented with linseed are also a good strategy (0.90 vs. 0.61; $P<0.01$) without affecting the fat content. In plant oils, extruded seeds effectively increased the CLA content of milk (1.11 vs. 0.57; $P<0.01$) without affecting milk fat content. If we assume an increase content of x 2.2 in CLA in milk and milk products, average human consumption would increase from 0.21 to 0.46 g/day.

Keywords: Conjugated linoleic acid (CLA), dairy products, human requirements

ESTUDIO DEL TRANSCRIPTOMA DE VACAS RESISTENTES A LA DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA

Siurana, A.¹, Gallardo, D.², Calsamiglia S.¹ y Cánovas A.³

¹Departament de Ciència Animal i dels Aliments; ²Servei Veterinari de Genètica Molecular;

³Departament de Genètica Animal, Centre de Recerca en Agrigenòmica (CSIC-IRTA-UAB-UB); ^{1,2,3}Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España.

Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el consumidor ha desarrollado un interés creciente en el consumo de alimentos con actividades funcionales, como los productos enriquecidos con grasas omega-3 o ácido linoleico conjugado (CLA) (Parodi, 2004). En condiciones naturales, casi todo el CLA dietario procede del consumo de productos lácteos y cárnicos derivados de rumiantes (Ritzenthaler *et al.*, 2001). La biohidrogenación de ácidos grasos poliinsaturados en el rumen resulta en la acumulación de ácido vaccénico (*trans*-11 C18:1) en el rumen y la producción de CLA en la glándula mamaria. Sin embargo, bajo ciertas condiciones dietarias, las vías de la biohidrogenación ruminal se alteran y se producen ácidos grasos *trans*-10 que son potentes inhibidores de la síntesis de la grasa láctea con importantes implicaciones económicas (Bauman y Griinari, 2001). Durante la depresión de la grasa láctea (DGL) se ha observado que se produce una modificación en la expresión de varios genes implicados en las vías metabólicas relacionadas con la síntesis de grasa (Harvatine y Bauman, 2006; Kadegowda *et al.*, 2009; McFadden y Corl, 2010). Sin embargo, algunos animales no muestran la DGL con una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) Analizar el transcriptoma de animales resistentes y sensibles a la DGL 2) Identificar las rutas metabólicas y reguladores que están compensando la DGL en animales resistentes bajo diferentes condiciones dietarias (sin grasa suplementada o enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados).

MATERIAL Y MÉTODOS

El conjunto de vacas de una granja comercial fueron sometidas de forma consecutiva a una dieta control (sin grasa suplementada) o suplementada con lino extrusionado (fuente de ácidos grasos poliinsaturados). En función del contenido en grasa de la leche se seleccionaron 4 vacas: 2 sensibles a la DGL y 2 resistentes a la DGL (Figura 1). La cantidad de grasa fue analizada mediante espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS). Después de 21 días de adaptación a ambas dietas se recogieron muestras de leche para los análisis de *RNA-Sequencing* y perfil de ácidos grasos de cadena larga en leche. Se extrajeron 100 ml de leche de 2 cuarterones para el análisis de *RNA-Sequencing*. Para el análisis de los ácidos grasos de cadena larga se recogieron muestras de leche representativas de un ordeño y se analizaron mediante cromatografía de gases. Las muestras para *RNA-Sequencing* se conservaron en hielo hasta el momento de extracción de células y se centrifugaron a 2000 rpm durante 10 minutos a 7°C para obtener el pellet de células somáticas. La extracción de ARN se realizó utilizando el método Trizol (Invitrogen, Carlsbad, CA). La calidad del ARNm se evaluó a partir del número de integridad de RNA (RIN), obteniendo valores entre 7-9, indicando una buena calidad. Las muestras se secuenciaron mediante la tecnología *RNA-Sequencing* con la plataforma HiSeq2000 (Illumina, Inc). Las lecturas *paired-end* (100 pb) fueron mapeadas y anotadas de acuerdo al genoma de referencia bovino *Bos taurus* 4.6.1 utilizando *TopHat* 2.0.7 y *Bowtie2* 2.0.6. Los datos fueron normalizados calculando las lecturas por kilobase por cada millón de lecturas mapeadas (FPKM) para cada gen utilizando el paquete *Cufflinks* 2.0.2. Para realizar el análisis funcional e identificar las rutas metabólicas afectadas en la lista de genes diferencialmente expresados (FPKM>0,2; p-value<0,01 y Fold-change>2), se utilizó el software Ingenuity Pathway Analysis (Qiagen, Silicon Valley, CA, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales sensibles a la DGL alimentados con lino mostraron una disminución de la grasa láctea, un incremento del ratio de ácidos grasos insaturados/saturados (de 41/59 a 45/55) así como una disminución de la proporción de ácidos grasos de cadena corta y media (AGCM) (C4 a C14 y el 50 % de C16; AGCM; de 33,9 a 32,8%) comparado con la dieta

control, indicando una disminución de la síntesis de ácidos grasos cuando los animales estaban alimentados con lino. Por lo contrario, los animales resistentes a la DGL alimentados con lino, mostraron un incremento de la grasa láctea y del ratio de ácidos grasos insaturados/saturados (de 35/65 a 39/61). Además, no se observaron cambios en la proporción de AGCM (31,4%) sugiriendo que estos animales eran resistentes a la DGL.

El análisis de expresión diferencial entre los animales sensibles a la DGL vs. Resistentes a la DGL permitió detectar un elevado número de genes diferencialmente expresados (DE) en ambas dietas (Figura 1). Además, se identificaron 726 genes DE entre dietas en los animales resistentes a la DGL mientras que se identificaron únicamente 38 en los animales sensibles a la DGL (Figura 1). Estos resultados sugieren que las vacas resistentes a la DGL podrían estar activando un mecanismo compensatorio para aumentar la síntesis de ácidos grasos en presencia de lino.

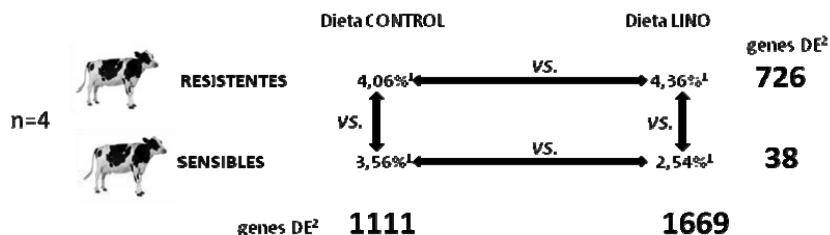


Figura 1. Número de genes diferencialmente expresados en las diferentes comparaciones realizadas en este estudio. ¹Contenido en grasa láctea. ²diferencialmente expresados

En este contexto, el análisis de las rutas metabólicas evidenció que los genes DE entre dietas en los animales resistentes a la DGL están involucrados en la ruta de síntesis y oxidación de ácidos grasos, observando una sobre-regulación de estos genes en los animales con la dieta lino (Tabla 1).

Tabla 1. Rutas metabólicas afectadas significativamente ($P < 0,01$) en animales Resistentes-DGL alimentados con lino.

Ruta metabólica	Genes, n	genes diferencialmente expresados, %	Tipo Regulación
Activación de TR/RXR	92	70,7	↑
Activación de PPARα/RXRα	184	75,6	↑
Señalización de IGF-1	99	90,9	↑
Señalización de PI3K/AKT	128	88,3	↑
Señalización de AMPK	149	74,5	↑
Señalización de PPAR	94	79,8	↑

La Tabla 2 muestra una representación de los factores de transcripción y genes reguladores más significativos asociados al metabolismo lipídico, síntesis de ácidos grasos y adipogénesis que están actuando como reguladores en las rutas metabólicas sobre-expresadas en este estudio. Entre ellos, se encuentra el factor de transcripción *PPARA* que regula la expresión de 22 genes (p.e. *ACACA* y *FBP3*, relacionados con la síntesis de ácidos grasos). El gen *PPARA* es un factor de transcripción y un importante regulador del metabolismo de los lípidos, activando la regulación de los genes involucrados en el transporte de los ácidos grasos, la deposición de la grasa y la β-oxidación (Kersten *et al.*, 2014). Además, el gen *PPARG* (otro miembro de la familia PPAR) se ha identificado como regulador de 27 genes (Tabla 2). El gen *PPARG* regula el almacenamiento de ácidos grasos y el metabolismo de la glucosa. Los genes activados por *PPARG* estimulan la captación de lípidos y la adipogénesis por las células adiposas.

Los resultados preliminares sugieren profundizar en el estudio de las variantes estructurales presentes en el transcriptoma, ya que los animales resistentes a la DGL podrían estar activando un mecanismo compensatorio para aumentar la síntesis de ácidos grasos en presencia de lino evitando la reducción de la producción de grasa láctea.

Tabla 2. Factores de transcripción (FT) / Reguladores y genes regulados en animales resistentes a la DGL alimentados con lino.

FT/Regulador	Expresión	Genes regulados
FOXO3	x 6,3	↑SLC7A1, ↑CDH1, ↑CLDN1, ↑MKI67, ↑APAF1, ↑TNFSF10, ↓JUNB, ↓FOS
KRAS	x 2,8	↑ABCA1, ↑VCAN, ↑MX2, ↑HYOU1, ↑ABCC4, ↑REST, ↑BCL2, ↑CDH1, ↑AHR, ↑OAS1, ↑SMPD3, ↑CASP2, ↑BMI1, ↑THBS1, ↑PLD1, ↓GZMK, ↓IRF9, ↓FOS, ↓TESC, ↓CXCL8, ↓UPP1, ↓IER3, ↓IL1B, ↓LAMB3
MTOR	x2,4	↑PRKAR2A, ↑BCL2, ↑CDH1, ↑AKAP13, ↑OAS1, ↑ACACA, ↑ST6GAL1, ↑TNFSF10, ↓RPL32, ↓TCEB2, ↓FADD, ↓MUC1
RXRA	x 1,8	↑ABCA1, ↑ACACA, ↑BRCA1, ↓CYP26A1, ↓FABP3, ↓FOS, ↓GCK, ↓GPD1
PPARA	x 1,6	CCNT1, ABCA1, TPP1, ↑MASP2, ↑GPD2, ↑SMC2, ↑MKI67, ↑STIM1, ↑ACACA, ↑ZNF236, ↑KIF20A, ↓EDN1, ↓NCF1, ↓FOS, ↓GPD1, ↓SERINC2, ↓LAMB3, ↓PAH, ↓FABP3, ↓G0S2, ↓CSN2, ↓GCK
PPARG	x 1,3	↑ABCA1, ↑HYOU1, ↑CDH1, ↑LNPEP, ↑TGFB1, ↑MKI67, ↑STIM1, ↑BRCA1, ↑HK2, ↑ACACA, ↑TNFSF10, ↓EDN1, ↓NCF1, ↓DGAT2, ↓CXCL8, ↓GPD1, ↓CCL5, ↓IL1B, ↓LAMB3, ↓KRT19, ↓FABP3, ↓CYP26A1, ↓IL9, ↓MUC1, ↓CXCL2, ↓CSN2, ↓GCK
VEGFA	x 1,2	↑SLC12A6, ↑RASGRP3, ↑BCL2, ↑E2F3, ↑PPAP2B, ↑THBS1, ↑ITGB1, ↑CEACAM1, ↓MRPL23, ↓EDN1, ↓JUNB, ↓CCRL2, ↓FOS, ↓CXCL8
SREBF1	x 1,08	↑ABCA1, ↑PDPK1, ↑PCYT1A, ↑BCL2, ↑HK2, ↑ACACA, ↑LPIN1, ↑HSPA13, ↓IL1B, ↓PTGDS, ↓GCK

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bauman, D.E. & Griinari J.M. 2001. *Livest. Prod. Sci.* 70:15-29 • Harvatine, K.J. & Bauman D.E. 2006. *J. Nutr.* 136:2468-2474 • Kadegowda, A. K. *et al.* 2009. *J. Dairy Sci.* 92(9):4276-4289 • Kersten, S. 2014. *Molecular Metabolism.* 3:354-371 • McFadden, J.W. y Corl, B.A. 2010. *J. Dairy Sci.* 93(10):4651-4658 • Parodi. 2004. *Aust. J. Dairy Technol.* 59:3-59 • Ritzenthaler, K.L. *et al.* 2001. *J. Nutr.* 131:1548-1554.

TRANSCRIPTOME PROFILE IN COWS RESISTANT TO MILK FAT DEPRESSION

ABSTRACT: Feeding linseed to dairy cows results in milk fat depression (MFD), but there is a wide range of sensitivity, i.e. from cows not showing any reduction in milk fat to cows having a strong MFD. The objective of this study was to compare the mRNA expression of transcripts expressed in milk somatic cells in cows resistant or sensitive to MFD. Four cows were selected from a dairy farm after a switch from a control diet to a linseed-rich diet: two cows (R-MFD) were resistant to MFD showing high milk fat content in both control (4.06%) and linseed-rich diet (4.36%) (R-MFD); and two cows (S-MFD) were sensitive to MFD decreasing milk fat content after the change into the linseed diet (3.56 to 2.54 %). Fresh milk samples were collected from each cow the week before and two weeks after the diet change. Transcriptome analysis was performed using RNA-Sequencing technology with a HiSeq2000 platform. Results showed an overexpression in genes and pathways related to fatty acid synthesis and lipid metabolism such as a TR/RXR and PPARα/RXRα Activation pathways. Also, several genes and transcription factors such as *FOXO3*, *MTOR*, *PPARA*, *PPARG* and *SREBF1* were identified acting as key regulators in R-MFD cows with linseed-rich diet suggesting the possibility to select cows resistant to MFD. Also, the study of the structural variation in the whole transcriptome of S-MFD and R-MFD cows will contribute to the better understanding of molecular mechanisms affecting the MFD in cows.

Keywords: Milk fat depression, fatty acid synthesis, RNA-Sequencing, mRNA expression

CETOSIS EN VACAS DE LECHE DURANTE EL POST-PARTO Y SU EFECTO SOBRE LOS NIVELES DE GRASA Y PROTEÍNA DURANTE LA LACTACIÓN

Fouz¹, R., Viña² C., Yus³, E., Sanjuán³, M.L. Diéguez², F.J.

¹Africor Lugo, Ronda d Fingoy 177, 27002, Lugo, España

²Departamento de Anatomía y Producción Animal, Universidad de Santiago de Compostela, F. Veterinaria, Campus Universitario s/n, 27002, Lugo, España

³Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios, Universidad de Santiago de Compostela, F. Veterinaria, Campus Universitario s/n, 27002, Lugo, España

franciscojavier.diequez@usc.es

INTRODUCCIÓN

La cetosis es una enfermedad metabólica que se presenta con frecuencia en vacas de aptitud lechera. Se relaciona con la presencia de niveles anormalmente elevados de cuerpos cetónicos en sangre, principalmente como expresión bioquímica de un balance energético negativo. Por lo general aparece en el ganado en las dos primeras semanas después del parto; rara vez se produce en gestación tardía. Los estudios de campo han demostrado que la cetosis puede afectar hasta el 40% de las vacas de un rebaño aunque la prevalencia puede llegar a ser tan alta como el 80% (McArt et al., 2012).

En vacas lecheras, los tres principales cuerpos cetónicos son acetona (Ac), acetoacetato (AcAc) y β -hidroxibutirato (BHB). Estos se excretan por la orina y la leche y se han desarrollado diversos test para detectar cuerpos cetónicos en estos fluidos corporales.

Existen pocos estudios previos que relacionen la cetosis con los niveles de grasa y proteína en leche aunque Duffield et al. (2013) señalaron que ambos parámetros se incrementaban cuanto mayores eran los niveles de BHB en post-parto.

El objetivo del presente trabajo fue determinar y cuantificar la influencia de los niveles de BHB en leche medidos en post-parto sobre los niveles de grasa y proteína en los dos primeros meses de lactación (recogidos a partir de control lechero oficial).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos empleados en el estudio corresponden a 59,187 vacas pertenecientes a 1,752 granjas que formaban parte del control lechero oficial de la provincia de Lugo en 2014. La determinación de la concentración de BHB se llevó a cabo mediante análisis por espectrometría infrarroja de las muestras de leche recogidas en el primer control post-parto. Este control tiene lugar entre el día 5 y 35 post-parto. De Roos et al. (2007) definen como cetosis concentraciones de BHB en leche $\geq 0,10$ mM/l.

La concentración de grasa y proteína de la leche proceden igualmente de las muestras recogidas mensualmente por el control lechero oficial. Las mediciones de ambos parámetros se realizaron, como en el caso anterior, mediante espectrometría infrarroja.

Para determinar la influencia de los niveles de BHB sobre la grasa y proteína, en los dos primeros controles, se empleó un modelo de regresión lineal, incluyendo como variables de control la edad, los días en leche (DEL) a los que se realizó el primer control (y por lo tanto la medición de BHB) y el nivel productivo del animal en cada uno de estos dos primeros controles (medido para cada animal como la desviación en kg sobre la producción media de la explotación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de grasa y proteína durante la lactación en vacas con concentraciones de BHB en leche \geq o $<$ de 10mM se muestran en la Figura 1.

A pesar de existir diferencias entre la grasa y proteína durante todo el periodo de lactación, cuando se aplicaba el análisis de regresión sobre los valores obtenidos en los dos primeros controles, se comprobó que estas diferencias solo eran significativas para la grasa y solo en el primer control. Se observaron niveles de 4,8% para vacas con BHB ≥ 10 mM y 4,15 para los animales con niveles de BHB <10 mM. En el caso de la grasa en el segundo control y la proteína no se existían diferencias significativas.

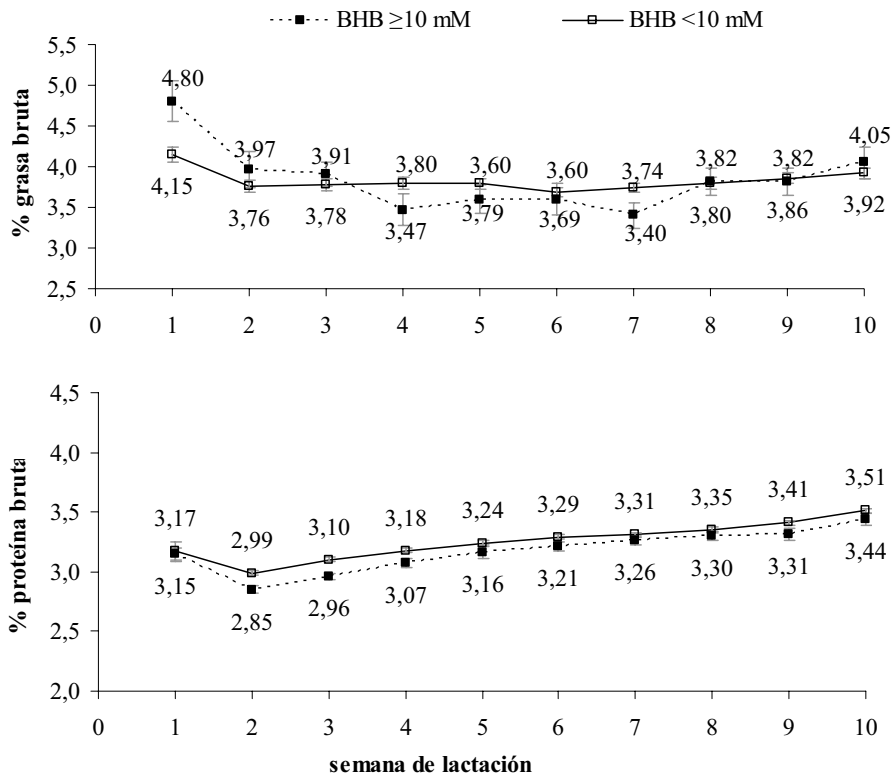


Figura 1. Porcentajes medios de grasa y proteína bruta de la leche durante la lactación en función del nivel de BHB en leche en el primer control lechero post-parto (definido como variable binaria: \geq o $<$ de 10mM). Las barras verticales indican la desviación estándar.

El análisis de regresión (Tabla 1) indicó que la grasa en primer control se incrementaría en 3,35 unidades porcentuales por cada unidad de incremento de BHB (0,335 unidades por cada décima adicional de BHB), una vez corregido por producción y DEL al primer control. El número de parto no parecía influir sobre la grasa producida por lo que este parámetro se retiró del análisis. El término de interacción entre BHB y producción era significativo cuando se incluía en el modelo.

Tabla 1. Resultados de un modelo de regresión lineal para valorar el efecto de los niveles de BHB en leche (medidos en el primer control lechero post-parto) sobre el porcentaje de grasa medido en ese primer control

	Coefficiente de regresión (β)	Significación (p)	Intervalo de confianza para β	
BHB (mM)	3,352	<0,001	3,248	3,456
Producción de leche ¹	-0,008	<0,001	-0,009	-0,007
Días en leche ²	-0,021	<0,001	-0,022	-0,020
BHB x producción de leche ³	0,231	<0,001	0,209	0,254

¹ Medida como desviación de cada animal con respecto a la media de su granja en el primer control lechero post-parto

² Días en leche en el momento del primer control lechero post-parto

³ Consideradas como variables binarias (BHB \geq o $<$ de 10mM/producción de leche \geq o $<$ que la media de la granja)

De esta forma la movilización de grasa asociada a la cetosis, que ocasionará una entrada de triglicéridos en el torrente sanguíneo (a utilizar por el hígado como fuente de energía), conducirá a su vez a un incremento de los niveles de grasa en leche. Esto modificará el ratio grasa:proteína (Figura 2) que podría ser un indicador para casos de cetosis subclínicas. Durante los tres primeros meses de lactación los animales con concentraciones de BHB más elevadas muestran ratios también más altos superándose ampliamente el umbral de 1,25. En los animales con menor BHB los ratios son más bajos y se normalizan con más precocidad. Nuevos estudios serían necesarios para determinar el punto de corte y exactitud de este ratio como predictor de cetosis en vacuno.

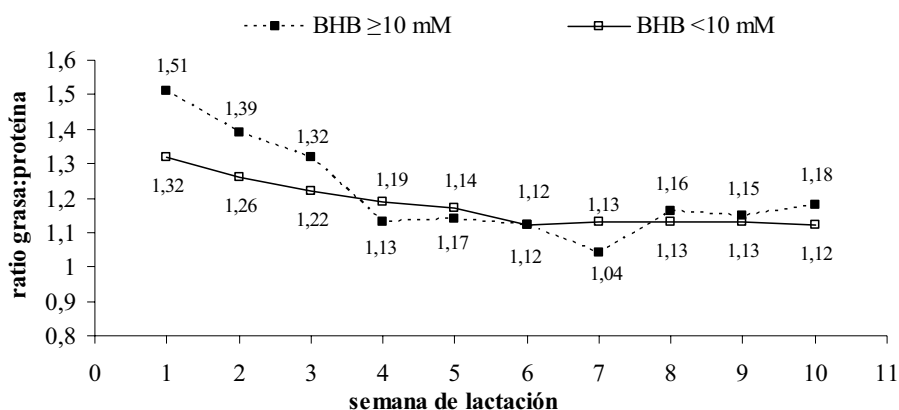


Figura 2. Ratio grasa:proteína de la leche durante la lactación en función del nivel de BHB en leche en el primer control lechero post-parto (definido como variable binaria: \geq o $<$ de 10mM)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Roos A.P.W. et al. 2007. J. Dairy Sci. 90: 1761-1766.
- Duffield, T.F. et al. 2013. J Dairy Sci. 32: 571-580.
- McArt, J.A. et al. 2012. J. Dairy Sci. 95: 5056-5066.

KETOSIS IN DAIRY COWS AFTER CALVING AND ITS EFFECT ON FAT AND PROTEIN LEVELS DURING LACTATION

Abstract: The aim of this study was to determine and quantify the influence of β -hydroxybutyrate levels (as measured in milk samples after calving by infra-red spectrophotometry) on the fat and protein percentages in the milk yield in the first two months of lactation. By means of logistic regression it was observed that the percentage of fat in the first month of lactation increased as the β -hydroxybutyrate level increased. No differences were observed neither for fat in the second month or for protein in the first two months. Since milk fat was higher during the first part of the lactation period due to the rapid mobilization of fat post-parturition, the fat:protein ratio could be used as an indicator of subclinical ketosis in fresh cows. Further studies would be needed to determine the cut-off points and the accuracy of this ratio as a predictor of bovine ketosis.

Keywords: ketosis, β -hydroxybutyrate, fat, protein

USO DE UNA NUEVA FITASA EN ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE Y LECHONES: EFECTOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y EXCRECIÓN DE MINERALES

Cerisuelo¹, A., Cambra-López², M., Gómez¹, E.A., Ferrer¹, P., Farinós^{1,2}, B., Añó^{1,2}, P., Marqués³, R., Salaet³, I., Aligue⁴, R. y Pascual², J.J.

¹Centro de Investigación de Tecnología Animal, IVIA, 12400 Segorbe, Castellón

²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, UPV, 46022 Valencia

³GLOBAL FEED S.L.U. (Grupo TERVALIS), 21041 Huelva

⁴Departamento de Biología Celular, Facultad de Medicina, UB. 08036 Barcelona
cerisuelo_alb@gva.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso de enzimas exógenas en la alimentación de monogástricos se ha incrementado para mejorar la eficiencia de conversión y reducir los costes de alimentación. Entre las enzimas más utilizadas en la actualidad se encuentran las fitasas. Éstas actúan liberando el fósforo (P) fítico de los ingredientes de origen vegetal (60-80% del P total de los cereales) que no es directamente disponible en monogástricos lo que conlleva una reducción en la incorporación de fuentes inorgánicas de P en los piensos. Además de su acción sobre el P, el uso de fitasas puede mejorar la retención de calcio (Ca) y otros nutrientes. La actividad de las fitasas depende de factores como sus propiedades intrínsecas y origen, su concentración y la cantidad de fitato (sustrato) en los piensos y el tamaño de partícula o la concentración de Ca en los piensos (Aldeola et al., 2006; Ravindran et al., 2006). En este sentido, Adeola et al. (2006) observaron que las fitasas bacterianas de *E. coli* liberan una mayor cantidad de P disponible que las fúngicas. Según Lei y Stahl (2001), las fitasas con una mayor estabilidad térmica, resistencia a la acción proteolítica y rango óptimo de pH son las más eficaces. La mayoría de fitasas expresan su máxima actividad a pH entre 5,0 y 7,5, reduciendo su actividad a pH inferiores, por lo que los bajos valores de pH del estómago (pH 2-3) limitan su actividad en monogástricos.

El objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de un polipéptido bacteriano (producido por *Pichia pastoris* a partir de un gen aislado de *Serratia odorifera*) con actividad fitásica óptima en un rango de pH de entre 3,5 y 5,8 y caracterizada por una alta resistencia a la pepsina y la tripsina, sobre el balance de P y Ca en piensos de broilers y lechones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 96 broilers macho (Ross) de 21 días de edad ($871 \pm 27,4$ g de peso) y 36 lechones (Pietrain x (Landrace x Large White)) de 46 días de edad ($12,3 \pm 1,61$ kg de peso) fueron utilizados en dos experimentos (Exp. 1 y 2, respectivamente). En ambos experimentos se formularon 6 piensos experimentales que diferían en su contenido en minerales y niveles de incorporación de fitasa. Estos consistieron, para cada especie, en un pienso control positivo (C+) sin fitasa, formulado para aportar los niveles de P digestible (P_{dig}) recomendados para pollos de carne de segunda edad (0,38%) y lechones (0,36%) según las recomendaciones de FEDNA (2008) para aves y FEDNA (2006) para cerdos, un control negativo (C-) sin fitasa y con niveles bajos de P_{dig} (0,28 y 0,24%, respectivamente) y 4 piensos C- con dosis crecientes de fitasa (250, 500, 1000 y 10000 UI/kg). El Exp. 1 tuvo una duración de 17 días y el Exp. 2 de 49 días.

En el Exp. 1, a los 7 días de estudio, los animales se pesaron y se alojaron por parejas en 48 jaulas metabólicas (8 jaulas/tratamiento) durante un periodo de 10 días. Los últimos 3 días (días 15-17 de estudio), se recogió y pesó el total de excretas producidas por jaula cada 24 h. Tras los 3 días de recogida se realizó un pool de excreta por jaula y se guardó una muestra representativa en congelación (-20°C). Durante este periodo se controló la cantidad de pienso ofertado y rechazado (consumido) por jaula.

El Exp. 2 se llevó a cabo en 3 tandas de 5 animales/tratamiento y tanda. El día 7 de cada tanda se seleccionaron 4 animales de peso medio por tratamiento y se alojaron por parejas en 12 corrales de digestibilidad donde permanecieron 11 días. Los últimos 4 días (días 14-18 de estudio) se recogió y pesó el total de heces producidas cada 24 h y se controló el pienso consumido por corral. Al final del periodo de recogida se realizó un pool de excreta por corral y se almacenó en congelación (-20°C). El día 49 de estudio, se sacrificaron 2 animales por tratamiento mediante aturdimiento y posterior desangrado. De estos animales se extrajo la tibia izquierda y se almacenó en congelación (-20°C) hasta su análisis.

Las muestras de pienso y heces/excretas se analizaron para determinar la concentración de P y Ca total a partir de las cenizas mediante espectrometría de emisión con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES, Varian Inc). Para la determinación del contenido en las tibias, éstas se procesaron hasta obtener las cenizas, a partir de las cuales se determinó el contenido en P y Ca mediante ICP-OES.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron problemas en la salud de los animales en ninguno de los experimentos realizados. La Tabla 1 muestra los resultados de digestibilidad aparente y balance mineral en el Exp. 1. Aunque no se observaron diferencias significativas entre C+ y C-, la inclusión de fitasa mejoró ($P<0,05$) la digestibilidad aparente del Ca y P, como media entre 8 (para el Ca) y 7 (para el P) puntos porcentuales con respecto al tratamiento C-.

Tabla 1. Digestibilidad aparente (d) y balance de minerales en pollos de 35 días de vida mediante la utilización de niveles crecientes de una nueva fitasa en los piensos.

n	Tratamiento ¹						EEM	P
	C+	C-	250	500	1000	10000		
	8	8	8	8	8	8		
dCa, %	28,8c	33,6bc	41,0a	43,0a	40,7a	39,7a	2,08	<0,001
dP, %	34,2d	38,8cd	46,3a	46,6a	45,3ab	40,6bc	2,10	<0,001
Ingestión, g/animal y día								
Calcio	1,55 ^a	1,19b	1,27b	1,28b	1,33b	1,26b	0,054	<0,001
Fósforo	1,02 ^a	0,870b	0,884b	0,903b	0,928ab	0,879b	0,037	0,075
Excreción, g/animal y día								
Calcio	1,16 ^a	0,766b	0,750b	0,733b	0,787b	0,760b	0,052	<0,001
Fósforo	0,717 ^a	0,513b	0,473b	0,484b	0,508b	0,523b	0,035	<0,001
Retención, g/animal y día ²								
Calcio	0,462ab	0,395b	0,519a	0,550a	0,539a	0,503a	0,035	0,013
Fósforo	0,347b	0,331c	0,411ab	0,420a	0,420a	0,356abc	0,024	0,022

a-b Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas ($P<0,05$).

¹ C+: dieta control sin fitasa, cumple las recomendaciones de Pdig de FEDNA (2008) para pollos de esa edad; C-: dieta control sin fitasa y con niveles bajos de Pdig (0,28%); 250, 500, 1000 y 10000 UI/kg.

² Retención con respecto al ingerido.

En cuanto al balance de Ca y P, la cantidad absoluta de Ca y P ingerido y excretado fue superior ($P<0,05$) en el tratamiento C+ en comparación con el tratamiento C-. La cantidad de Ca retenido fue similar y la cantidad de P retenido fue superior ($P<0,05$) en el tratamiento C+ en comparación con C-. La inclusión de fitasa no disminuyó la cantidad absoluta de P y Ca excretado. Sin embargo, con respecto a la cantidad de Ca y P ingeridos, la retención incrementó de forma lineal ($P<0,05$) en los tratamientos con fitasa.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de digestibilidad aparente y balance mineral del Exp. 2. A diferencia del Exp. 1 (broilers), la digestibilidad del P resultó superior ($P<0,05$) en el tratamiento C+ en comparación con C-. La digestibilidad del Ca y P fue superior ($P<0,05$) en los tratamientos con fitasa, como media entre 5 (para el Ca) y 6 (para el P) puntos porcentuales, en especial en el tratamiento 250, en comparación con el tratamiento C-. La ingestión de P fue superior en el tratamiento C+, mientras que la excreción no fue diferente con respecto al tratamiento C-. La cantidad de P en tibia fue menor ($P<0,05$) en el tratamiento C- en comparación con el tratamiento C+. La ingestión y excreción de P en heces y su retención no fue significativamente diferente entre los tratamientos con fitasa y el C-. Sin embargo, la cantidad de Ca y P retenidos en tibia fueron superiores ($P<0,05$) en todos los tratamientos con fitasa en comparación con C-.

Tabla 2. Digestibilidad aparente (d) y balance de minerales en lechones mediante la utilización de niveles crecientes de una nueva fitasa en los piensos.

	Tratamiento ¹						EEM	P
	C+	C-	250	500	1000	10000		
n	8	8	8	8	8	8		
dCa, %	65,5c	66,2cb	74,0a	67,7cb	70,7b	76,0a	1,68	<0,001
dP, %	62,0a	56,1b	63,1a	61,9a	62,4a	67,4a	2,15	0,016
Ingestión, g/animal y día								
Calcio	1,69	1,66	1,76	1,72	1,75	1,73	0,122	0,992
Fósforo	1,257 ^a	0,964b	1,024b	0,969b	0,990b	0,984b	0,071	0,055
Excreción, g/animal y día								
Calcio	0,575 ^a	0,556a	0,465b	0,552a	0,504b	0,417b	0,046	0,145
Fósforo	0,467 ^a	0,417ab	0,378bc	0,381bc	0,367bc	0,317c	0,030	0,031
Minerales en tibia, g								
Calcio	8,21 ^a	5,48c	6,60b	6,56b	6,24bc	7,62a	0,334	<0,001
Fósforo	3,78 ^a	2,46c	2,97b	2,95b	2,90b	3,42a	0,148	<0,001

a-b Distintas letras en la misma línea indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹C+: dieta control sin fitasa, cumple las recomendaciones de P_{dig} de FEDNA (2006) para cerdos de esa edad; C-: dieta control sin fitasa y con nivel bajo de P_{dig} (0,24%); 250, 500, 1000 y 10000 UI/kg.

En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones de este estudio, la dosis recomendada de la nueva fitasa para mejorar la digestibilidad y retención de P sería de 250 UI/kg de pienso tanto en broilers como en lechones. A estos niveles, mejora también el aprovechamiento del Ca. Merece la pena mencionar que la mayoría de estudios con fitasas recomiendan niveles más elevados de inclusión (a partir de 500 UI/kg) tanto en broilers (Rutherford et al., 2004) como en porcino (Aldeola et al., 2006) y que la mayoría no testan dosis inferiores a 500 UI/kg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeola, O., Olukosi, O.A. Jendza, J.A. Dilger, R.N. & Bedford, M.R. 2006. Animal Science, 82: 637-644.
- FEDNA 2006. Normas FEDNA para la formulación de piensos para cerdos. 113 pp.
- FEDNA 2008. Normas FEDNA para la formulación de piensos para aves. 79 pp.
- X.G. Lei, X.G. & Stahl, C.H. 2001. Appl Microbiol Biotechnol 57: 474-481
- Ravindran, V., Morel, P.C.H., Partridge, G.G., Hruby, M. & J. S. Sands. 2006. Poult. Sci. 85: 82-89.
- Rutherford, S.M., Chung, T.K., Morel, P.C.H. & Moughan, P.J. 2004. Poult. Sci. 83: 61-68.

THE USE OF A NOVEL PHYTASE IN BROILER AND PIGLET FEEDING: EFFECTS ON MINERAL DIGESTIBILITY AND EXCRETION

ABSTRACT: The effects of inclusion of a new phytase (produced by *Pichia pastoris* from a cloned gene of *Serratia odorifera*) in broiler (Exp.1) and piglet (Exp. 2) feeds on mineral (P and Ca) utilization and retention were studied. A total of 96 male chicks (Ross) and 36 male pigs of 28 and 46 days of age, respectively, were used. Dietary treatments consisted in the administration of 6 diets incorporating different mineral levels and enzyme doses: C+ (commercial levels of Ca and P; without phytase), C- (low levels of P; without phytase), 250 (C- + 250 IU phytase/kg), 500 (C- + 500 IU phytase/kg), 1000 (C- + 1000 IU phytase/kg), 10000 (C- + 12000 IU phytase/kg). Mineral balance and retention were measured from 35 to 38 (Exp.1) and 60 to 64 days of age (Exp. 2). In Exp. 2, the left tibia was removed on day 49 (6 animals per treatment) to determine mineral retention. Calcium and P utilization and retention rates were higher ($P < 0,05$) in treatments with phytase compared with C-. The results of this study indicate the inclusion of 250 units of phytase/kg feed might offer advantages in terms of mineral digestibility and retention both, in broilers and pigs.

Keywords: phytase, pig, broiler, efficacy.

EFFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN CALCIO:FÓSFORO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS Y FORMACIÓN ÓSEA DE POLLOS BROILER DE 0 A 35 DÍAS

Hamdi, M., Franco-Rosselló, R., Solà-Oriol, D. y Pérez, J.F.
Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra 08193.
Barcelona, España. Manel.Hamdi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las fitasas se incorporan de forma generalizada en la alimentación de los pollos broiler con mejoras asociadas en los resultados productivos y en la eficiencia de utilización del P vegetal. En la práctica de formulación se recomienda bajar los niveles de Ca para facilitar la actividad propia de la fitasa. Sin embargo, es posible que parte de los efectos atribuidos a la fitasa se deban al efecto directo del Ca sobre la interacción entre diferentes nutrientes. Niveles elevados de Ca en la digesta se han asociado a la formación de fitato de calcio (Selle et al., 2009) o fosfato cálcico (De Kort et al., 2009) que termina precipitando en el intestino delgado y reduciendo la absorción de P. Estudios llevados a cabo para examinar la interacción entre el nivel de Ca y P en la dieta han demostrado que una alta concentración de Ca en la ración puede comprometer el porcentaje de cenizas de la tibia y aumentar los problemas de osificación (Driver et al., 2005) cuando los niveles de P en la ración son limitantes. El objetivo del presente estudio fue cuantificar el efecto de la variación del ratio Ca:P en niveles similares a los que se aplica durante la utilización de las fitasas sobre los rendimientos productivos y la formación ósea de pollos broilers de 0 a 35 días.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 2 experimentos consecutivos en la granja experimental de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona. En total se usaron 128 pollitos broiler machos Ross (64 en cada ensayo), que se pesaron a su llegada a la granja y fueron distribuidos al azar en 2 grupos experimentales con 4 animales por jaula (n=8 por tratamiento) para cada ensayo. Se utilizó un diseño completamente al azar con 2 tratamientos que difirieron por el nivel de Ca y P no fítico (NPP) en la ración (Tabla 1). Los 2 tratamientos fueron: T_{1,1} (Bajo Ca: Bajo P) y T_{1,2} (Alto Ca:Alto P) en el primer ensayo, y T_{2,1} (Alto Ca:Bajo P) y T_{2,2} (Alto Ca:Alto P) en el segundo ensayo. Las dietas se administraron *ad libitum* en dos formulaciones de nutrientes a lo largo del crecimiento (primera edad de d 1 a 21 y segunda edad de d 21 a 35). Durante el ensayo se registró el consumo de pienso y el peso de los animales en los d 7, 14, 21, 28 y 35. Al finalizar el ensayo se sacrificaron 2 animales/jaula para obtener el tibiotarso izquierdo de cada animal y determinar su peso y porcentaje de cenizas. Las tibias, después de su extracción, fueron desgrasadas durante 48 horas en éter de petróleo. A continuación se secaron durante 12 horas a 110°C para determinar el peso seco y se incineraron durante 12h a 550°C para la determinación del contenido en cenizas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados del primer experimento se observó que bajar los niveles de NPP en la ración con un descenso simultáneo en los niveles de Ca de 0.9% a 0.7% no determinó cambios en los parámetros productivos (Tabla 2). Por el contrario, reducir los niveles de NPP manteniendo los niveles elevados de Ca (Exp. 2) provocó un descenso en la ganancia media diaria de 0 a 21d (32,0 g vs 37.3 g) y de 21 a 35 d (70, 8 vs 91.1g) para los animales que recibieron los tratamientos bajos y altos en NPP, respectivamente.

En relación a la mineralización de la tibia, los resultados de los dos ensayos reflejan que al disminuir los niveles de NPP en la ración se redujo el peso de la tibia y su porcentaje de cenizas en ambos ensayos. El descenso fue, sin embargo, menor con niveles reducidos de Ca en la ración (Exp. 1).

Los resultados confirman que reducir los niveles de P disponible en la ración tiene un efecto significativo sobre las ganancias de peso y la mineralización del esqueleto de los broiler. Reducir simultáneamente los niveles de Ca de 0,9 a 0,7% atenúa los efectos negativos sobre el crecimiento, si bien no impide que se produzcan efectos negativos sobre la

osificación. Los resultados confirman la necesidad de alcanzar niveles elevados de Ca en la ración de los broilers (0,9%), fundamentalmente para asegurar la mineralización ósea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Kort, E., Minor, M., Snoeren, T., Van Hooijdonk, T. & Van Der Linden, E. 2009. Dairy Sci. Technol. 89: 283–299.
- Driver, J.P., Pesti, G.M., Bakalli, R.I. & Edwards, H.M. 2005. J. Poult. Sci. 84: 1406-1417.
- Selle, P.H., Cowieson, A.J. & Ravindran, V. 2009. Livest. Sci. 124: 126-141.

Agradecimientos: Estamos agradecidos al Servei de Granges i Camps Experimentals de la UAB por su servicio y asistencia durante el experimento.

Tabla 1. Composición de minerales y de nutrientes calculados de las dietas experimentales (% , a menos que se indique otra unidad)

	Experimento 1				Experimento 2			
	T _{1.1}		T _{1.2}		T _{2.1}		T _{2.2}	
	0-21d	21-35d	0-21d	21-35d	0-21d	21-35d	0-21d	21-35d
Materia seca	88,8	88,3	89,02	88,5	88,9	88,5	88,9	88,6
EM (kcal/Kg)	3000	3100	3000	3100	3000	3140	3000	3140
Proteína bruta	21	19,7	21	19,7	21,0	19,8	21	19,7
Lisina	1,19	1,06	1,19	1,06	1,19	1,06	1,19	1,06
Metionina	0,58	0,52	0,58	0,52	0,58	0,52	0,58	0,52
Ca	0,7	0,63	0,9	0,85	0,9	0,85	0,9	0,85
P tot.	0,58	0,54	0,71	0,68	0,56	0,53	0,69	0,66
P disp.	0,3	0,27	0,42	0,39	0,30	0,27	0,42	0,39
P fitico	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
P no fitico	0,32	0,29	0,46	0,43	0,31	0,28	0,44	0,42
Sodio	0,17	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16
Cloro	0,2	0,2	0,2	0,2	0,28	0,27	0,28	0,27
Potasio	0,93	0,86	0,94	0,87	0,93	0,87	0,94	0,87

T_{1.1} (Bajo Ca:Bajo P) y T_{1.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 1.

T_{2.1} (Alto Ca:Bajo P) y T_{2.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 2.

Tabla 2. Influencia de los niveles de Ca y P de la ración sobre los rendimientos productivos de los pollos de 0 a 35 d

	Experimento 1				Experimento 2			
	T _{1.1}	T _{1.2}	EEM	P-valor	T _{2.1}	T _{2.2}	EEM	P-valor
PV a 21 d (g)	810,6	842,6	20,5	0,29	714,2 ^b	824,4 ^a	21,7	0,003
PV a 35 d (g)	2054,6	2139,5	36,0	0,12	1679,5 ^b	2108,4 ^a	47,4	<,0001
GMD 0-21d (g/d)	36,7	38,2	0,97	0,29	32,04 ^b	37,3 ^a	1,03	0,003
GMD 21-35 d (g/d)	88,9	92,6	1,86	0,17	70,8 ^b	91,1 ^a	3,19	0,0005
IC 0-21 d	1,37	1,36	0,03	0,695	1,51 ^a	1,38 ^b	0,02	0,0005
IC 28-35 d	1,56	1,61	0,02	0,181	1,72	1,61	0,08	0,372

T_{1.1} (Bajo Ca:Bajo P) y T_{1.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 1.

T_{2.1} (Alto Ca:Bajo P) y T_{2.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 2.

PV: peso vivo; GMD: ganancia media diaria; IC: índice de conversión.

Tabla 3. Influencia de de los niveles de Ca y P de la ración sobre del peso y mineralización de la tibia de los pollos de 0 a 35 d

	Experimento1				Experimento 2			
	T _{1.1}	T _{1.2}	EEM	P-valor	T _{2.1}	T _{2.2}	EEM	P-valor
Peso tibia (g)	4,37 ^b	4,82 ^a	0,12	0,008	3,41 ^b	4,82 ^a	0,16	<,0001
Cenizas (%)	51,38 ^b	52,25 ^a	0,31	0,050	48,15 ^b	52,90 ^a	0,54	<,0001
Peso tibia (% PV)	0,21	0,22	0,01	0,413	0,20 ^b	0,23 ^a	0,01	0,0063

T_{1.1} (Bajo Ca:Bajo P) y T_{1.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 1.

T_{2.1} (Alto Ca:Bajo P) y T_{2.2} (Alto Ca:Alto P) en el exp. 2.

PV: peso vivo.

EFFECT OF THE VARIATION OF THE RELATION CALCIUM: PHOSPHORUS ON PERFORMANCE AND CHICKEN BONE FORMATION BROILER 0 to 35 DAYS

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of different levels of calcium and phosphorus in the diet for broiler chickens at 35 days of age on growth performance and bone mineralization. Two trials were conducted with 64 animals and two treatments in each trial. Diets differed in the level of Ca and P, Ca varied from 0.7 to 0.9% and P levels from 0.35 to 0.42%. It was observed that a reduction of dietary Ca level compensates the decrease in the productive parameters when low P levels were used in the diet. However, low Ca diets have a negative effect on bone mineralization.

Keywords: Calcium, phosphorus, broilers, bone.

EFFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE POLLOS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LA INCORPORACIÓN EN LA DIETA DE MOLTURA DE AJO (ZooAllium®)

Martín¹, P., Miralles², A., Ota³, J., Palacios⁴, C., Alvarez⁴, S., Revilla⁵, I. León², L. y Cubero², M.J.

¹JR Suárez Monedero, SL, Las Pedroñeras, Cuenca

²Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia ³Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia

⁴Area de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca, Filiberto Villalobos 119, 37007 Salamanca

⁵Area de Tecnología de los Alimentos. Escuela Politécnica Superior de Zamora. Universidad de Salamanca
carlospalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

La producción ecológica es un sistema general de gestión agrícola y producción de alimentos a partir de sustancias y procesos naturales (Comisión Europea, 2007). Ante los posibles problemas sanitarios que puedan presentar las producciones animales en estos sistemas ganaderos se dará preferencia para su tratamiento a los productos fitoterapéuticos y homeopáticos, así como a los oligoelementos (Comisión Europea, 2008). El uso del ajo ha sido empleado desde antiguo en el tratamiento de procesos infecciosos provocados por distintos agentes patógenos (bacterias, hongos y virus) (Navarro, 2007). De los componentes activos encontrados en el ajo, tanto la alicina como distintos extractos, se muestran activos *in vitro* frente a un amplio espectro de gérmenes, entre ellos los responsables de patologías digestivas (Bakri et al., 2005; Gomaa y Hashish 2003; Elnima et al., 1983). En el presente trabajo se estudia el efecto de la moltura de ajo morado (ZooAllium®) como regulador intestinal repercutiendo sobre el crecimiento de pollos criados en producción certificada ecológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio experimental se llevó a cabo en gallinero en producción ecológica con pollos de raza "Tricolor catalana". Los animales fueron introducidos con 1 día de edad y fueron separados en dos lotes idénticos, donde podían mantener contacto visual entre ellos, pero en ningún caso llegaban a estar en contacto directo. Cada corral disponía de un área de 18 m² utilizando paja como yacija. La nave estuvo dotada de iluminación natural. La temperatura en el interior de la nave fue de 33-35°C al inicio de la prueba, reduciéndose paulatinamente a lo largo de la crianza.

El pienso control estaba compuesto por una ración de cereales (49% de trigo y 24% de cebada) y de leguminosas (24% de vezas) de producción ecológica, un 3% de corrector vitamínico-mineral y carbonato cálcico. El diseño de la dieta experimental fue la implantación de dos tratamientos experimentales, según el nivel de ZooAllium® (fabricado por JR Suárez Monedero S.L., Las Pedroñeras, Cuenca) incluido en la dieta. Grupo Control (N=16) sin adición de ajo y Grupo Tratado (N=16) con la suplementación del 2% de moltura de ajo. La selección de los animales para cada grupo se realizó al azar.

Todos los pollos fueron pesados a la llegada al gallinero con un día de vida (Peso de Inicio), a los 38 días (Peso 38 días) y al sacrificio a los 66 días de la llegada de los pollos (Peso 66 días). Se controló el consumo de pienso de ambos grupos. Posteriormente, con los pesos registrados se calculó la ganancia media diaria (GMD) y el índice de conversión (IC) del pienso ingerido. Con estos datos, se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento general lineal (GLM) del programa informático SPSS v.20.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo medio diario (CMD) de pienso de los 32 pollos ecológicos fue el mismo para ambos grupos: 20,65 g/d/pollo durante el primer periodo (0-38 días) y 36,06 g/d/pollo durante el siguiente periodo (38-66 días). Los pollitos iniciaron la prueba con un peso de 48,66 ± 0,50 g/pollo en el grupo control y 48,56 ± 0,51 g/pollo en el grupo tratado. Encontramos diferencias significativas (p<0,01) en los pesos registrados los 38 días (Tabla 1), con mayores registros del grupo tratado (620,92 ± 48,38 g/pollo) frente al grupo control

(484,06 ± 90,83 g/pollo). Lo mismo encontramos en los pesos a los 66 días: el grupo tratado obtuvo mayores registros (1.190,62 ± 109,49 g/pollo) que el grupo control (1.007,81 ± 111,69 g/pollo).

Respecto a la GMD, encontramos diferencias significativas ($p < 0,01$) (Tabla 1) en el primer periodo (0-38 días), con registros superiores del grupo tratado, que tiene crecimientos de $15,06 \pm 1,27$ g/día/pollo frente a los $11,45 \pm 2,38$ g/día/pollo del grupo control. Cuando analizamos el periodo de estudio globalmente (0-66 días) encontramos significación en los valores obtenidos, con mayores registros en el grupo tratado ($17,30 \pm 1,65$ g/día/pollo) frente al grupo control ($14,53 \pm 1,69$ g/día/pollo).

En cuanto al IC, podemos observar una mejor calidad del crecimiento en los animales alimentados con ZooAllium® al 2 % ($1,62$ g/g de pienso frente a $1,93$ g/g del grupo control) durante la realización de la prueba.

A diferencia de estos resultados Ari et al. (2012) solo encontraron diferencias en los pesos y crecimientos diarios en la fase de inicio con broilers en producción convencional con incorporaciones del 20% de ajo en el pienso. Otros trabajos, Elagib *et al.* (2013) encontraron diferencias en estos factores con la incorporación de un 3% de ajo en el pienso de broilers en producción convencional mientras que Pourali et al. (2010) obtuvieron diferencias en todas las fases de crecimiento de broilers convencionales con la adición de un 2% de ajo molido en la dieta.

En conclusión, la inclusión de moltura de ajo ZooAllium® al 2% en el pienso de pollos en producción ecológica mejora los rendimientos productivos y la eficacia de conversión de pienso, por sus efectos sobre la flora intestinal como demostraron Miralles et al. (2014) y coincide con lo ocurrido en pollos convencionales a la misma dosis. Estos resultados animan a la utilización de ajo molido en procesos que limiten el crecimiento normal de pollos ecológicos por causas digestivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ari, M.M., Barde R.E., Ogah, D.M., Agade, Y.I., Yusuf, N.D., Hassan, I.D & Muhammed, M.M. 2012. Egypt. Poult. Sci., 32(1): 13-21.
- Bakri I.M. & Douglas C.W.I., 2005. Arch. Oral Biol. 50: 645-651.
- Comisión Europea, 2007. REGLAMENTO (CE) N° 834/2007 DEL CONSEJO de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 2092/91.
- Comisión Europea, 2008. REGLAMENTO (CE) no 889/2008 DE LA COMISIÓN de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos.
- Elagib, H.A.A., El-Amin, W.I.A., Elamin, K.M. & Malik, H.E.E. 2013. J. Anim. Sci. Adv., 3(2): 58-64.
- Elnima, E.I., Ahmed, S.A., Mekkawi, A.G., Mossa, J.S., 1983. Pharmazie, 38: 747-748.
- Gomaa, N.F., Hashish, M.H. 2003. J. Egypt Public Health Assoc. 78: 361-372.
- Miralles, A., Otal, J., Palacios, C., Martín, P., León, L., Cubero, M.J. 2014. XIX Simposio nacional de avicultura. p. 65. 13 y 14. Zaragoza
- Navarro, M., 2007. Revista de Fitoterapia, 7(2): 131-151.
- Pourali, M., Mirgheleng, S.A., Kermanshahi, H. 2010. Global veterinaria, 4(6): 616-621.

Agradecimientos: A Arturo Sócrates, de la granja avícola "Guerra" del pollo campesino ecológico, por su colaboración y disposición en el presente trabajo.

Tabla 1. Efecto de la utilización de ajo sobre el peso y el crecimiento de pollos (media \pm desviación estándar).

	Grupo Control	Grupo Tratado	Nivel de significación
N	16	16	
Peso inicio	48,66 + 0,50	48,56 + 0,51	NS
Peso 38 días	484,06+ 90,83	620,93+ 48,38	P<0,01
Peso 66 días	1007,81+ 111,69	1190,62+ 109,49	P<0,01
GMD 0 a 38 días	11,45 + 2,38	15,06 + 1,27	P<0,01
GMD 38 a 66 días	18,70 + 5,99	20,34 + 4,30	NS
GMD 0 a 66 días	14,53 + 1,69	17,30 + 1,65	P<0,01

GMD: ganancia media diaria.

NS: no significativo.

EFFECT OF USE OF MILLED GARLIC (ZooAllium®) IN FEED FOR ORGANIC CHICKENS

ABSTRACT: Organic production tries to use systems based on natural substances and processes, and when there is a health problem natural products from plants would rather be used than other. Garlic has been used for infectious problems for a long time, and it has showed to be useful *in vitro* with digestive diseases. We have studied the effect of garlic in the diet on growing performance of organic chickens, comparing a group without garlic and another one with 2% of milled garlic in feed. Animals were weighted at the beginning (1 day), at 38 days and at the end of fattening. Chickens with garlic in their diet had better weight at 38 days (620.92 ± 48.38 g) and at 66 days ($1,190.62 \pm 109.49$ g) than control group (484.06 ± 90.83 g and $1,007.81 \pm 111.69$ g) ($p < 0.01$). Average daily gain in first period of fattening and considering the whole fattening were also better: 15.06 ± 1.27 g/day vs. 11.45 ± 2.38 g/day (0-38 days) and 17.30 ± 1.65 g/day vs. 14.53 ± 1.69 g/day (0-66 days). So, we conclude that productive parameters are better in organic chickens fed with garlic supplement, as it had been showed before in broiler.

Keywords: garlic, organic chicken, average daily gain, weight.

SUPLEMENTACIÓN CON LACTOSUERO EN POLVO Y CONCENTRADO PROTÉICO DE LACTOSUERO EN DIETAS DE INICIACIÓN DE BROILERS: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Pineda-Quiroga, C., Atxaerandio, R., Ruiz, R. y García-Rodríguez, A.
Neiker-Tecnalia, Departamento de Producción Animal, Granja Modelo de Arkaute, 46,
01080 Vitoria-Gasteiz. cpineda@neiker.net

INTRODUCCIÓN

La prohibición del uso de antibióticos en dosis sub terapéuticas en el alimento de animales de abasto como promotores de crecimiento ha motivado la búsqueda de alternativas factibles y seguras que mejoren el rendimiento productivo. El lactosuero es un subproducto de la industria quesera que, en ocasiones, en las condiciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se gestiona como un producto de desecho. La valorización de este subproducto como materia prima en nutrición animal es una alternativa factible que contribuye a optimizar su manejo final. De hecho, si bien a menudo se utiliza en producción porcina, su administración en aves resulta igualmente interesante. El lactosuero posee un alto contenido de lactosa (aproximadamente un 70% de la materia seca) que resulta indigestible en aves debido a su carencia de secretar lactasa (Alloui et al., 2013). Así, la lactosa se fermenta en el tracto posterior dando lugar a ácidos grasos volátiles que pueden ser usados como fuente de energía por el hospedador. Por su parte, el concentrado proteico de lactosuero es un subproducto del lactosuero y está compuesto por proteínas biológicamente activas con alto valor nutricional y además es considerado como una excelente fuente de aminoácidos para la nutrición de aves jóvenes (Szczurek et al., 2013). Además, favorece el metabolismo muscular y la capacidad de respuesta del sistema inmune (Rusu et al., 2009). Teniendo en cuenta que el uso de azúcares fermentables no digestibles en nutrición animal es considerado como una alternativa prometedora para mejorar la productividad y la salud animal (Huyghebaert et al., 2011) y que el concentrado proteico de lactosuero puede suplementarse como ingrediente biológicamente activo que favorece el rendimiento productivo, el objetivo de este estudio fue evaluar el uso de estos dos subproductos alimenticios en la alimentación de broilers durante el periodo de iniciación y su efecto en la productividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente ensayo se utilizaron un total de 810 pollos machos de línea Ross 308 de 1 día de vida. Los animales se alojaron aleatoriamente en recintos de 3,75 m² provistos con virutas de madera como yajija. El manejo de luz y temperatura implementado siguió lo establecido por el manual Ross 308. Se evaluaron 3 tratamientos cada uno con 9 réplicas de 30 pollos. A cada grupo experimental se le asignó una de las siguientes dietas experimentales durante 21 días: 1) control (0LOP), 2) inclusión de 6% de lactosuero en polvo (6LOP), 3) 8% inclusión de concentrado proteico de lactosuero (0L8P). El lactosuero empleado estuvo compuesto por una mezcla de suero dulce bovino y ovino con un contenido medio de lactosa de 70,3% sobre materia seca. El concentrado proteico de lactosuero Renylat 3300, de Industrias Lácteas Asturianas, presentó un contenido medio de proteína bruta del 35%. Las dietas experimentales tuvieron como base maíz y torta de soja, y fueron formuladas para reunir los requerimientos nutricionales establecidos para pollos de engorde por FEDNA (2008). De igual manera, fueron formuladas para que proporcionaran cantidades semejantes de energía metabolizable aparente (13,1 MJ/kg EMA_n), proteína bruta (22%) y aminoácidos digestibles (lisina 1,1%, metionina 0,35%). Además, las dietas con lactosuero en polvo y concentrado proteico de lactosuero aportaron la misma cantidad de lactosa (4,2% sobre materia seca). El alimento se suministró en forma de harina y se ofreció *ad libitum*. Semanalmente se pesaron todos los pollos por recinto. La ingestión de pienso se calculó por diferencia entre la cantidad ofertada y rechazada. Con estos datos se calculó para cada semana el peso vivo final (PF), ganancia media diaria (GMD), ingestión de alimento (IA) e índice de conversión (IC). La mortalidad fue registrada diariamente. Para el análisis de datos se consideró el recinto como unidad experimental. Se siguió un diseño factorial evaluándose el efecto del tipo de pienso, la semana y su interacción mediante un modelo mixto lineal generalizado considerando medidas repetidas utilizando el

procedimiento GLIMMIX del programa SAS 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{cov} + T_i + S_j + \text{Tx}S_{ij} + R_{k;i} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} representa el valor del parámetro a analizar en cada observación, μ la media poblacional, T_i el efecto fijo del tratamiento ($i = 0L0P, 6L0P, 0L8P$), S_j el efecto fijo de la semana experimental ($j = 1, 2, 3$), $\text{Tx}S_{ij}$ es el efecto de la interacción del tratamiento experimental y la semana ($ij = 0L0P \times \text{semana } 1 \dots, 0W0P \times \text{semana } 3$), $R_{k;i}$ el efecto aleatorio del recinto anidado al tratamiento, ($k = 1, 2, \dots, 9$), ε_{ijk} el error residual. Se aplicó un test de Tukey para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos ($P < 0,05$). Diferencias entre medias con valores de significancia entre 0,05 y $< 0,10$ fueron considerados como tendencia. Todos los datos son presentados como medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, existe una interacción significativa entre las dietas experimentales y la semana para los parámetros PF, GMD, IA e IC, sin efecto sobre la tasa de mortalidad (Tabla 1). Mientras que en la primera semana experimental los animales alimentados con 6L0P y 0L8P incrementaron el PF en comparación con la dieta 0L0P, en la segunda y tercera semana el pienso 0L8P generó un incremento del PF con respecto a 6L0P y 0L0P ($P < 0,001$). La GMD aumentó semanalmente para los animales alimentados con 0L8P en comparación con 0L0P y 6L0P ($P < 0,001$), mientras que la GMD para 6L0P fue superior que 0L0P ($P < 0,001$). La IA fue mayor en todas las semanas en los animales que recibieron 0L8P en comparación con 0L0P y 6L0P ($P < 0,001$), mientras que, en la primera y segunda semana, los animales alimentados con 6L0P presentaron una mayor IA que los 0L0P ($P < 0,001$). Finalmente, el IC fue superior todas las semanas en los animales alimentados con 0L0P en comparación con 6L0P y 0L8P, mientras que 6L0P presentó los menores valores semanalmente ($P < 0,05$). La mejora observada de la inclusión de lactosuero en polvo y concentrado proteico de lactosuero sobre los parámetros productivos pueden deberse al aumento en la digestibilidad de la proteína (Szcurek, *et al.*, 2013) y en la absorción de los minerales de la dieta (Radfar y Farhoomand, 2008) que se han reportado cuando estos subproductos han sido suministrados a pollos de engorde. Igualmente, estos subproductos son fuente de factores de crecimiento no identificados (Shariatmadari y Forbes, 2005) y de proteínas con efectos biológicos relevantes como el transporte de ácidos grasos, colesterol, vitaminas, además de su función inmunomodulatoria (Madureira *et al.*, 2007).

A la vista de estos resultados, puede concluirse que el uso de 6% lactosuero u 8% de concentrado proteico de lactosuero en piensos de iniciación en harina con base maíz-soja para pollos de engorde mejora los rendimientos productivos en la fase de iniciación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alloui, M., Szcurek, W. & Świątkiewicz. 2013. *Ann. Anim. Scie.* 1: 17-32.
- FEDNA 2008. pp 1-79.
- Huyghebaert, G. 2011. *Vet. J.* 187: 182-188
- Madureira, A.R., Pereira, C., Gomes, A.M.P., Pintado, M.E & Malcata, X.F. 2007. *Food. Res. Int.* 40: 1197-1211.
- Radfar, M. & Farhoomand, P. 2008. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 3, 179-182.
- Rusu, D., Drouin, R., Pouliot, Y., Gauthier, S. & Poubelle, P. 2009. *J. Nutr.* 139: 386-393.
- Shariatmadari, F. & Forbes, J.M. 2005. *Br. Poult. Sci.* 46, 498-505.
- Szcurek, W. 2013. *J. Anim. Feed. Sci.* 22: 342-353.

Agradecimientos: La investigación fue financiada por el programa LIFE+ de la UE (LIFE11/ENV/ES/000639) y el Departamento de Medioambiente, Urbanismo, Agricultura y pesca del Gobierno Vasco. Carolina Pineda-Quiroga dispone de una beca predoctoral concedida por el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco. Los autores expresan su apoyo al personal del departamento de producción animal y sanidad animal de Neiker-Tecnalia por su asistencia técnica.

Tabla 1. Efecto de las dietas experimentales sobre el rendimiento productivo de broilers en la fase de iniciación

Semana	Tratamiento ¹	Parámetros ²				
		PF (g)	GMD (g)	IA (g/día)	IC	M (%)
Semana 1 (0-7 días)	0L0P	117 ^b	10 ^a	22 ^c	2,0 ^c	1,5
	6L0P	135 ^a	13 ^a	23 ^b	1,7 ^a	1,9
	0L8B	139 ^a	14 ^b	26 ^a	1,9 ^b	1,0
Semana 2 (7-14 días)	0L0P	248 ^c	18 ^c	38 ^c	2,0 ^b	1,1
	6L0P	307 ^b	25 ^b	43 ^b	1,7 ^a	1,2
	0L8B	338 ^a	28 ^a	47 ^a	1,6 ^a	1,8
Semana 3 (14-21 días)	0L0P	485 ^c	34 ^c	62 ^b	1,8 ^a	1,0
	6L0P	598 ^b	41 ^b	61 ^b	1,5 ^b	1,0
	0L8P	696 ^a	51 ^a	83 ^a	1,6 ^{ab}	1,8
EEM		25,49	1,88	3,71	0,12	0,07
<i>P - valor</i>						
Tratamiento		***	***	***	***	0,93
Semana		***	***	***	***	0,75
Tratamiento x Semana		***	***	***	*	0,46

^{a,b,c} Valores dentro de una misma fila con letras distintas difieren significativamente.

* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.

¹ 0L0P: 0% Lactosuero en polvo, 0% concentrado proteico de lactosuero; 6L0P: 6% Lactosuero en polvo, 0% concentrado proteico de lactosuero; 0L8P: 0% Lactosuero en polvo, 8% concentrado proteico de lactosuero.

² PF: Peso final; GMD: Ganancia media diaria; IA: Ingestión de alimento; IC: Índice de conversión; M: Tasa de mortalidad.

SUPPLEMENTATION OF DRY POWDER WHEY AND WHEY PROTEIN CONCENTRATE IN STARTER DIETS FOR BROILERS: EFFECT ON PRODUCTIVE PERFORMANCE

ABSTRACT: The supplementation of dry powder whey (6%, 6L0P), whey protein concentrate (WPC 8%, 0L8P) and control diet (0L0P) in starter diets for broilers were evaluated. 810 one day-old Ross 308 male broiler chicks were placed in pens with wood shaving as litter material. Body weight (BW), daily weight gain (DWG), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR) and mortality rate (M) were determined on a weekly basis. The statistical analysis performed considering the interaction between experimental diet and experimental week considering pen as experimental unit. A significant interaction between experimental diet and experimental weeks for BW, DWG, FI and FCR was determined. Weekly, animals fed with 0L8P showed a higher BW, DWG and trend to improve FCR compared to control diet. Animals fed with 6L0P improved BW, DWG and FCR compared to 0L0P. Finally, animals fed with 0L8P increased the BW, DWG and FI without affecting the FCR. In conclusion, broiler chickens fed a corn-soybean meal based diet at starter period with 6% of dry powder whey or 8% of WPC in diet improved the productive performance.

Keywords: lactose, poultry, prebiotic, amino acids.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON LACTOSUERO EN POLVO, *PEDIOCOCCUS ACIDILACTI* Y SU MEZCLA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS

Pineda-Quiroga¹, C., Atxaerandio¹, R., Zubiria¹, I., Hurtado², A., Ruíz¹, R. y García-Rodríguez¹, A.

¹Neiker-Tecnalia, Departamento de Producción Animal, Granja Modelo de Arkaute, 46, 01080 Vitoria-Gasteiz.

²Neiker-Tecnalia, Departamento de Sanidad Animal, Berreaga 1, 48160, Derio. cpineda@neiker.net

INTRODUCCIÓN

El aporte de aditivos alimentarios dirigidos a aumentar el rendimiento productivo del animal y mejorar su estado sanitario general ha puesto en auge el uso de prebióticos, probióticos y sus mezclas. Los prebióticos pueden definirse como ingredientes alimenticios no digeribles con un efecto selectivo en poblaciones microbianas intestinales con efecto beneficioso (Huyghebaert et al., 2011). El lactosuero es una fuente con alto contenido en lactosa (aproximadamente un 70% de la materia seca), el cual es indigestible en aves debido a su imposibilidad de secretar lactasa (Alloui et al., 2013), por lo que ésta se fermenta en el tracto digestivo posterior ocasionando cambios en la microflora del ciego. Por su parte, los probióticos son microorganismos con efecto beneficioso que, suministrados en cantidades adecuadas, favorecen el equilibrio de las poblaciones microbianas intestinales y mejoran el estado sanitario general del animal. Finalmente, el hecho de mezclar estos dos componentes surge como una manera de potenciar la eficacia individual de los pre y probióticos, por lo que se asume que una mezcla de ellos en las proporciones adecuadas conferirá un efecto beneficioso mayor que aquellos que pudieran conseguirse separadamente (Awad et al., 2009). De esta manera, el propósito del presente estudio es evaluar el efecto de la suplementación de la dieta con lactosuero en polvo (prebiótico), *Pediococcus acidilactici* (probiótico) y su combinación (simbiótico) sobre el rendimiento productivo de gallinas ponedoras, la calidad del huevo y en las poblaciones microbianas del ciego.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente ensayo se utilizaron un total de 300 gallinas ponedoras de la línea Isa Brown de 57 semanas de edad. Los animales se alojaron aleatoriamente en recintos de 3,75 m² provistos con virutas de madera como material de cama y fueron manejados en un programa de fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad. Se evaluaron 3 tratamientos, cada uno con 5 réplicas de 15 gallinas. A cada grupo experimental se le asignó de forma aleatoria una de las siguientes dietas experimentales durante 10 semanas: 1) control (0L0P), 2) inclusión de 6% de lactosuero en polvo (6L0P), 3) 0,2% de probiótico comercial (0L0,2P), 4) mezcla 6% de lactosuero/0,2% probiótico (6L0,2P). El lactosuero empleado estuvo compuesto por una mezcla de suero dulce bovino y ovino con un contenido de lactosa de 70,3% sobre materia seca. El probiótico comercial (Bactocell, Lallemand, Francia) contenía un cultivo específico de *Pediococcus acidilactici* (cepa MA 18/5 M, 10¹⁰ ufc/g). Las dietas experimentales tuvieron como base maíz y torta de soja y fueron formuladas para satisfacer los requerimientos establecidos para aves de puesta descritos por FEDNA (2008). Del mismo modo, fueron formuladas para que proporcionaran cantidades semejantes de energía metabolizable aparente (11,5 MJ/kg EMA_n), proteína cruda (17,3%) y aminoácidos digeribles (lisina 0,8%, metionina 0,43%). El alimento y el agua de bebida fueron suministrados *ad libitum*.

De manera semanal y por recinto se registró el consumo de alimento, y de manera diaria la producción de huevos y la mortalidad. El índice de conversión alimenticia se expresó como cantidad de alimento consumido para producir 12 huevos o 1 kg de huevos. Igualmente se estimó el índice de puesta semanal por recinto mediante la fórmula:

$$IP = 100 \times TN_h / TN_a,$$

donde TN_h es el número total de huevos y TN_a es el número total de aves.

Todos los huevos puestos el último día de cada semana fueron pesados de manera individual y clasificados como extra grandes (>73 g), grandes (de 73 a 63 g), medianos (de

63 a 53 g) o pequeños (<53 g). Igualmente, de manera semanal se recogieron por recinto 12 huevos puestos en tres días consecutivos con el fin de cuantificar el índice morfológico del huevo, el grosor de la cáscara, el índice de yema, la altura de la albúmina y las unidades Haugh (Haugh, 1937). Finalmente, el último día del experimento se tomaron al azar 3 gallinas por tratamiento que fueron sacrificadas para extraer el contenido cecal y realizar análisis microbiológicos de las poblaciones de *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *E. coli* y *Clostridium perfringens* mediante medios de cultivo selectivos.

Para el análisis de datos se consideró al recinto como unidad experimental. Los datos obtenidos fueron analizados usando un Modelo Lineal Generalizado mediante PROC GLM en el programa SAS 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

donde Y_{ij} representa el valor del parámetro a analizar para cada observación, μ la media poblacional, T_i el efecto de la dieta experimental ($i=0L0P$; $6L0P$; $0L0,2P$; $6L0,2P$) y ε_{ij} el error experimental. Se aplicó un test de Tukey para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos ($P<0,05$). Diferencias entre medias con valores de significancia entre 0,05 y $<0,10$ fueron considerados como tendencia. Todos los datos son presentados como medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se observó un incremento del 9% en el índice de puesta en los animales alimentados con 6L0P (82,5 vs. 75,6, $P=0,034$) o 0L0,2P (82,5 vs. 75,6, $P=0,031$) en comparación con aquellos que recibieron la dieta control; sin embargo, los animales alimentados con 6L0,2P no presentaron diferencias con ninguno de los demás tratamientos experimentales. Los parámetros de ingestión de alimento, índice de conversión alimenticia, peso de los huevos, espesor de la cáscara, índice morfológico, índice de yema y unidades Haugh no fueron afectados por las dietas experimentales (Tabla 1). En cuanto a la población microbiana cecal, los animales alimentados con 6L0P presentaron un aumento del recuento de *Bifidobacterium* spp. (8,5 vs. 6,5 \log_{10} ufc/g contenido cecal) y una reducción de *C. perfringens* (4,3 vs. 5,8, \log_{10} ufc/g contenido cecal) en comparación con aquellos que recibieron la dieta control. Asimismo, los animales alimentados con 0L0,2P tuvieron una tendencia a aumentar la población de *Lactobacillus* spp. (9,8 vs. 9,0 \log_{10} ufc/g contenido cecal, $P=0,069$) y a reducir la de *C. perfringens* (4,8 vs. 5,8 \log_{10} ufc/g contenido cecal, $P=0,079$). Sin embargo, aquellos animales que recibieron 6L0,2P no presentaron diferencias en las poblaciones microbianas en comparación con los demás tratamientos experimentales (Tabla 2). La modulación favorable de la población microbiana cecal que se observó en los animales alimentados con 6L0P y 0L0,2P puede contribuir a explicar la mejora en el índice de puesta presentado en estos tratamientos si se tiene en cuenta que bacterias que pertenecen a los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* se asocian con efectos productivos favorables para el hospedador (Lan et al., 2005).

En conclusión, suplementar la dieta con 6% de lactosuero en polvo o 0,2% de *P. acidilactici* incrementa el índice de puesta y ejerce un efecto benéfico en la microbiota cecla sin afectar la calidad de los huevos. Sin embargo, el uso de la mezcla del lactosuero en polvo y *P. acidilactici*, no afectó el rendimiento productivo o la microbiota cecal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alloui, M. 2013. Ann. Anim. Sci. 1: 17-32.
- Awad, W.A. 2009. Poult. Sci. 88, 49-55.
- FEDNA 2008. pp 1-79
- Haugh, R.R., 1937. US Egg Poult. Mag. 43: 522-555.
- Huyghebaert, G. 2011. Vet. J. 187: 182-188.
- Lan, Y. 2005. World's Poult. Sci. J. 61: 95-104.

Agradecimientos: Financiado por el programa LIFE+ de la UE (LIFE11/ENV/ES/000639) y el Departamento de Desarrollo Económico y de Competitividad del Gobierno Vasco. Carolina Pineda-Quiroga dispone de una beca predoctoral concedida por el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco. Los autores expresan su apoyo al personal técnico de los Departamentos de Producción Animal y Sanidad Animal de Neiker-Tecnalia por su asistencia.

Tabla 1. Efecto de las dietas experimentales en los parámetros productivos, la calidad del huevo y las poblaciones microbianas cecales

	Tratamiento ¹					
	0L0P	0L0,2P	6L0P	6L0,2P	EEM	P
Desempeño productivo						
Índice de puesta (%)	75,6 ^b	82,6 ^a	82,5 ^a	76,9 ^{ab}	3,68	0,014
Ingestión de alimento (g materia seca/d)	86,0	97,0	99,0	100	15,4	0,512
Conversión alimenticia (kg/kg)	1,7	1,8	1,8	2,0	0,24	0,494
Conversión alimenticia (kg/docena)	1,4	1,4	1,5	1,6	0,93	0,637
Calidad del huevo						
Índice de yema	0,48	0,47	0,47	0,48	0,021	0,844
Índice morfológico	74,5	74,2	74,3	74,6	0,59	0,816
Grosor de la cáscara (mm)	0,384	0,381	0,380	0,381	0,040	0,625
Unidades Haugh	90,7	88,5	88,7	89,3	1,92	0,311
Clasificación de los huevos (%)						
>73 g	5,8	8,8	9,7	9,2	4,78	0,587
63 a 73 g	64,8	65,3	58,7	55,3	7,62	0,146
53 a 63 g	28,9	24,9	31,4	35,0	8,32	0,307
<53 g	0,4	0,9	0,2	0,5	1,15	0,814
Poblaciones microbianas Log₁₀ UFC/g						
<i>Bifidobacterium</i> spp.	6,5 ^b	5,3 ^b	8,5 ^a	7,2 ^{ab}	1,05	0,033
<i>Lactobacillus</i> spp.	9,0	9,8	9,0	9,2	0,48	0,087
<i>C. perfringens</i>	5,8 ^a	4,8 ^a	4,3 ^b	4,9 ^{ab}	0,57	0,036
<i>E. coli</i>	6,3	7,0	6,7	6,5	0,58	0,572

^{a-b} Valores dentro de una misma fila con letras distintas difieren significativamente en $P < 0,05$.

¹ 0L0P: control; 6L0P: inclusión de 6% de lactosuero en polvo; 0L0,2P: 0,2% de probiótico comercial; 6L0,2P: mezcla 6% de lactosuero y 0,2% de probiótico comercial.

EFFECT OF THE SUPPLEMENTATION OF DRY POWDER WHEY, *PEDIOCOCCUS ACIDILACTI* AND THEIR MIX OVER THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF LAYING HENS

ABSTRACT: The supplementation in laying hens diets of dry powder whey (6%, 6L0P), *P. acidilactici* (0.2%, 0L0.2P), dry powder whey/*P. acidilactici* mix (6L0.2P) and control diet (0L0P) were evaluated. The feed intake, feed conversion ratio, laying index, yolk index, egg-shape index, shell thickness, Haugh units and caecal count of *Bifidobacterium* spp. *Lactobacillus* spp. *C. perfringens* and *E. coli* were determined. An increase in the LI was achieved by 6L0P or 0L0.2P in comparison with the 0L0P; no differences were found in this parameter among 6L0.2P and any of the others treatments. *Bifidobacterium* spp. was increased and *C. perfringens* was reduced by 6L0P supplementation in comparison to 0L0P. A tendency to increase *Lactobacillus* spp. and to decrease *C. perfringens* was observed by 0L0.2P supplementation in comparison to 0L0P. However, no differences were found in the microbial counts between 6L0.2P and any of the other treatments. In conclusion, feeding either 6% of dry powder whey or 0.2% of *P. acidilactici* increased the LI and exerted a beneficial effect on the composition of the caecal microbiota, without affecting the quality features of the eggs. The joint utilisation of dry powder whey and *P. acidilactici*, however, did not affect the productive performance or caecal microbiota.

Keywords: lactose, prebiotic, probiotic, symbiotic.

ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS DE LA PULPA DE REMOLACHA CON INÓCULOS ILEALES Y CECALES DE CONEJOS: COMPARACIÓN DE MODELOS

Abad-Guamán, R., Carro, M.D., Carabaño, R. y García, J.

Dpto. de Producción Agraria. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
javier.garcía@upm.es

INTRODUCCIÓN

El efecto positivo de la fibra soluble/fermentable sobre la mucosa, la microbiota intestinal (Gómez-Conde et al., 2007; 2009) y la mortalidad en el post-destete (Trocino et al., 2013) podría estar relacionado con el proceso de degradación de la fibra a nivel ileal (Abad et al., 2013). Sin embargo, el tiempo de retención de la digesta en los tramos digestivos anteriores al ciego es reducido, lo que cuestiona la magnitud y relevancia de esta fermentación. La técnica de producción de gas *in vitro* podría ser útil para evaluar el potencial fermentativo en el intestino delgado en comparación con el ciego. Esta técnica implica el uso de modelos matemáticos para estimar los parámetros de fermentación, modelos que presentan diferencias de ajuste estadístico dependiendo de las condiciones experimentales y del tipo de sustrato, además de diferir en la interpretación biológica de los parámetros obtenidos. El objetivo de este trabajo fue analizar las diferencias entre modelos y sus implicaciones en la interpretación de los parámetros estimados en el caso de la pulpa de remolacha.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las incubaciones *in vitro* se llevaron a cabo en botellas de 115 ml, en las que se pesaron 250 mg de materia seca de pulpa de remolacha. Las muestras se sometieron a una predigestión con proteasa y pancreatina (Ramos et al., 1992) y el volumen completo (sin filtrar) se utilizó como sustrato para su fermentación *in vitro*. Se utilizaron 3 inóculos de íleon y 3 de ciego, cada uno de los cuales se obtuvo mezclando el contenido ileal o cecal de 3 gazapos de 70 días de edad inmediatamente tras su sacrificio. Cada uno de los inóculos se mezcló con el medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970; sin tripticasa) en la proporción necesaria para aportar 62,5 mg en materia seca de inóculo por botella (250 mg de contenido cecal y 375 mg de íleon en materia fresca) y se dosificaron 25 ml de la mezcla en cada botella mediante una bomba peristáltica. Las botellas (2/inóculo) se incubaron a 39°C y se midió la producción de gas a las 2, 3, 4, 6, 8, 11, 15, 20, 25, 30, 35, 47, 59, 71, 95, 120 y 144 horas de incubación mediante un transductor de presión y una jeringa graduada, permitiendo la salida del gas tras cada medida. Los datos de producción de gas se ajustaron a un modelo logístico (Schofield et al., 1994) y a uno empírico (Groot et al., 1996), utilizando en cada caso uno (LOG y GROOT) y dos pooles (LOG₂ y GROOT₂). Para comparar los modelos se utilizó el error cuadrático medio (ECM) y la proporción de variabilidad explicada por los mismos (R²). Se hicieron regresiones entre los datos observados y los estimados por los modelos, para testar que la pendiente no fuese diferente de 1 a través de un test t.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos explicaron gran parte de la variabilidad observada (R²>0,994; Tabla 1). Para ambos tipos de inóculo, el modelo LOG₂ fue el que minimizó el error cuadrático medio (Tabla 1 y Figura 1). Los modelos de doble pool se ajustaron mejor a los datos que los modelos de un único pool, con la desventaja de tener un mayor número de parámetros, lo que dificulta su interpretación biológica. El modelo GROOT tendió a subestimar la producción de gas en las primeras horas de incubación, que tienen especial interés en el conejo debido a los cortos periodos de retención de la digesta en los tramos digestivos anteriores al ciego. Por su parte, el modelo LOG₂ fue el que mejor estimó el volumen final de gas. Los otros modelos lo subestimaron con el inóculo cecal, mientras que con el inóculo ileal lo sobre o subestimaron aleatoriamente. En la regresión lineal entre los datos observados y los estimados por cada modelo las pendientes no fueron diferentes de 1, a excepción del modelo GROOT, y solo se obtuvieron términos independientes no diferentes de 0 en los modelos logísticos (LOG y LOG₂).

Tabla 1. Ecuaciones y valor promedio de los criterios de bondad de ajuste de los modelos comparados de cinética de producción de gas de la pulpa de remolacha¹

Modelos	Ecuaciones	Ciego		Íleon	
		ECM	R ²	ECM	R ²
LOG	$V(t) = Vf / (1 + \exp^{(2 \cdot 4k(t-lag))}) + \mathcal{E}$	96,1	0,997	65,1	0,994
LOG ₂	$V(t) = Vf_1 / (1 + \exp^{(2 \cdot 4k_1(t-lag))}) + Vf_2 / (1 + \exp^{(2 \cdot 4k_2(t-lag))}) + \mathcal{E}$	21,3	0,999	17,9	0,998
GROOT	$V(t) = Vf / (1 + ((B/t)^c)) + \mathcal{E}$	81,9	0,997	81,5	0,990
GROOT ₂	$V(t) = Vf_1 / (1 + ((B_1/t)^{c_1})) + (Vf_2 / (1 + ((B_2/t)^{c_2}))) + \mathcal{E}$	33,6	0,999	25,8	0,997

¹V(t)=producción de gas acumulado (ml) en un tiempo t; Vf= potencial máximo de producción de gas (ml); Vf₁=Volumen final derivado la fracción rápidamente fermentada (ml); Vf₂=Volumen final derivado de la fracción lentamente fermentable (ml); k=tasa de degradación (%/h); k₁=tasa de degradación de la fracción rápidamente fermentable; k₂=tasa de degradación de la fracción lentamente fermentable; t = tiempo de incubación (h); lag = tiempo de retraso en el inicio de la producción de gas (h); B=tiempo (h) en el que se produce la mitad del volumen de gas; c= valor positivo que cambia simultáneamente con B y determina la forma de la curva; \mathcal{E} = error experimental asociado a cada observación. ECM= Error cuadrático medio; LOG= modelo logístico con un pool; LOG₂= modelo logístico con doble pool; GROOT= Modelo de Groot et al. (1996) con un pool; GROOT₂= Modelo de Groot et al. (1996) con doble pool.

Las curvas acumuladas de producción de gas (Figura 1) muestran que en la fermentación de la pulpa de remolacha con los inóculos ileales se generó aproximadamente un 70% del gas que se produjo con los inóculos cecales. Además, los inóculos ileales necesitaron aproximadamente el doble de tiempo que los cecales para llegar a producir el volumen potencial de gas (2×B: 59 vs. 103 h; GROOT). Los parámetros estimados en los diferentes modelos (Tabla 2) indican que la pulpa de remolacha se degradó el doble de rápido con el inóculo cecal que con el inóculo ileal (k: 0,031 vs. 0,016; P=0,010) cuando se usó el modelo LOG. Sin embargo, cuando se utilizó el modelo LOG₂ no se observaron diferencias entre inóculos (ileales y cecales) en la velocidad de degradación de la fracción más rápidamente fermentable (k₁: 0,013 vs. 0,014), que estuvo asociada a una tendencia a una mayor producción de gas con el inóculo ileal que con el cecal (151 vs. 87,4 ml; P=0,095). Además, la mayor tasa de degradación ocurre en las primeras horas de fermentación (Figura 1). En las dos primeras horas de fermentación, la tasa de producción de gas con el inóculo ileal fue superior al cecal (9,35 vs. 5,4 ml/h; P=0,045). La fracción más lentamente fermentable con el inóculo ileal estuvo asociada a una menor producción de gas respecto al cecal (Vf₂: 38 vs. 181 ml; P<0,005). Estos resultados sugerirían que al inicio de la fermentación la microbiota ileal tendría una mayor actividad fermentativa en relación con la cecal. Sin embargo, el modelo LOG₂ asume que cada pool es fermentado independientemente (Schofield et al., 1994), lo que habría que confirmar en el caso de la pulpa de remolacha y podría alterar la interpretación de los parámetros.

Tabla 2. Parámetros estimados de los diferentes modelos comparados

Modelos	Inóculo	Parámetros (Media ± desviación estándar; n = 3)					
		Vf	K	Lag	Vf ₂	k ₂	
LOG	Íleon	183±7,92	0,016±0,001	10,4±0,961			
	Ciego	254±38,1	0,031±0,004	13,7±1,70			
LOG ₂		Vf ₁	k ₁	Lag	Vf ₂	k ₂	
	Íleon	151±5,37	0,014±0,001	16,5±1,97	38,0±1,83	0,139±0,070	
	Ciego	87,4±29,1	0,013±0,001	15,9±2,20	181±8,89	0,047±0,006	
GROOT		Vf	B	C			
	Íleon	232±9,05	51,3±2,29	1,62±0,049			
	Ciego	266±38,1	29,7±1,83	3,15±0,236			
GROOT ₂		Vf ₁	B ₁	C ₁	Vf ₂	B ₂	C ₂
	Íleon	5,90±0,511	1×10 ⁻⁸	29,5±23,9	212±7,07	49,0±2,43	1,87±0,030
	Ciego	13,6±13,2	1×10 ⁻⁸	7×10 ⁻⁷	252±35,8	30,4±1,77	3,57±0,018

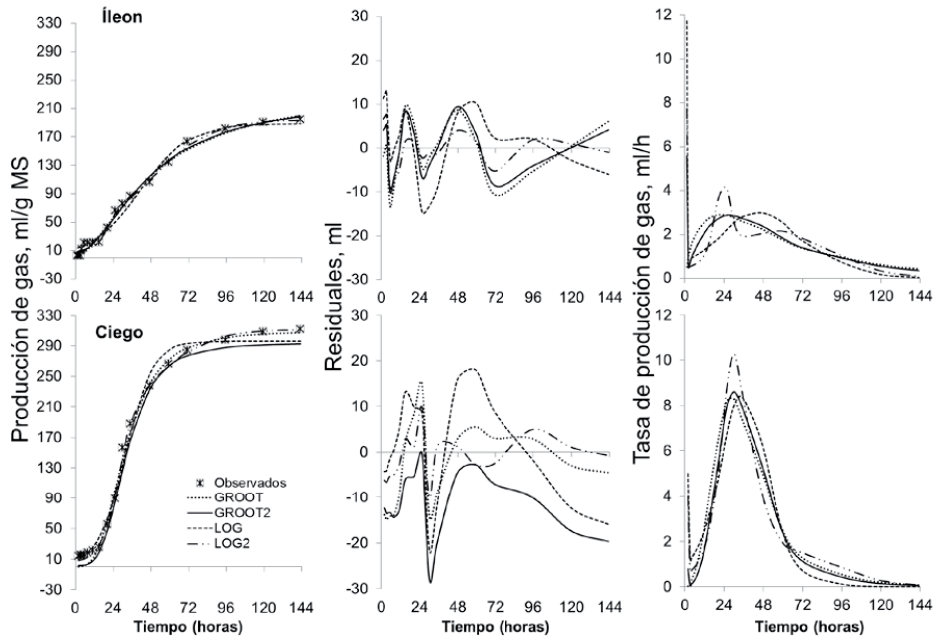


Figura 1. Curvas de producción de gas observada y modelada de un inoculo, residuos y tasa puntual de producción de gas para uno de los inóculos utilizados

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad et al. 2013. World Rabbit Sci. 21:49.
- Goering, M.K. & Van Soest, P.J. 1970. Agri. Handbook, 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC.
- Gómez-Conde et al. 2007. J. Anim. Sci. 85: 3313-3321.
- Gómez-Conde et al. 2009. Livest. Sci., 125: 192-198.
- Groot et al. 1996. Anim. Feed Sci. Technol. 64: 77-89.
- Ramos et al. 1992. World Rabbit Sci. 15: 938-946.
- Schofield et al. 1994. J. Anim. Sci. 72: 2980-2980.
- Trocino et al. 2013. World Rabbit Sci. 21: 1-15.

Agradecimientos: Proyectos AGL2011-22628 (MICINN) y MEDGAN ABI-2913 (Comunidad de Madrid). R. Abad-Guamán disfruta de una beca del SENESCYT-Ecuador.

MODELLING *IN VITRO* GAS PRODUCTION KINETICS OF SUGARBEET PULP INCUBATED WITH ILEAL AND CAECAL CONTENT FROM RABBITS

ABSTRACT: Sugar beet pulp was digested *in vitro* using protease and pancreatin and the final residue (with no filtering) was fermented *in vitro* using three different ileal and caecal inocula (each one combining the digesta of three 70 d old rabbits), respectively. *In vitro* gas production was measured and modeled using single and dual pool models (logistic and Groot model). Dual pool logistic model minimized mean square error both for kinetics using both ileal and caecal inocula. The slopes of the regressions between observed and predicted values for each model were not different from 1, except for single pool Groot model, and intercepts did not differ from 0 only for single and dual pool logistic models. Fermentation of sugar beet pulp using ileal inocula produced 70% of the gas obtained using caecal inocula. Sugar beet pulp fermented twice faster with caecal than with ileal inocula (k : 0.031 vs. 0.016; $P=0.010$) using a single pool logistic model. Dual pool logistic model indicated a faster gas production rate at the beginning of fermentation for ileal compared to caecal inocula.

Keywords: *in vitro* gas production, ileal and cecal fermentation, sugar beet pulp.

FERMENTACIÓN *IN VITRO* DE PEPSINA/PANCREATINA CON INÓCULO DE CONEJOS

Abad-Guamán, R., Carro, M.D., Larrea-Dávalos, J.A., Vanegas, J., Ocasio-Vega, C.E., Carabaño, R. y García, J.

Dpto. de Producción Agraria. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
javier.garcía@upm.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión de fibra soluble/fermentable en los piensos de conejos aumenta la cantidad de células caliciformes en la mucosa del yeyuno y el flujo ileal de mucinas (Castillo, 2013; El Abed et al., 2011). Estas son fermentadas casi en su totalidad en el ciego, representando hasta una tercera parte de la fibra fermentada en este compartimento (Abad-Guamán et al., 2015), pudiendo influir sobre la composición de la microbiota cecal. Las sustancias endógenas que llegan al ciego, además de mucinas, incluyen enzimas, descamaciones epiteliales, sales biliares, etc., que previsiblemente podrían ser fácilmente fermentadas por la microbiota del conejo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la fermentabilidad de la fracción enzimática que forma parte de las sustancias endógenas (utilizando proteasas y pancreatina usadas en la determinación de la digestibilidad *in vitro* propuesto por Ramos et al., 1992) empleando distintos inóculos (contenido ileal, cecal, y cecótrofos) de conejos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1: En 12 botellas de 115 ml se agregaron 6,25 ml de buffer fosfato A (0,1 M; pH 6), 2,5 ml de HCL 0,2 M y 0,5 ml de solución de pepsina (25 mg de pepsina/ml HCl 0,2 M). Se incubó 1,5 h a 40°C. Posteriormente, se añadieron 2,5 ml de buffer B (0,2 M; pH 6,8), 1,25 ml de NaOH 0,6 M y 0,5 ml solución de pancreatina (100 mg de pancreatina/ml buffer B). Se incubó 3,5 h a 40°C. Este proceso es utilizado habitualmente para realizar la predigestión de las muestras que se someterán a una fermentación *in vitro*. Finalizado el mismo, el volumen completo (sin filtrar) se utilizó como sustrato para su fermentación *in vitro*. Paralelamente a esto se prepararon blancos para cada sustrato en botellas de 60 ml, los cuales no recibieron el procesado anteriormente descrito (blancos sin pepsina/pancreatina). Se utilizaron 3 inóculos de íleon y 3 de ciego, cada uno de los cuales se obtuvo mezclando el contenido ileal o cecal de 3 gazapos de 70 días de edad inmediatamente tras su sacrificio.

Experimento 2: Se utilizaron 8 inóculos de cecótrofos procedentes de 8 animales de 40 días de edad. A los gazapos se les colocó un collar de plástico desde las 8:00 h hasta las 10:00 h (como máximo) para recoger los cecótrofos producidos una vez excretados. Se procedió como en el experimento 1, utilizando botellas de 115 ml en todos los casos. En ambos experimentos cada uno de los inóculos se mezcló con el medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970; sin tripticasa) en la proporción necesaria para aportar 62,5 mg en materia seca de inóculo por botella (250 mg de contenido cecal, 375 mg de íleon y 180 mg de cecótrofos en materia fresca) y se dosificaron 25 ml de la mezcla en cada botella mediante una bomba peristáltica. Las botellas se incubaron a 39°C y se midió la producción de gas a las 2, 3, 4, 6, 8, 11, 15, 20, 25, 30, 35, 47, 59, 71, 95, 120 y 144 horas de incubación mediante un transductor de presión y una jeringa graduada, permitiendo la salida del gas tras cada medida. Los datos de producción de gas se ajustaron a un modelo empírico sigmoideo (Groot et al., 1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 y Figura 1A se describen los parámetros de la modelización de la cinética de producción de gas obtenido en el experimento 1. No se observó ninguna diferencia entre los inóculos ileales y cecales ($P > 0,50$). Lo que se detectó es una alta capacidad de la microbiota del conejo para utilizar la mezcla de pepsina y pancreatina. Esto se ve reflejado en la diferencia existente en el máximo volumen potencial de producción de gas entre el blanco con y sin pepsina/pancreatina (54 vs. 16 ml/botella; $P < 0,001$). Además, el pH final de los residuos de la fermentación fue más bajo en las botellas que contenían los blancos con pepsina/pancreatina (6,49 vs. 7,74; $P < 0,001$), resultado de una mayor actividad fermentativa. El tiempo necesario para alcanzar el máximo volumen potencial es muy corto ($2 \times B < 13$ h). Las curvas de producción de gas de los blancos con endógeno se ajustaron

mejor a un modelo exponencial, dado que los valores de C de la cinética de producción de gas son menores a 1 (0,75) (Groot *et al.*, 1996). Estos resultados confirman la existencia de una microbiota capacitada para fermentar este tipo de sustrato proteico, incluso en el íleon. Sin embargo, en el íleon la fermentación podría estar limitada por el reducido tiempo de retención de la digesta (Lebas, 1979).

Tabla 1. Comparación de parámetros de la modelización de la cinética de producción de gas, y pH final del contenido de las botellas

Inóculo	Íleon		Ciego		EEM (n=3)	P-valor		
	Sí	No	Sí	No		Pepsina /pancreatina	Inóculo	Pesina/pancreatina × Inóculo
V ¹	52,5 ^a	17,1 ^b	54,4 ^a	15,3 ^b	1,98	<0,001	0,97	0,37
B ²	4,53	6,23	4,09	4,91	1,13	0,21	0,36	0,64
C ³	0,745	2,47	0,759	1,31	0,819	0,20	0,50	0,49
pH	6,49 ^c	7,69 ^b	6,49 ^c	7,80 ^a	0,023	<0,001	0,035	0,032

^{a-c} Medias entre filas con diferentes superíndices son diferentes significativamente; $P < 0,05$.

¹ Máximo potencial de producción de gas, ml/botella.

² Tiempo en el cual ocurre V/2, h.

³ Valor que cambia simultáneamente con B y determina la forma de la curva.

Cuando se utilizaron como inóculo los cecótrofos también se observaron diferencias en los volúmenes potenciales alcanzados entre los blancos con o sin pepsina/pancreatina (15,4 vs. 4,85 ml; $P < 0,001$. Figura 1B y Tabla 2). Las diferencias entre los valores absolutos existentes entre ambos experimentos pueden deberse a la edad de los animales y el tipo de inóculo. En todo caso, las diferencias observadas entre la fermentación sin y con pepsina/pancreatina utilizando inóculos procedentes del íleon, ciego y cecótrofos se mantuvieron, produciendo 3 veces más gas los blancos que tuvieron pepsina/pancreatina respecto a los que no se les añadió.

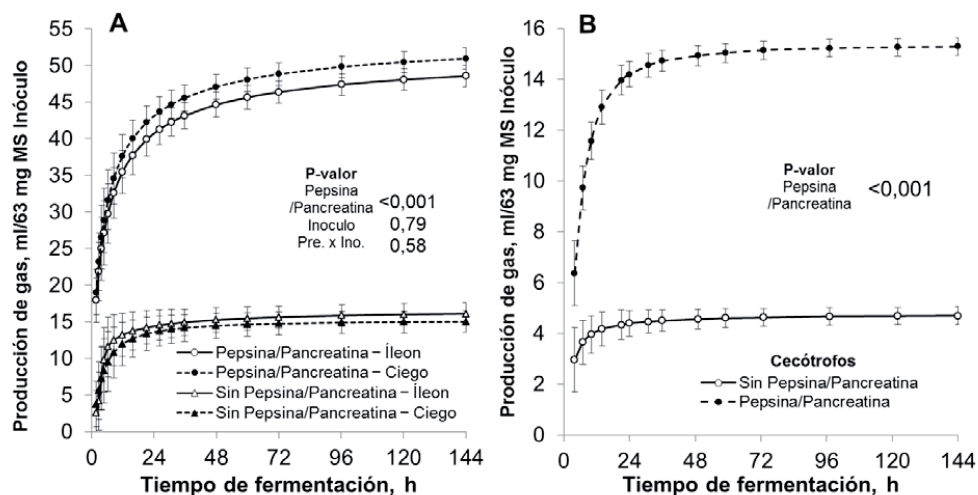


Figura 1. Medias ± error estándar de la (A) cinética de producción de gas con inóculos ileales y cecales (animales de 70 d de edad) de dos tipos de blancos (con o sin pepsina/pancreatina) y (B) con cecótrofos como inóculo de animales de 40 d de edad

Tabla 2. Comparación de los parámetros de la cinética de producción de gas, y pH final del contenido de las botellas utilizando cecótrofos de gazapos de 40 d de edad

	Pepsina/pancreatina		EEM (n=8)	P-valor
	Sí	No		
V ¹	15,4	4,85	0,464	<0,001
B ²	4,86	3,08	0,508	0,027
C ³	1,60	1,34	0,204	0,388
pH	7,21	7,85	0,026	<0,001

¹ Máximo potencial de producción de gas, ml/botella.

² Tiempo en el cual ocurre V/2, h.

³ Valor que cambia simultáneamente con B y determina la forma de la curva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Abad-Guamán, R. Carabaño R., Gómez-Conde M.S. & García J. 2015. *Enviado J. Anim. Sci.* • Castillo, C. 2013. Tesis de Máster. IAMZ. • El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Fernández A., Villamide M.J., Menoyo D., García J. & Carabaño R. 2011. *Actas 62 Congreso EAAP*, pp. 159. • Goering, M.K. & Van Soest, P.J. 1970. *Agricultural Handbook*, Nº. 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC. • Gómez-Conde M.S., García J., Chamorro S., Eiras P., Rebollar P.G., Pérez de Rozas A., Badiola I., de Blas C. & Carabaño R. 2007. *J. Anim. Sci.* 85:3313-3321. • Groot, J.C.J., Cone, J.W., Williams, B.A., Debersaques, F.M.A. & Lantinga, E.A. 1996. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64: 77-89. • Lebas, F. 1979. *Cuniculture*, 6 :67-68. • Ramos M.A., Carabaño R. & Boisen S. 1992. *World Rabbit Sci.* 15: 938-946.

Agradecimientos: Proyectos AGL2011-22628 (MICINN) y MEDGAN ABI-2913 (Comunidad de Madrid). R. Abad-Guamán disfruta de una beca del SENESCYT-Ecuador.

IN VITRO FERMENTATION OF PEPSIN/PANCREATIN WITH RABBIT INOCULA

ABSTRACT: The *in vitro* gas production of pepsin/pancreatin used in the determination of *in vitro* digestibility was evaluated using different inocula from rabbits (ileal, caecal and soft faeces from rabbits). In experiment 1 were used 3 different ileal and caecal inocula obtained each one from the combination of the digesta of 3 different 70 d old rabbits. In experiment 2 were used 8 inocula (soft faeces) from 8 rabbits (40 d old). In both experiments were added to each bottle 12.5 g of pepsin and 50 g of pancreatin and was compared with others in which no pepsin/pancreatin was added. Gas production curves were adjusted to an empiric sigmoid model. Both ileal and caecal microbiota showed a high capacity to ferment pepsin/pancreatin, as it was observed from the difference asymptotic gas production with and without pepsin/pancreatin (54 vs. 16 ml/bottle; $P < 0.001$) and their lower final pH (6.49 vs. 7.74; $P < 0.001$). No difference between ileal and caecal inocula was observed ($P > 0.50$). Time necessary to reach the asymptotic gas production was short ($2 \times B < 13$ h). The difference in the asymptotic gas production was also observed when soft faeces were used as inocula (15.4 vs. 4.85 ml; $P < 0.001$). *In vitro* fermentation with pepsin/pancreatin rendered threefold the amount of gas than without them, independently of the type of inocula, and confirms the capacity of intestinal microbiota to ferment this fraction even.

Keywords: *in vitro* gas production, enzymes, endogenous fermentation, rabbit.

EFFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTARIA SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE CONEJOS EN CRECIMIENTO

Crespo, R.¹, Alfonso, C.¹, Saiz, A.¹, García-Ruiz, A.I.¹, Marco, M.² y Nicodemus, N.³

¹Poultry and Rabbit Research Centre, Nutreco, Casarrubios del Monte, 45950, Toledo

²NANTA S.A., Ronda de Poniente, 9, 28760, Tres Cantos, Madrid

³Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. nuria.nicodemus@upm.es

INTRODUCCIÓN

Desde la irrupción en 1997 de los primeros brotes de la Enteropatía Epizoótica del Conejo (EEC), los índices de morbilidad y mortalidad de las explotaciones cunícolas han llegado a alcanzar hasta un 70%. A pesar de que el uso preventivo de antibióticos ayuda al control de la EEC y de otros desórdenes digestivos, hay una necesidad urgente de encontrar soluciones alternativas para reducir el uso de medicamentos. En los últimos años, se han investigado distintas estrategias nutricionales para mejorar la salud digestiva de los gazapos tras el destete. De todas estas estrategias, en Francia, la restricción del consumo de pienso ha mostrado buenos resultados sobre la reducción de la mortalidad y la mejora del índice de conversión, sobre todo teniendo en cuenta que en estos animales se produce un crecimiento compensatorio cuando vuelven a ser alimentados *ad libitum* (Gidenne et al., 2011). En España, esta técnica todavía no está totalmente implementada y su efecto sobre el índice de conversión no está claro. Esto se debe, en parte, a la menor edad de sacrificio de los conejos con respecto a otros países de la cuenca mediterránea, ya que éstos no disponen de tanto tiempo para compensar su crecimiento, dando lugar a pesos vivos finales a 63 días más bajos (Romero et al., 2010) y a un empeoramiento en el rendimiento de la canal (Gidenne et al., 2012). El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de distintas estrategias de restricción alimentaria sobre los rendimientos productivos y características de la canal de conejos en crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el *Poultry and Rabbit Research Centre* de Nutreco (Toledo). Se utilizaron un total de 600 gazapos destetados a 34 días de edad, alojados en grupos de cinco animales en jaulas de 39 x 100 x 30 cm, que fueron asignados al azar a distintos tratamientos (24 réplicas por tratamiento). Los tratamientos consistieron en cinco niveles de racionamiento con un único pienso (2450 kcal energía digestible/kg; 16% proteína bruta y 34% fibra neutro detergente). En el tratamiento control (T1), los animales fueron alimentados *ad libitum* durante toda la fase de crecimiento (34-61 d) y, en el resto de los tratamientos, los animales fueron alimentados suministrándoles un 80 y un 70% del consumo teórico *ad libitum* durante todo el periodo de crecimiento (T2 y T3, respectivamente), o con estos dos niveles de restricción hasta el día 48 de cebo y con alimentación *ad libitum* hasta el día 61 (T4 y T5, respectivamente). Se controló el consumo y el peso vivo (PV) de los animales en dos periodos, de 34 a 48 días y de 49 a 61 días de vida. Al final de cebo se sacrificaron 24 animales por tratamiento y se controló el peso de la canal, así como el peso del tracto digestivo completo, hígado, ciego y estómago lleno y vacío. Todos los datos se analizaron como un modelo completamente al azar con la jaula como unidad experimental y el nivel de racionamiento como efecto principal a través del procedimiento GLM de SAS vs 9.2 (Statistical Systems Institute Inc., 2002). Para el estudio de comparación de medias se utilizó el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la primera fase de cebo (de 34 a 48 días), la restricción del 80 y 70% respecto al consumo de pienso *ad libitum*, disminuyó la ganancia media diaria (GMD) (un 24,5 y un 34,7%, respectivamente; $P < 0,001$) y empeoró el índice de conversión (IC) (un 5,2 y un 7,4%, respectivamente; $P < 0,001$), al igual que observaron Romero et al. (2010). En la segunda fase de cebo (de 48 a 61 días), se produjo un crecimiento compensatorio en los tratamientos que fueron realimentados *ad libitum* (T4=+26,5% y T5=+35,1%, respecto a T1; $P < 0,001$), resultado que ya ha sido descrito por numerosos autores (Gidenne et al., 2012; Romero et al., 2010; Tumova et al., 2002). Por otra parte, los animales que siguieron restringidos durante este periodo no mostraron diferencias significativas en la GMD con respecto al

control, aunque los sometidos a la restricción más severa fueron los que tuvieron la menor GMD, en relación al resto de los tratamientos. Generalmente, el efecto que tiene la restricción sobre el crecimiento es más severo al inicio del periodo de restricción (justo tras el destete), que después. Según Gidenne y Lebas (2006), los animales jóvenes no pueden comer en exceso, ni siquiera tras un periodo de restricción, ya que a esas edades el volumen del estómago no admite grandes cantidades de alimento y están más adaptados a realizar ingestas menores pero más numerosas. Según Gidenne et al. (2012), no se suele observar un incremento de consumo medio diario (CMD) de pienso tras un periodo de restricción, sin embargo, en este trabajo, el CMD de los gazapos de T4 y T5 aumentó (+6,1 y +8,1%, respectivamente; $P < 0,001$) con respecto al control. No obstante, como el incremento del CMD fue menor que el que experimentó la GMD, estos tratamientos mejoraron el IC respecto a los animales alimentados *ad libitum* (un 16,1 y un 19,9%, para el T4 y T5, respectivamente; $P < 0,001$). Los animales de los tratamientos T2 y T3 también mejoraron el IC con respecto a los del T1 un 12,0 y un 13,6%, respectivamente; $P < 0,001$), puesto que el descenso del CMD fue más acusado que el de la GMD.

Tabla 1. Efecto de las distintas estrategias de restricción alimentaria sobre los parámetros productivos de gazapos de 34 a 61 días de edad¹

	T1	T2	T3	T4	T5	P-valor	EEM
1ª fase de 34 a 48 d							
Peso 34 d, g	670	673	654	678	673	NS	13,3
Peso 48 d, g	1513a	1307b	1234c	1307b	1206c	<0,001	8,50
GMD, g/d	60,3a	45,5b	40,3c	45,5b	38,4c	<0,001	0,61
CMD, g/d	110a	86,7b	78,4c	87,2b	75,4c	<0,001	1,00
IC	1,82b	1,91a	1,95a	1,92a	1,96a	<0,001	0,01
2ª fase de 49 a 61 d							
Peso 61 d, g	2125a	1932c	1809d	2077a	2015b	<0,001	13,4
GMD, g/d	46,7cd	48,3c	44,1d	59,1b	63,1a	<0,001	0,79
CMD, g/d	147b	134c	120d	156a	159a	<0,001	1,72
IC	3,16a	2,78b	2,73b	2,65bc	2,53c	<0,001	0,04
Fase de 34 a 61 d							
GMD, g/d	53,9a	46,8c	42,1d	52,1a	50,0b	<0,001	0,49
CMD, g/d	127a	109c	97,1d	118b	113c	<0,001	1,03
IC	2,36a	2,33a	2,31abc	2,27bc	2,24c	<0,001	0,02
Mortalidad, %	10,0	11,7	13,3	17,5	11,7	NS	3,10

¹EEM: Error estándar medio ($n = 24$); GMD: ganancia media diaria; CMD: Consumo medio diario; IC: Índice de Conversión.

A diferencia de lo observado por Romero et al. (2010), los gazapos restringidos sólo durante la primera fase (T4 y T5), alcanzaron un PV aceptable para el mercado español (2 kg PV). Los gazapos restringidos al 80% y realimentados *ad libitum* (T4) alcanzaron un PV y una GMD similar a los no restringidos (T1). Sin embargo, los restringidos al 70% solamente durante la primera fase de cebo (T5), no lograron igualar, ni el PV (-5,2%) ni la GMD (-7,2%) de los animales del T1. Los gazapos de los T2 y T3, presentaron, como era de esperar, un menor PV (-9,1 y -14,9%, respectivamente) y un menor crecimiento (-13,2 y -21,9%, respectivamente) que los animales alimentados *ad libitum*. Considerando el periodo global de cebo, el IC fue menor en animales restringidos, pero solo se alcanzó una mejora significativa con respecto al control en los T4 y T5 (+4 y +5%, respectivamente; $P < 0,001$), resultado que coincide con los observados por Gidenne et al. (2012) en varios trabajos. Por el contrario, a pesar de que una de las aplicaciones prácticas de esta técnica es la disminución de la mortalidad post-destete (Gidenne et al., 2012; Romero et al., 2010; Gidenne et al., 2009a), en este trabajo no observamos diferencias significativas sobre esta variable, lo que pudo deberse a que la mortalidad fue moderada (12,8%).

Sólo los animales restringidos al 70% durante todo el cebo (T3) tuvieron un menor peso de la canal ($P<0,001$) y tendieron a tener un menor rendimiento de la canal ($P=0,075$). Esto se debió a que el peso al sacrificio en estos animales fue menor. Sin embargo, el rendimiento de la canal en el resto de los animales restringidos fue similar al de los alimentados *ad libitum*, a diferencia de lo observado en otros trabajos (Gidenne et al., 2012) en los que el rendimiento a la canal en animales restringidos empeoró hasta 2 puntos. Coincidiendo con Bergaoui et al. (2008) y Gidenne et al. (2009b) observamos un mayor peso del digestivo, del estómago lleno y vacío y del hígado, en animales sometidos a un periodo de restricción y realimentados *ad libitum* (T4 y T5) que en el resto de los gazapos, lo que contribuyó de forma significativa a su crecimiento compensatorio.

Tabla 2. Efecto de los distintos tratamientos sobre las características de la canal

	T1	T2	T3	T4	T5	P-valor	EEM ¹
Peso canal, g	1074a	1062a	997,9b	1085a	1032ab	0,001	15,9
Rendimiento canal, %	54,9ab	54,9ab	54,2b	55,6a	54,6ab	0,075	0,35
Peso del digestivo, %PV	19,4ab	19,6ab	19,9ab	19,3b	20,6a	0,034	0,31
Peso del hígado, %PV	3,97b	4,07ab	3,51c	4,42a	4,37ab	<0,001	0,11
Peso estómago lleno, %PV	4,99bc	5,06bc	4,79c	5,51ab	5,90a	<0,001	0,15
Peso estómago vacío, %PV	1,06c	1,15ab	1,22a	1,11bc	1,15ab	<0,001	0,02
Peso ciego lleno, %PV	7,30	7,61	7,39	6,71	7,14	0,25	0,25

¹EEM: Error estándar medio ($n = 24$); PV: Peso vivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergaoui et al., 2008. 9th World Rabbit Cong. Verona, Italy: 547-550.
- Gidenne & Lebas, 2006. Feeding in domestic vertebrates. From structure to behavior (ed V Bels), CABI Publishing, Wallingford, UK: 179-209.
- Gidenne et al., 2009a. *Animal*, 3: 509-515.
- Gidenne et al., 2009b. 13^{ème} J. Rech. Cunicoles, Le Mans, France: 43-46.
- Gidenne et al., 2011. 13^{ème} J. Rech. Cunicoles, Le Mans, Francia: 21-24.
- Gidenne et al., 2012. *Animal* 6:9 1407-1419.
- Romero et al., 2010. *World Rabbit Sci.* 18: 211-218.
- Tumova et al., 2002. *Czech J. Ani. Sci.* 47: 418-428.

EFFECT OF DIFFERENT FEEDING RESTRICTION STRATEGIES ON PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF GROWING RABBITS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the effect of different feeding restriction strategies on growth performance and carcass characteristics of growing rabbits. A total of 600 rabbits were weaned at 34 days of age, housed in cages (5 animals per cage) that were randomly assigned to 5 treatments. Only one diet was formulated (crude protein: 16%; neutral detergent fiber: 34% digestible energy: 2450 Kcal/kg). Control treatment was fed *ad libitum* and the other 4 were restricted 80 and 70% of theoretical *ad libitum* intake, during all the fattening period or until 48 days. Feed intake and the animal weight from 34 to 48 and from 49 to 61 days of life were controlled. At the end of the fattening period, rabbits were slaughtered and the carcass weight and the weight of the entire digestive tract, liver, full stomach, empty stomach, full cecum and empty cecum were measured. From 34 to 48 d restriction impaired ($P<0.05$) the feed conversion ratio and average daily gain. From 48 to 61 d there was a compensatory growth. Globally, the compensatory growth led to a better feed conversion ratio, with a similar final live weight. Internal organs increased ($P<0.05$) their size, when rabbits were fed *ad libitum* after the restriction period. Average mortality was 12.8% and it was not affected by treatments.

Keywords: growing rabbits, restriction, performance, carcass characteristics

EFFECTO DEL NIVEL DE FIBRA SOLUBLE Y DE LA RELACIÓN omega-6/omega-3 SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE GAZAPOS EN CEBO

Delgado, R., Menoyo, D., Abad-Guamán, R., Nicodemus, N., Carabaño, R., y García, J.
Departamento de Producción Agraria, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid.
javier.garcia@upm.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión de fibra soluble (12%) en el pienso disminuye la mortalidad, y mejora los rendimientos productivos de los gazapos (Gómez-Conde et al., 2009; Trocino et al., 2013). Por otra parte, Maertens et al. (2005) observaron un descenso en la mortalidad de los gazapos alimentados con piensos ricos en omega-3 tras el destete (n-6/n-3 relación 1/1), en comparación con un pienso control (n-6/n-3 relación 4,8/1). Además, el perfil de ácidos grasos poliinsaturados puede influir en el contenido de energía metabolizable del pienso y de esta forma afectar a la composición corporal del animal (Sanz et al. 2000). El posible efecto sinérgico de estos dos factores no ha sido evaluado previamente, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la combinación de dos niveles de fibra soluble y dos relaciones de ácidos grasos n-6/n-3 sobre los rendimientos productivos y la mortalidad de los gazapos tras el destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñaron 4 tratamientos organizados factorialmente (2x2), con dos niveles de fibra soluble (FS) (7,8 vs. 14,4% MS), que se obtuvieron reemplazando paja y salvado por pulpa de remolacha, y dos relaciones de ácidos grasos n-6/n-3 (13,4/1 (Bn-3) vs. 3,5/1 (An-3)), que se obtuvieron fundamentalmente por la sustitución de aceite de girasol alto en oleico por aceite de linaza (Tabla 1). De este modo, se formularon 4 piensos isoenergéticos (11,8 MJ energía digestible/kg MS), dos con baja FS (BF) con distinta relación n-6/n-3 (BF_Bn-3 y BF_An-3) y otros dos piensos con mayor contenido de FS (AF) y distintos niveles de n-3 y n-6 (AF_An-3 y AF_Bn-3). Los niveles de PB, y FND fueron del 16,4 y 30,9% MS, respectivamente, en todos los piensos, que no incluyeron antibióticos. Para llevar a cabo la prueba, se utilizaron 40 animales por tratamiento (160 animales) con un peso medio de $466 \pm 80,6$ g, destetados a los 26 días de edad y que fueron alojados individualmente. Estos gazapos provenían de 64 camadas de hembras múltiparas alimentadas con los mismos tratamientos descritos. En cebo la camada recibió el mismo pienso ofrecido a su madre. Durante el periodo de cebo (desde los 26 hasta los 62 d) se registró la ganancia de peso, consumo y eficiencia alimenticia, la mortalidad y los valores de resistencia y reactividad para determinar la composición química de los animales (mostrados en otra comunicación). Entre los 39 y 42 d de edad se controló el consumo y se recogieron las heces de 12 gazapos/tratamiento para la determinación de la digestibilidad de la energía y proteína bruta. La proteína bruta, extracto etéreo y fibra dietética total, se determinaron de acuerdo a la AOAC (2000, métodos 968.06, 920.39 y 985.29) y la FND mediante el sistema de bolsas ANKOM y expresado libre de cenizas y proteína. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza, que incluyó el peso inicial como covariable. La mortalidad se analizó utilizando una regresión logística, considerando una distribución binomial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al destete los gazapos provenientes de camadas cuyas madres recibieron el tratamiento BF_An-3 pesaron 54 g más ($P=0,016$, Tabla 2) que aquellos cuyas madres consumieron el pienso BF_Bn-3, presentando los tratamientos AF_An-3 y AF_Bn-3 valores intermedios. En el primer periodo (26-39 d) no hubo diferencias en la ganancia media diaria. No obstante, el incremento de FS aumentó la eficacia alimenticia en un 7% ($P=0,011$) debido a que el consumo medio diario tendió a disminuir un 5% ($P=0,10$), y que la digestibilidad fecal de la energía y la proteína bruta no varió entre tratamientos siendo de media un $65,1 \pm 2,76$ y un $76,5 \pm 2,87$ %, respectivamente. En el segundo periodo (39 a 62 d) los animales que recibieron un mayor nivel de n-3, tendieron a aumentar la ganancia media diaria un 4% ($P=0,057$) respecto a los gazapos alimentados con el menor nivel de n-3.

Tabla 1. *Ingredientes y composición química de los piensos experimentales*

	Piensos experimentales			
	Baja fibra soluble		Alta fibra soluble	
	BF_Bn-3	BF_An-3	AF_Bn-3	AF_An-3
Ingredientes, % fresco				
Trigo blando 10,7% PB	22,7	22,7	21,7	21,7
Salvado y tercerillas	28,0	28,0	13,0	13,0
Paja tratada con sosa	10,0	10,0	5,0	5,0
Pulpa remolacha	0	0	18,0	18,0
Harina de girasol 29	9,97	9,97	12,97	12,97
Aceite de girasol alto oleico	0,85	0	0,85	0
Aceite de girasol	2,15	2,0	2,15	2,0
Aceite de linaza	0	1,0	0	1,0
Otros ¹	26,3	26,3	26,3	26,3
Composición química analizada, % MS				
Energía bruta, MJ/kg MS	18,4	18,2	18,3	18,1
Fibra dietética total (FDT)	38,6	38,7	46,0	44,8
Fibra neutro detergente (FND ²)	30,9	30,7	30,8	31,2
Fibra soluble (FDT-FND)	7,7	8,0	15,2	13,6
Proteína Bruta	16,5	16,3	16,2	16,4
Extracto etéreo	5,38	4,91	4,87	5,00
Ácidos grasos, g/100 g ácidos grasos				
C16:0	11,0	11,6	10,7	11,4
C18:0	3,0	3,2	3,2	3,3
C18:1n9	30,3	20,1	31,4	20,1
C18:2n6	48,9	48,0	47,2	46,8
C18:3n3	2,9	12,4	2,7	13,3
n-6	49,0	48,2	47,4	47,1
n-3	3,4	13,0	3,8	14,0
Composición química estimada, % MS³				
Almidón	22,2	22,2	17,8	17,8

¹ Otros en %: Alfalfa granulada 15,0; Hna Soja 44% 8,0; Carbonato cálcico 1,2; Cloruro sódico 0,3; Fosfato bicálcico 0,5; Met 0,08; Lys 0,44; Thr 0,31; Corrector vitamínico-mineral (L511. Trouw España) 0,5. Todos los piensos llevaron 66 ppm de Robenidina y 50 ppm de etoxiquin. ² Fibra neutro detergente obtenida con α -amilasa y expresada libre de cenizas y proteína. ³ FEDNA (2013).

En el periodo global (26 a 62 d), los animales que recibieron las dietas con mayor nivel de n-3 tendieron a pesar 60 g más ($P = 0,11$) y a tener una ganancia media diaria un 3% ($P = 0,10$) mayor que los que recibieron un menor nivel de n-3. Por otra parte, los animales que recibieron el mayor nivel de FS, tuvieron una eficiencia alimenticia un 3% ($P = 0,040$) mayor porque el consumo tendió a disminuir un 3% ($P = 0,091$). El incremento de FS disminuyó la mortalidad de los gazapos en un 87% desde los 26 hasta los 39 d ($P < 0,001$). Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos por Gómez-Conde et al., (2007) y Castillo et al., (2013). Sin embargo, en el periodo global estudiado (26 a 62 d) todos los tratamientos presentaron una mortalidad similar (30,0% de media).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, EEUU.
- Castillo et al. 2013. XXXVIII Simposium Cunicultura. Asescu. Zamora pp. 136-140.
- FEDNA. 2013. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª Ed.
- Gómez-Conde et al. 2009. Livest. Sci. 125: 192-198.
- Maertens et al. 2005. Proceedings of the 11èmes Jour. Rech. Cunicole. INRA-ITAVI, Paris, Francia, pp. 205-208.
- Sanz et al. 2000. J. Nutr. 130: 3034-3037.
- Trocino et al. 2013. World Rabbit Sci. 21:1-15.

Agradecimientos: Proyecto AGL2011-23885 y Proyecto MEDGAN S2013/ABI-2913.

Tabla 2. Efecto del nivel de fibra soluble y el tipo de ácidos grasos sobre el rendimiento productivo y la digestibilidad fecal en gazapos durante el periodo de cebo

	Piensos experimentales				rsd	Fibra soluble	P-valor	
	BF_Bn-3	BF_A-n3	AF_Bn-3	AF_An-3			n-6 / n-3	Fibra soluble × n-6/n-3
N	26	26	31	29				
26 a 39 d								
PV 26d	432 ^a	486 ^b	466 ^{ab}	444 ^{ab}	81,5	NS	NS	0,016
GMD, g/d ¹	44,3	44,1	44,1	45,1	8,79	NS	NS	NS
CMD, g/d ¹	75,4	75,3	71,2	71,9	11,8	0,10	NS	NS
EA, g/g	0,582	0,588	0,620	0,636	0,09	0,011	NS	NS
Mort ² , %	20,0	20,0	2,5	2,5	---	<0,001	NS	NS
39 a 62 d								
PV 39d ¹	1025	1026	1019	1032	131	NS	NS	NS
GMD(g/d)	49,3	52,3	49,6	51,2	6,19	NS	0,057	NS
CMD(g/d) ¹	138	141	134	137	15,9	NS	NS	NS
EA (g/g)	0,362	0,370	0,370	0,376	0,04	NS	NS	NS
Mort ² , %	15,0	15,0	20,0	25,0	----	NS	NS	NS
26 to 62 d								
PV 62d ¹	2158	2231	2160	2208	192	NS	0,11	NS
GMD(g/d)	46,6	48,6	46,7	48,0	5,24	NS	0,10	NS
CMD(g/d) ¹	115	117	111	113	12,5	0,091	NS	NS
EA (g/g)	0,408	0,414	0,421	0,427	0,03	0,040	NS	NS
Mort ² , %	35,0	35,0	22,5	27,5	----	NS	NS	NS
Dig. fecal³								
Energía, %	64,7	64,4	65,4	65,8	2,76	NS	NS	NS
N, %	77,0	77,2	76,8	75,2	2,87	NS	NS	NS

^{a-c} Las medias de cada dieta con letras diferentes en la misma fila indican que difieren en $P < 0,05$.

¹ Efecto significativo de la covariable peso vivo al destete ($P < 0,05$). ² $n=40$. ³ $n=12$. PV: peso vivo. GMD: ganancia media diaria. CMD: consumo medio diario. EA: eficacia alimenticia. Mort: mortalidad.

EFFECT OF LEVEL OF SOLUBLE FIBRE AND omega-6/omega-3 RATIO ON GROWTH PERFORMANCE IN GROWING RABBITS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the relationship between soluble fiber and the n-6/n-3 ratio on growing rabbit performance. To this end a factorial design was used with two soluble fibre levels (7.8 vs. 14.4%; LF and HF) and two n-6/n-3 ratios (3.5 vs. 13.4; Ln-3 and Hn-3) resulting in four experimental diets (LF_Ln-3, LF_Hn-3, HF_Ln-3 and HF_Hn-3). A total of 160 rabbits weaned at 26 d of age were used (40/diet). Growth performance and mortality were recorded from weaning to 62 days of age. Two weeks after weaning, the increase in soluble fiber reduced the mortality from 20 to 2.5% ($P < 0,001$), but at the end of fattening period there were no differences (30% on average). From 26 to 39 d of age, feed efficiency increased by 7 % ($P = 0,011$) in rabbits fed the HF diets as feed intake tended to decrease by 5% ($P = 0,10$), and no differences in energy and protein digestibility were observed. From 39 to 62 d of age, animals receiving a higher level of n-3 tended to increase weight gain by 4% ($P = 0,057$) compared to those fed with the lowest level of n-3. In the overall period animals receiving diets with high levels of n-3 tended to weigh 60 g more ($P = 0,11$) and higher weight gain 3% ($P = 0,10$) than those who received a lower level of n-3. Moreover, feed efficiency of rabbits receiving the highest level of soluble fiber was 3% ($P = 0,040$) higher because feed intake tended to decrease by 3% ($P = 0,091$).

Keywords: Soluble fiber, n-6/n-3 ratio, growth performance, rabbits.

EFFECTO DEL NIVEL DE FIBRA SOLUBLE Y DE LA RELACIÓN omega-6/omega-3 SOBRE LOS BALANCES DE NITRÓGENO Y ENERGÍA DE CONEJOS EN CEBO

Delgado, R., Nicodemus, N., Abad-Guamán, R., Menoyo, D., Carabaño, R., y García, J.
Departamento de Producción Agraria, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid.
javier.garcia@upm.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión de pulpa de remolacha en sustitución de cebada reduce la eficacia de retención de la energía y el rendimiento de la canal, especialmente cuando su nivel de inclusión supera el 15% (De Blas y Carabaño, 1996). Aproximadamente, este es el nivel requerido para satisfacer las recientes recomendaciones de fibra soluble (Trocino et al., 2013). Por el contrario, cuando la pulpa de remolacha sustituye al heno de alfalfa no empeora la eficacia de retención de la energía (Carabaño et al., 1997). Además, el perfil de ácidos grasos poliinsaturados puede influir en el contenido de energía metabolizable del pienso y de esta forma afectar a la composición corporal del animal (Sanz et al., 2000). El objetivo de este trabajo fue evaluar si la inclusión moderada de pulpa de remolacha (sustituyendo parcialmente al salvado y la paja), en combinación con dos relaciones de ácidos grasos omega-3/omega-6 (n-3/n-6), modifica el balance energético y nitrogenado. Estos balances se pueden determinar mediante la composición química *in vivo* (corporal y de la canal) estimada mediante la técnica de la impedancia bioeléctrica (Saiz et al., 2011; 2013).

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron los mismos piensos experimentales y los mismos animales que se han presentado en el trabajo de Delgado et al. (2015) en estas Jornadas. Los balances tanto de nitrógeno como de energía se estimaron siguiendo la metodología utilizada por Crespo et al. (2013), a partir de la digestibilidad de los piensos (Delgado et al., 2015) y de la composición química *in vivo* (corporal y de la canal) de los animales que se determinó mediante la técnica de impedancia bioeléctrica medida a los 26 y 62 días de edad a través de las ecuaciones desarrolladas por Saiz et al. (2011a y b; 2013a y b). El peso vivo utilizado para calcular el peso metabólico fue la diferencia entre el peso final y el inicial. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza que incluyó como covariable la ganancia media diaria (tomada de Delgado et al., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El N digestible ingerido disminuyó ($P=0,039$, Tabla 1), en los animales que consumieron niveles altos de fibra soluble. Dado que la cantidad de nitrógeno retenido en la canal no se vio afectada por el nivel de fibra soluble, la eficacia de retención del N aumentó un 4 % ($P=0,029$). También se observó que los gazapos que recibieron niveles más elevados de ácidos grasos n-3 disminuyeron el N digestible ingerido un 4 % ($P=0,019$). El tipo de ácidos grasos no modificó la cantidad de nitrógeno retenido, por lo que se observó una tendencia positiva de la inclusión de mayor cantidad de n-3 ($P=0,078$) sobre la eficacia de retención del N. Los valores de esta eficacia fueron similares a los obtenidos por Crespo et al. (2014), en gazapos que mostraron una mayor velocidad de crecimiento pero a los que se les suministró un pienso menos digestible. Se observó una interacción sobre el N excretado en heces, donde los animales alimentados con los piensos AF_An-3 y BF_Bn-3 mostraron una mayor excreción de N fecal respecto a los grupos AF_Bn-3 y BF_An-3 ($P<0,001$). La mayor cantidad de nitrógeno excretado se realizó en forma de orina. Este disminuyó un 10 % ($P=0,011$) en los tratamientos con alto nivel de fibra soluble. Por otro lado, el N excretado en orina disminuyó un 10% ($P=0,022$) al aumentar el nivel de inclusión de n-3. La energía digestible ingerida y la energía bruta retenida en la canal no difirieron entre tratamientos. Sin embargo, la eficacia de retención de la energía digestible disminuyó al reducirse el nivel ácidos grasos n-3 cuando el nivel de fibra soluble fue bajo ($P<0,05$). Esto supone que la inclusión de un nivel moderado de pulpa de remolacha en sustitución de paja y salvado no empeora el balance energético como ya observó Carabaño et al. (1997). El valor medio de la eficacia de retención energética obtenida en este trabajo fue menor que la observada por

Crespo et al. (2014), lo que podría estar relacionado con el menor nivel de grasa en la canal (datos no mostrados) observada (32,1 vs. 35,4%) y con la mayor incidencia de mortalidad y por tanto de enfermedad (30,0 vs. 0,5%). La energía bruta retenida en forma de piel y vísceras aumentó un 3% ($P=0,027$) con el aumento en el nivel de fibra soluble. La energía bruta excretada en forma de heces disminuyó un 6% ($P<0,001$) al aumentar el nivel de fibra soluble. Los tratamientos no modificaron la energía eliminada en forma de orina y producción de calor. Estos resultados sugerirían un mejor aprovechamiento metabólico de los aminoácidos absorbidos al aumentar los niveles de fibra soluble y ácidos grasos n-3.

Agradecimientos: Proyecto AGL2011-23885 y Proyecto MEDGAN S2013/ABI-2913.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carabaño R., Motta-Ferreira W., de Blas J.C., Fraga M.J. 1997. Anim. Feed Sci. Technol. 65:249-256.
- Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N. 2014. XXXIX Symposium de Asescu. pp. 86-89.
- De Blas C. y Carabaño R., 1996. World Rabbit Sci., 4:33-36.
- Delgado R., Menoyo D., Abad R., Nicodemus N., Carabaño R., García J. 2015. XVI Jornadas de Producción Animal, AIDA.
- Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011a. XXXVI Symposium Cunicultura de ASESCU. pp 89-91.
- Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011b. XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. pp 92-95.
- Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013a. XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. pp. 162-165.
- Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013b. XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. pp. 166-169.
- Sanz, M., López-Bote, C.J., Menoyo, D., Bautista, J.M. 2000. J. Nutr. 130: 3034–3037.
- Trocino, A., García J., Carabaño, R., Xiccato, G. 2013. World Rabbit Sci. 21: 1-15.

EFFECT OF LEVEL OF SOLUBLE FIBRE AND ω -6/ ω -3 RATIO ON NITROGEN AND ENERGY BALANCE IN GROWING RABBITS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the relationship between soluble fiber and the n-6/n-3 ratio on rabbit nitrogen and energy retention during the fattening period. To this end a factorial design was used with two soluble fibre levels (7.8 vs. 14.4%; LF and HF) and two n-6/n-3 ratios (3.5 vs. 13.4; Ln-3 and Hn-3) resulting in four experimental diets (LF_Ln-3, LF_Hn-3, HF_Ln-3 and HF_Hn-3). A total of 160 rabbits weaned at 26 d of age were used (40/diet). Energy and nitrogen content of rabbits and carcasses were recorded *in vivo* from weaning (26 d) to 62 days of age using bioelectrical impedance. High level of soluble fibre decreased digestible N intake ($P=0.039$), having no effect on carcass N retention but increasing N retention efficiency by 4% ($P=0.029$). Similarly, n-3 fatty acids decreased digestible N intake by 4% ($P=0.019$), with no effect on carcass N retention, and tended to increase the efficiency of N retention ($P=0.078$). Urinary N was the major fraction of excreted N, and it was reduced by 10% ($P=0.011$) when soluble fibre increased and by 10% ($P=0.012$) when n-3 fatty acids increased. Treatments had no effect on digestible energy intake and gross energy retained in carcass. However, in rabbits fed low soluble fibre diets efficiency of digestible energy retention was reduced when n-3 fatty acids decreased ($P<0.05$).

Keywords: soluble fibre, n-6/n-3 ratio, energy balance, nitrogen balance, rabbit.

Tabla 1. Efecto del nivel de fibra soluble y el tipo de ácidos grasos sobre el balance nitrogenado y energético.

N	Pienso experimentales							P-valor	
	BF_Bn-3	BF_A-n3	AF_Bn-3	AF_An-3	rsd	Cov ¹	Fibra soluble n-6/n-3	Fibra soluble x n-6/n-3	
	25	25	31	28					
Balance de nitrógeno, 26-62 d	2,511	2,382	2,407	2,381	0,21	0,13	0,21	0,066	
Nitrógeno ingerido, g/kg PV ^{0,75} y d	1,933	1,839	1,849	1,790	0,16	0,13	0,039	0,019	
Nitrógeno digerible ingerido, g/kg PV ^{0,75} y d	1,151	1,140	1,157	1,162	0,061	<0,001	0,24	0,81	
Nitrógeno retenido (animal), g/kg PV ^{0,75} y d	0,680	0,678	0,682	0,675	0,046	<0,001	0,96	0,59	
Nitrógeno retenido (canal), g/kg PV ^{0,75} y d	0,458	0,481	0,486	0,489	0,038	<0,001	0,015	0,093	
Eficacia retención nitrógeno (animal)	0,352	0,370	0,373	0,378	0,034	0,004	0,029	0,078	
Eficacia retención nitrógeno digerible (canal)									
Nitrógeno excretado, g N/kg PV ^{0,75} y d	0,470	0,462	0,475	0,486	0,063	<0,001	0,21	0,90	
Piel y vísceras	0,578 ^b	0,543 ^a	0,559 ^{ab}	0,590 ^c	0,050	0,16	0,14	0,85	
Heces	0,783	0,699	0,691	0,627	0,16	0,005	0,011	0,022	
Orina									
Balance de energía, 26-62 d	1664	1608	1589	1566	140	0,13	0,036	0,16	
Energía bruta ingerida, kJ/kg PV ^{0,75} y d	1071	1036	1039	1031	92	0,14	0,24	0,18	
Energía digerible ingerida, kJ/kg PV ^{0,75} y d	323	328	331	325	17,3	<0,001	0,39	0,97	
Energía retenida (animal), kJ/kg PV ^{0,75} y d	194	198	197	193	16,9	<0,001	0,67	0,95	
Energía retenida (canal), kJ/kg PV ^{0,75} y d	0,193	0,205	0,210	0,209	0,018	<0,001	0,003	0,19	
Eficacia retención energía bruta (animal)	0,181 ^a	0,192 ^b	0,191 ^b	0,188 ^{ab}	0,021	<0,001	0,37	0,27	
Eficacia retención energía digerible (canal)									
Energía excretada, kJ/kg PV ^{0,75} y d	129	129	134	133	10	<0,001	0,027	0,87	
Piel y vísceras	587	573	550	536	49	0,12	<0,001	0,14	
Heces	753	708	709	705	94	0,025	0,19	0,18	
Orina + producción calor									

¹ Ganancia media diaria se utilizó como covariable. BF_Bn-3: Baja fibra soluble, bajo nivel n-3. BF_An-3: Baja fibra soluble, alto nivel n-3. AF_Bn-3: Alta fibra soluble, bajo nivel n-3. AF_An-3: Alta fibra soluble, alto nivel n-3. ^{a-c} Las medias de cada dieta con letras diferentes en la misma fila indican que difieren en P < 0,05. Eficacia de retención del nitrógeno (animal): N ingerido/N retenido en el animal. Eficacia de retención del nitrógeno digerible (canal): N digerible ingerido/N retenido en el animal. Piel y vísceras: (g N retenido corporal - g N retenido en piel y vísceras) / Kg PV^{0,75} y d. Heces: (g N ingerido - g N digerible ingerido) / Kg PV^{0,75} y d. Orina: (g N digerible ingerido - g N retenido en canal - g N excretado en piel y vísceras) / Kg PV^{0,75} y d. Eficacia retención energía bruta (animal): energía retenida animal/energía bruta ingerida. Eficacia retención energía digerible (animal): energía retenida canal/energía digerible ingerida. Piel y vísceras: (EB retenida corporal - EB retenida canal - EB excretada en piel y vísceras) / Kg PV^{0,75} y d. Heces: (EB ingerida - ED ingerida) / Kg PV^{0,75} y d. Orina+producción calor: (ED ingerida - EB retenida canal - EB excretada en piel y vísceras) / Kg PV^{0,75} y d.

CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRITIVA DE LOS PIENSOS PARA PORCINO

Fabà, Ll., Solà-Oriol, D. y Gasa, J.

Servei de Nutricio i Benestar Animal (SNiBA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra. Lluís.Fabà@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los piensos se formulan para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales al mínimo coste. Los ingredientes habitualmente utilizados en dietas para cerdos muestran gran variabilidad que se proyecta directamente al pienso acabado (Fairbairn et al., 1999). Por ejemplo, el coeficiente de variación (CV) del contenido en proteína y aminoácidos de un ingrediente tan utilizado como el maíz puede alcanzar hasta un 12,2 y 15,8%, respectivamente (Fontaine et al., 2002); esta variación además depende de factores genéticos, ambientales, de cosecha y de post cosecha. Por lo tanto, en un contexto de elevada variabilidad de causa multifactorial, para minimizar errores en el pienso acabado es necesario conocer la composición química y nutritiva de las materias primas y su variabilidad. En la práctica, para evaluar de forma rápida los ingredientes, se utilizan tecnologías como el NIRs (near infrared spectrophotometry), cuyas predicciones suelen ofrecer buena estabilidad y repetibilidad (Fontaine et al., 2002). Por otra parte, Chung y Pfröst (1964) sugieren una expresión matemática para cuantificar la variabilidad en el pienso final (desviación estándar, DS) a partir de la proporción de cada ingrediente en la fórmula y una estimación de la variabilidad asociada (DS) a cada ingrediente.

El objetivo fue evaluar en qué medida la expresión de Chung y Pfröst puede definir la variabilidad de la composición química y valor nutritivo de los piensos acabados en comparación con la variabilidad obtenida en la práctica; utilizando un programa de formulación, diferentes lotes de ingredientes y su variabilidad temporal en composición química y nutritiva obtenida por NIRs.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de la descripción de la composición química de once ingredientes utilizando el análisis NIRs de un total de 699 muestras. Las muestras fueron recogidas, de diferentes lotes durante cinco meses consecutivos, en varias fábricas de piensos y el número de muestras por ingrediente dependió de su flujo o consumo temporal en fábrica. Se utilizaron tres NIR clonados (nutraISCA, Colmenar Viejo, Madrid; dos modelos Foss NIR-5000I y un NIR-XDS). Los análisis NIRs proporcionaron el contenido en materia seca (MS) y la composición química en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) de todos los ingredientes. El contenido en lisina total (Lys) se predijo a partir del de PB utilizando diferentes ecuaciones de Evonik Degussa (2010). El contenido en energía metabolizable (EM) se estimó en dos pasos: 1) elección de un valor de referencia por ingrediente en base a su contenido en nutrientes totales (según tablas FEDNA, 2010); 2) corrección del valor de referencia teniendo en cuenta: a) la diferencia en el nivel de nutrientes de cada muestra (g/kg de extracto etéreo (EE), PB, almidón o azúcares y FB) en relación a la referencia; b) un valor de digestibilidad estimada para cada nutriente (80, 85, 95 y 33%, respectivamente) y c) un valor de energía de los nutrientes digeridos (kcal/g de 8,5, 4,5, 4,2 y 3,5, respectivamente) (Blaxter, 1989). La digestibilidad de la FB para cascarilla de soja y la pulpa de remolacha se aumentó a 55 y 60%, respectivamente.

A continuación, utilizando la información de FEDNA, se formularon seis piensos teóricos, tres para cerdos a final del engorde (E) y tres para cerdas gestantes (G) (isoenergéticos e isoproteicos por especificación); y dependiendo del número de ingredientes incluidos en el mismo: tres (E3 y G3; 1 cereal, 1 suplemento proteico y 1 fibroso), cinco (E5, 2 cereales y 3 suplementos proteicos; y G5, 2 cereales, 2 suplementos proteicos y 1 fibroso) o siete (E7 y G7; 3 cereales, 2 suplementos proteicos, y 2 fibrosos). El mínimo nivel de incorporación por ingrediente fue de 2%. Posteriormente, se realizó una selección aleatoria y cronológica de 15 muestras de distintos lotes recogidas de cada ingrediente (3 por mes), creando 15 muestras de ingrediente (3 muestras x 5 meses) que en el programa de formulación, se utilizaron como 15 actualizaciones o repeticiones. Manteniendo fija la inclusión específica de los ingredientes en los seis piensos, se recalculó la composición química de las 90 dietas (6

formulas x 15 actualizaciones), simulando, de este modo, la variación de composición real del pienso a lo largo del tiempo.

Para definir la variabilidad se utilizó el coeficiente de variación (CV, %) calculado como la desviación estándar dividida por la media y multiplicado por 100. Todos los procedimientos estadísticos se realizaron utilizando la versión 3.1.1, R Software (R Core Team, 2014).

Finalmente, las 15 repeticiones de cada pienso se consideraron como la composición real (REAL) y se realizó la comparación de la variabilidad REAL de los nutrientes y la variabilidad calculada según la fórmula de Chung y Pfrost (1964) expresada en CV en lugar de DS (Tabla 1). La fórmula se empleó en dos escenarios: a) utilizando la variabilidad de las 15 muestras seleccionadas por ingrediente (SEL); y b) utilizando la variabilidad de todas las muestras recogidas en el periodo de cinco meses (TOT).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ingredientes

La variabilidad (CV, %) de los ingredientes por grupos (cereales, suplementos proteicos y suplementos fibrosos) fue en todos los casos máxima para la FB (6,2, 10,3 y 4,8%, respectivamente) seguida de la PB (5,7, 2,7 y 5,9%, respectivamente). En las 15 muestras seleccionadas por ingrediente, la variabilidad fue descrita ligeramente superior (con una diferencia máxima de 1,3 puntos de CV para la FB en los suplementos proteicos). Por grupos, es relevante destacar la elevada variabilidad de la FB en las fuentes de proteína; y de la Lys y EM en las fuentes de fibra, probablemente por la naturaleza del subproducto.

Dietas

Para el estudio de la variabilidad de los piensos (E3/5/7 y G3/5/7) en el tiempo, se recalculó la composición química de éstos en 15 repeticiones (como actualizaciones de la información nutritiva de los ingredientes seleccionados durante 5 meses). De dicha composición química y nutricional se describió la variabilidad REAL. De manera similar a la variabilidad observada en los ingredientes, la REAL fue máxima para la FB seguida de la PB (en general y para cada pienso) (Tabla 1). Para estos nutrientes y comparando entre piensos, los tipos de 3 y 5 ingredientes mostraron mayor variabilidad que los de 7; y entre especificaciones, los piensos de gestación mostraron más variabilidad que los piensos de engorde (aunque en ningún caso superaron el 6% CV). Al estudiar la variabilidad entre los tres escenarios (REAL vs. SEL y TOT), se evaluó la expresión matemática de Chung y Pfrost (1964). Los valores obtenidos implementando la fórmula (SEL y TOT), sobreestimaron en general a la REAL, y fueron siempre inferiores para TOT que en el caso de SEL; tal y como sugiere la variabilidad anteriormente descrita de los ingredientes (ligeramente superior para los 15 seleccionados). No obstante, y en referencia a la FB y PB, los CV calculados con la variabilidad de las 15 muestras seleccionadas por ingrediente (SEL) o directamente usando la composición química de las mismas 15 muestras reformulando (REAL), la variabilidad SEL es mayor que la REAL. Además, aunque solo ligeramente, los valores SEL difirieron en mayor proporción de la REAL que de TOT (calculada con la variabilidad del total de muestras por ingrediente) para los seis piensos. Además, también se puede observar una tendencia a un mejor ajuste al REAL para los piensos de especificación de gestación que los de engorde, tanto para la FB como la PB. También en general, para la FB y los nutrientes variables de baja inclusión como la Lys, los cálculos de la fórmula fueron los más sobreestimados (diferencia máxima de 1,9 puntos).

En conclusión, el CV de los nutrientes en los ingredientes y materias primas analizados por la metodología NIRs puede ser utilizado como valor de variabilidad por periodos. A partir de esta variabilidad, se puede calcular una correcta estimación de la variabilidad de los nutrientes en los piensos finales utilizando la expresión de Chung y Pfrost (1964).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chung, D.S. & Pfrost H.B. 1964. Feed Age 14: 24-27.
- Fairbairn, S.L. 1999. J. Anim. Sci. 77: 1502-1512.
- Fontaine, J.J. 2002. Agric. Food Chem. 50: 3902-3911.

Agradecimientos: Agradecer el marco de trabajo ofrecido por Nutral-SCA a nivel de fábrica de piensos facilitando colaboradores y recursos en la recogida y análisis de las muestras.

Tabla 1. Comparación de la variabilidad de los nutrientes (CV %) en los piensos (REAL) con la variabilidad con la fórmula de Chung y Pfrost, seleccionando 15 muestras por ingrediente (SEL) o todas las muestras disponibles (TOT).

	REAL	SEL	TOT	REAL	SEL	TOT	REAL	SEL	TOT
	E3			E5			E7		
MS	0,86	0,89	0,62	0,58	0,78	0,53	0,75	0,81	0,52
MO	0,86	0,90	0,66	0,60	0,72	0,40	0,75	0,65	0,38
PB	1,80	2,46	2,03	4,03	4,77	4,11	3,75	4,47	4,02
FB	3,17	4,26	3,82	4,78	6,13	5,33	2,09	3,37	2,83
EM	0,88	0,89	0,66	0,70	0,75	0,62	0,59	0,70	0,59
Lys	1,48	2,26	2,08	1,36	3,12	2,69	1,18	3,08	2,77
	REAL	SEL	TOT	REAL	SEL	TOT	REAL	SEL	TOT
	G3			G5			G7		
MS	0,82	0,94	0,65	0,39	0,52	0,40	0,35	0,46	0,35
MO	0,82	0,90	0,62	0,42	0,89	0,52	0,37	0,63	0,52
PB	3,14	2,56	2,10	3,30	3,62	3,16	2,75	3,00	2,53
FB	5,67	5,32	4,64	5,52	5,76	5,31	3,18	4,77	4,30
EM	1,35	1,02	0,73	1,64	1,91	2,15	1,25	1,20	1,30
Lys	3,61	2,40	2,12	2,35	2,54	2,27	1,61	2,00	1,72

$CV = \sqrt{\frac{\sum (Xn \cdot Vn)^2}{n}}$; CV: Coeficiente de variación del nutriente en el pienso, X = proporción del ingrediente en el pienso, V = coeficiente de variación del nutriente en el ingrediente "n" del pienso.

CALCULATION OF THE VARIABILITY IN CHEMICAL AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF THE FINAL FEEDS FOR SWINE

ABSTRACT: The ingredients commonly used in swine diets show a high variability and its impact directly affects the nutrient composition of the final feed. The aim of the present study was to evaluate the mathematic expression of Chung and Pfrost (1964) to quantify the variability of the chemical composition and nutritive value of six feed (regarding the inclusion level of the ingredients in the feed and their nutritional variability), compared to the variability obtained in practice for five months. The six feeds were classified into three types of diets (three, five and seven ingredients) based on two specifications: pigs (E) and gestating sows (G); formulated using FEDNA (2013) recommendations. Feed variability was obtained from updating the chemical and nutritional composition of several ingredient batches (obtained by NIRS) at fixed formulas in the formulation program. The nutritional variability of the same batches and ingredients (in coefficient of variation, CV) was used to perform the Chung and Pfrost calculation. These calculations, as CV%, generally overestimated slightly and showed a maximum difference of 1.6 and 1.9 points for crude fibre and lysine, respectively. Concluding that, variability of feed ingredients and raw materials analyzed by NIR, allows a correct estimation of the nutrients variability in the final feeds when using Pfrost and Chung (1964) expression.

Keywords: swine, feed ingredients, raw materials, feed variability.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE FITASAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE INGREDIENTES PARA ALIMENTACIÓN PORCINA

Joven, M., Suárez-Belloch, J., Latorre, M.A. y Fondevila, M.

IUCA, Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza.

Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

jsuarezbelloch@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la incorporación de fitasas en las dietas de porcino es una práctica generalizada para mejorar la utilización del fósforo presente en los granos de cereales, harinas de semillas oleaginosas y sus subproductos, porque una parte del mismo está en forma de fitatos y no es disponible en el tracto digestivo del animal. La incorporación de fitasas permite liberar gran parte de dicho fosforo, evitando que la dietas deban ser enriquecidas con fuentes de fósforo inorgánico, que encarecen enormemente la formulación. Además, favorecen la utilización de otros minerales secuestrados en el anillo fítico en forma de quelatos. Por otro lado, varios autores han relacionado la utilización de fitasas con una mejora de la digestibilidad *in vivo* de la materia seca y proteína de las dietas de porcino (Officer y Batterham, 1992; Guggenbuhl y Simoes Nunes, 2007), contribuyendo al abaratamiento de los costes de alimentación e incluso favoreciendo, de este modo, la incorporación de ingredientes de bajo coste en las dietas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar, en condiciones *in vitro*, el efecto del uso de dos fitasas comerciales, a niveles crecientes de inclusión, sobre la digestibilidad de distintos ingredientes habitualmente empleados en alimentación porcina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ingredientes a estudiar se agruparon en dos categorías: amiláceos (maíz, trigo y harina de galleta) y proteicos (harina de soja, harina de girasol y harina de colza), empleándose 4 muestras de cada uno, obtenidas de distintas partidas, con objeto de cubrir la diversidad de las materias primas en el mercado. Su composición química se presenta en la Tabla 1. Se evaluaron dos fitasas comerciales, Phyzyme XP (DuPont) y Quantum (AB Enzymes), incluidas a niveles de 0, 500 y 1500 unidades de fitasa (FTUs). Los alimentos amiláceos se valoraron mediante una incubación en tres fases (Boisen y Fernández, 1997), mientras que los ingredientes proteicos se valoraron por la técnica de dos fases (Boisen y Fernández, 1995), en cuatro tandas de incubación *in vitro*, con dos repeticiones por muestra y tanda. El residuo sólido de incubación se empleó para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS) de los ingredientes de cada grupo, y posteriormente se analizó el contenido en almidón o proteína bruta, para estimar la digestibilidad *in vitro* de ambos nutrientes (DivA y DivPB, respectivamente).

Tabla 1. Composición (g/kg MS, media \pm desviación estándar) de los sustratos (n=4).

	MO	PB	Almidón	FND
Maíz	987 \pm 0,5	89 \pm 1,0	668 \pm 17,9	115 \pm 18,3
Trigo	983 \pm 1,2	114 \pm 24,8	652 \pm 30,2	158 \pm 7,8
Harina de galleta	932 \pm 1,4	125 \pm 2,6	487 \pm 12,9	129 \pm 13,2
Harina de soja	926 \pm 5,5	512 \pm 8,5	---	92 \pm 19,1
Harina de girasol	919 \pm 1,0	405 \pm 3,1	---	307 \pm 3,3
Harina de colza	927 \pm 0,9	379 \pm 2,6	---	273 \pm 16,3

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente.

El efecto del tipo y nivel de las enzimas incorporadas se analizó estadísticamente mediante ANOVA, considerando además la tanda de incubación como bloque. Se establecieron los siguientes contrastes ortogonales para cada uno de los sustratos a estudio: efecto lineal de la inclusión de Phyzyme (1); efecto lineal de la inclusión de Quantum (2); efecto de la inclusión de Phyzyme respecto al tratamiento sin fitasas (3); efecto de la inclusión de

Quantum respecto al tratamiento sin fitasas (4); y efecto de la inclusión de Phyzyme respecto a Quantum (5). Probabilidades menores de 0,05 se consideraron como significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad de los ingredientes ricos en almidón (Tabla 2) resultó superior para la harina de galleta, intermedia para el trigo e inferior para el maíz, tanto para la DivMS (coeficientes medios de 0,683; 0,601 y 0,492, respectivamente; $P < 0,001$) como para la DivA (0,950; 0,712 y 0,511; $P < 0,001$). No se detectaron efectos ($P > 0,10$) del tipo de fitasa añadida ni de su nivel de inclusión sobre la DivMS ni la DivA para ninguno de los ingredientes estudiados. No obstante, se observó una tendencia ($P = 0,12$) al aumento de la DivA del maíz con el nivel de Phyzyme.

Tabla 2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS; e.s. = 0,0131) y del almidón (DivA; e.s. = 0,0162) de maíz, trigo y harina de galleta en función del tipo (Phyzyme vs. Quantum) y nivel (500, 1000 ó 1500 FTU) de fitasa añadido, respecto al sustrato libre de enzimas ($n = 4$).

Enzima	FTU	DivMS			DivA		
		Maíz	Trigo	H galleta	Maíz	Trigo	H galleta
Phyzyme	0	0,492	0,584	0,686	0,527	0,693	0,955
	500	0,491	0,603	0,685	0,525	0,725	0,954
	1000	0,489	0,605	0,681	0,500	0,711	0,955
	1500	0,486	0,598	0,681	0,499	0,692	0,954
Quantum	500	0,493	0,608	0,681	0,490	0,735	0,950
	1000	0,491	0,601	0,684	0,495	0,698	0,948
	1500	0,505	0,606	0,682	0,539	0,729	0,935
P contraste	1	0,72	0,47	0,73	0,12	0,75	0,97
	2	0,57	0,37	0,88	0,58	0,49	0,42
	3	0,81	0,23	0,79	0,31	0,39	0,98
	4	0,78	0,17	0,77	0,30	0,14	0,57
	5	0,46	0,79	0,98	0,99	0,38	0,45

Contrastes: 1, efecto lineal de la inclusión de Phyzyme; 2, efecto lineal de la inclusión de Quantum; 3, efecto de la inclusión de Phyzyme respecto al tratamiento sin fitasas; 4, efecto de la inclusión de Quantum respecto al tratamiento sin fitasas; 5, efecto de la inclusión de Phyzyme respecto a Quantum.

Tal como se muestra en la Tabla 3, los coeficientes medios de DivMS de las harinas de soja, girasol y colza fueron de 0,610, 0,506 y 0,489 ($P < 0,001$); sin embargo, la DivPB fue superior en el caso de la harina de girasol, intermedia para la soja e inferior para la colza (0,845; 0,808 y 0,781, respectivamente). De forma similar a lo observado en el caso de los sustratos amiláceos, no se detectaron efectos ($P > 0,10$) del tipo de fitasa, ni de su nivel de suplementación, sobre la DivMS ni la DivPB para ninguno de los sustratos evaluados, aunque la suplementación con Quantum tendió ($P = 0,074$) a mejorar la DivMS de la harina de soja respecto a la inclusión de Phyzyme.

A pesar de que algunos autores (Officer y Batterham, 1992; Guggenbuhl y Simoes Nunes, 2007) han evidenciado un incremento de la digestibilidad *in vivo* con la suplementación de fitasas en la dieta, especulando con una posible estimulación de la digestión de los nutrientes, nuestros resultados *in vitro* descartan esa posibilidad, tanto en cuanto a la digestibilidad de la materia seca como del almidón y de la proteína. Del mismo modo, Simons et al. (1990) y Bruce y Sundstøl (1995) tampoco encontraron un efecto de la adición de fitasas sobre la digestibilidad de la materia seca o la proteína bruta. Selle y Ravindran (2007) discuten la posibilidad de un efecto positivo más allá de la disponibilidad de minerales, achacando en parte los resultados a problemas metodológicos de la estimación de la digestibilidad *in vivo* mediante marcadores.

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS; e.s.= 0,0096) y de la proteína bruta (DivPB; e.s.= 0,0122) de harina de soja, girasol y colza en función del tipo (Phyzyme vs. Quantum) y nivel (500, 1000 ó 1500 FTU) de fitasa añadido, respecto al sustrato libre de enzimas (n=4).

Enzima	FTU	DivMS			DivPB		
		H soja	H girasol	H colza	H soja	H girasol	H colza
Phyzyme	0	0,608	0,516	0,495	0,811	0,852	0,777
	500	0,608	0,522	0,494	0,815	0,856	0,781
	1000	0,608	0,517	0,499	0,796	0,834	0,795
	1500	0,608	0,516	0,495	0,817	0,853	0,781
Quantum	500	0,623	0,508	0,489	0,805	0,851	0,795
	1000	0,633	0,519	0,498	0,820	0,850	0,779
	1500	0,614	0,513	0,474	0,814	0,848	0,781
P contraste	1	0,62	0,96	0,91	0,65	0,73	0,70
	2	0,37	0,56	0,19	0,53	0,99	0,92
	3	0,75	0,71	0,87	0,70	0,86	0,68
	4	0,48	0,58	0,44	0,93	0,89	0,91
	5	0,15	0,79	0,39	0,70	0,65	0,67

Contrastes: 1, efecto lineal de la inclusión de Phyzyme; 2, efecto lineal de la inclusión de Quantum; 3, efecto de la inclusión de Phyzyme respecto al tratamiento sin fitasas; 4, efecto de la inclusión de Quantum respecto al tratamiento sin fitasas; 5, efecto de la inclusión de Phyzyme respecto a Quantum.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que las fitasas, independientemente de su origen y nivel de inclusión, no ejercen un efecto aparente sobre la actividad de las enzimas digestivas. Sin embargo, no permiten descartar que, en condiciones *in vivo*, otros factores, relacionados con una mayor absorción de los nutrientes digeridos al eliminar el efecto quelante de los fitatos, puedan provocar indirectamente una respuesta positiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Boisen, S. & Fernández, J.A. 1995. Anim. Feed Sci. Technol. 51: 29-43.
- Boisen, S. & Fernández, J.A.. 1997. Anim. Feed Sci. Technol. 68: 277-286
- Bruce, J.A.M. & Sundstøl, F. 1995. Can. J. Anim. Sci. 75: 121-127
- Guggenbuhl, P & Simoes Nunes, C. 2007. Livest. Sci. 109: 261-263
- Officer, D.I. & Batterham, E.S. 1992. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 19: 288.
- Selle, P.H. & Ravindran, V. 2007. Livest. Sci. 113: 99-122
- Simons, P.C.M., Verstegen, H.A.J., Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., Slump, P, Bos, K.D., Wolters, M.G.E., Beudekar, F. & Verschoor, G.J. 1990. Br. J. Nutr. 64: 525:540

Agradecimientos: Este trabajo está financiado por el contrato OTRI 2013/0130, suscrito con la Cooperativa Ganadera de Caspe, con la ayuda del Departamento de Industria e Innovación (Gobierno de Aragón) y el Fondo Social Europeo.

EFFECT OF ADDITION OF PHYTASES ON *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF INGREDIENTS FOR PIG FEEDING

ABSTRACT. An *in vitro* trial was conducted to study the effect of the incorporation of two commercial phytases (Phyzyme and Quantum), included at 0, 500 and 1500 FTU, on the dry matter and starch digestibility of starchy feeds (maize, wheat and bakery byproduct) and on the dry matter and protein digestibility of protein sources (soybean, sunflower and rapeseed meals). The addition of each source of phytase or their level of inclusion did not affect *in vitro* dry matter or nutrient digestibility of studied ingredients ($P>0,10$). A possible positive effect of phytases on *in vivo* utilisation of nutrients other than minerals is not related with an enhanced activity of digestive enzymes.

Keywords: phytases; *in vitro* digestibility; pigs.

EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE FORRAJE EN RACIONES PARA CERDAS ADULTAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y DEL FORRAJE

Aymerich, P., Solà-Oriol, D. y Gasa, J.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra. pau.aymo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En condiciones comerciales, el ganado porcino se alimenta exclusivamente con piensos concentrados con niveles de fibra bajos o moderados (máximos contenidos en fibra bruta (FB) de 10-11% para cerdas en gestación, según FEDNA, 2013). La fibra es aportada principalmente por los cereales, sus subproductos (ej. salvado de trigo) y, en menor medida, por algunos otros ingredientes como la pulpa de remolacha o la cascarilla de soja entre otros. Los forrajes no se suelen utilizar en las raciones actuales aunque, hasta mitad del siglo pasado cuando la porcicultura era todavía artesanal, algunos de ellos (ej. nabos, remolachas, destriós de patatas y hortalizas, alfalfa verde,...) sí se incluían en cantidades significativas.

El sistema INRA de valoración energética considera que los animales adultos (cerdas y verracos) son capaces de digerir la fracción fibrosa de los alimentos en una proporción significativamente mayor que los cerdos jóvenes en crecimiento (Le Golf y Noblet, 2001). Los resultados de Chabeauti et al. (1991), muestran digestibilidades de la fracción fibra neutro detergente (FND) que varían entre un 15% para la paja de cereales (principalmente celulosa altamente lignificada) y un 68% para la cascarilla de soja (pectinas y hemicelulosas poco lignificadas).

La administración de forraje podría ayudar a controlar la alimentación en situaciones de producción que haya que restringir la ingestión, como es el caso de algunas líneas de cerdos pesados y grasos al final del cebo o cerdas en gestación alojadas en grupo. Por otra parte, en términos generales, los forrajes son poco apetecibles para el ganado porcino, en especial si se administran en seco.

El objetivo de este trabajo es obtener una aproximación del consumo de materia seca y conocer la digestibilidad de raciones mixtas compuestas por pienso y una mezcla de forrajes ofrecidas a cerdas reproductoras al finalizar su vida productiva durante las semanas anteriores a ser trasladadas al matadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 5 cerdas de desvieje (*Landrace x Large white*) de más de 7 partos, alojadas en grupo y procedentes de una misma banda de destete. El ensayo duró 7 semanas distribuidas en tres periodos. El estudio se realizó en las instalaciones de una granja comercial.

Durante el primer período, de 3 semanas, se ofreció *ad libitum* una ración con un 40% de forraje y 60% de concentrado en base a materia seca (MS) (D1). La fracción forrajera estaba formada por paja triturada (20% MS), alfalfa deshidratada (20%) y ensilado de maíz (60%) mezclados en un remolque "unifeed", y el concentrado fue formulado para satisfacer las necesidades teniendo en consideración la fracción forrajera. Una mezcla de harina de maíz y cebada (70%:30%) y harina de soja 47%PB y harina de colza (50%:50%) con corrector y un 22,5% de proteína bruta (PB). En el segundo período, también de 3 semanas, se incrementó la fracción forrajera hasta al 60% y se redujo el concentrado al 40% (D2). Se utilizó un pienso con los mismos ingredientes y con mayor contenido en PB (27,6%). Finalmente, durante la última semana, se administró una mezcla al 50% de los dos concentrados a razón de 3 kg por cerda y día. Para calcular la digestibilidad se incluyó un 1% de TiO₂ en el concentrado, como marcador indigestible.

Las dos primeras semanas de los dos primeros periodos se utilizaron como adaptación a las dietas experimentales. Durante la tercera semana se pesó diariamente la oferta y el rechazo y se obtuvo una muestra representativa de ambos. El último día de cada periodo se pesaron los animales y se obtuvo una muestra de heces por animal directamente del recto.

En el laboratorio se analizó la composición química de los piensos y el forraje y el contenido de MS, materia orgánica (MO) y la concentración de TiO₂ en las muestras de pienso, rechazo y heces para poder calcular los coeficientes de digestibilidad aparente. Conocidas

la cantidad diaria ofrecida y rechazada y las concentraciones de marcador en el pienso y en el rechazo se estimó la concentración de marcador en la ingesta. Se calculó la digestibilidad de la MO (dMO) y el contenido en MO Digestible (MOD) de cada dieta, la del concentrado y la del forraje por diferencia, en cada nivel de incorporación. El contenido en energía metabolizable (EM) se obtuvo multiplicando el contenido en MOD por una constante (4,45 Kcal EM/g MOD).

Los coeficientes de digestibilidad y valor nutritivo de las raciones y el forraje se analizaron por ANOVA con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS teniendo en cuenta el efecto de la inclusión de forraje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la composición química de los diferentes ingredientes de las raciones administradas a las cerdas, los piensos utilizados en cada dieta, y el forraje. El forraje posee más del doble de FND y más de tres veces la fibra ácido detergente (FAD) y FB de los concentrados. El contenido en FND de la dieta con un 60% de forraje alcanzó el 38,8% y el de FAD un 19,8% de la MS.

Tabla 1. Composición química de los ingredientes de las raciones

	Pienso D1	Pienso D2	Forraje
Materia seca (MS, %)	87,24	87,79	30,78
Materia orgánica (MO, %MS)	93,83	92,97	86,45
Proteína bruta (PB, %MS)	22,49	27,55	7,12
Fibra bruta (FB, %MS)	5,32	6,08	20,96
Fibra neutro detergente (FND, %MS)	19,33	21,59	45,08
Fibra ácido detergente (FAD, %MS)	7,77	9,36	26,84

En la Tabla 2 se observa que la dMO de la ración se reduce al incrementar la inclusión de forraje ($P=0,001$), si bien esta reducción no sigue una evolución lineal (Figura 1). La reducción de la dMO con la inclusión del 40% de forraje fue de 10 puntos porcentuales pero no mostró significación estadística, con el 60% de forraje se redujo en más de 40 puntos ($p<0,001$). Consecuentemente, la dMO del forraje, calculada por diferencia, descendió del 60 al 14% al pasar del 40 al 60% de forraje en la ración. Los valores calculados de MOD y de EM siguen el mismo patrón de reducción en base al nivel de inclusión de forraje en la dieta final. El contenido estimado de EM del pienso fue de 3447 kcal/kg MS (3007 kcal/kg MF) y del forraje de 2318 o 518 kcal/kg MS para los niveles 40 y 60% de forraje en la ración, respectivamente.

Tabla 2. Digestibilidad y valor nutritivo de las raciones y del forraje

% de MS de forraje en la oferta	0	40 (D1)	60 (D2)	EEM	P
Consumo aparente (kg MF/a y d)	3	3,92	4,92	-	-
dMO de la ración (%)	84,3 ^a	74,5 ^a	42,1 ^b	3,29	0,001
dMO del forraje (%)	-	59,8	14,0	7,33	0,002
MOD de la ración (g/kg MS)	774,5 ^a	673,1 ^a	379,6 ^b	29,65	0,001
MOD del forraje (g/kg MS)	-	520,9	116,3	66,15	0,029
EM de la ración (Kcal/kg MS)	3447 ^a	2995 ^a	1689 ^b	131,9	0,001
EM del forraje (Kcal/kg MS)	-	2318	518	294,4	0,029

Los resultados sugieren que una inclusión de forraje superior al 40% supone una bajada importante de la digestibilidad que puede condicionar la ingestión de EM y, así, impedir alcanzar niveles de alimentación moderadamente altos. Por otra parte, conforme aumenta la inclusión de forraje en la ración, aumenta la variabilidad de la dMO (Figura 1); ello posiblemente sea debido, bien a que el tiempo medio de permanencia de la dieta en el tracto digestivo se reduce al aumentar la proporción de forraje en la ración, o bien a que la adaptación de las poblaciones microbianas del tracto digestivo se prolonga con niveles más altos de fibra en la ración y quizás tres semanas no ha sido suficiente. Más probablemente,

el hecho se deba a que algunas cerdas son capaces de seleccionar una parte de la ración mejor que otras compañeras. El mezclado completo y uniforme de la ración que dificulte la selección por parte de los animales será especialmente importante para animales alojados en grupo.

En conclusión, las cerdas adultas son capaces de digerir algunos forrajes en un porcentaje apreciable (valores de dMO del 60% en este estudio), en especial cuando se incorporan a la dieta en proporciones no excesivamente altas; con el forraje utilizado en este trabajo hasta un 40% de inclusión.

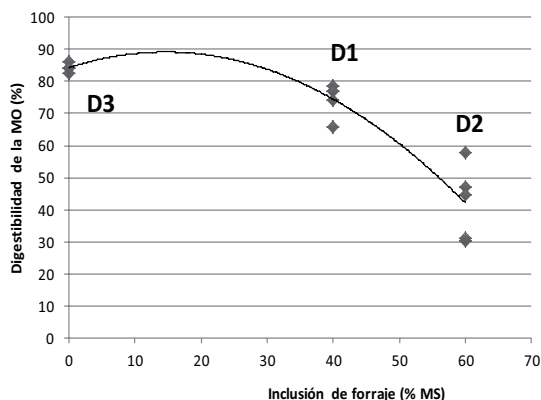


Figura 1. Evolución de la dMO con la inclusión de forraje (%MS) en la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blas, C., Gasa, J. y Mateos G.G., 2013. FEDNA.
- Noblet, J. y Le Goff, G. 2001. Anim. Feed Sci. Technol. 90(1): 35-52.
- Chabeauti, E., Noblet, J. y Carré, B. (1991). Anim. Feed Sci. Technol. 32(1): 207-213.

Agradecimientos: Agradecer al Mas Cavalleria de Manlleu (Osona, Barcelona) por el soporte ofrecido a nivel de instalaciones, materias primas y supervisión de los animales durante toda la fase experimental.

EFFECT OF FOURAGE INCLUSION IN DIETS FOR ADULT SOWS ON DIGESTIBILITY OF THE DIET AND THE FORAGE

ABSTRACT: The aim of the present study was to analyze the effects of different forage inclusion levels in adult sow diets, to improve situations when intake has to be reduced or controlled. Five cull sows (Landrace x Large white), with more than 7 farrowing's and group-housed, were fed 3 different diets (D1: 40% forage; D2: 60% forage; Control diet: 0% forage). Diets D1 and D2 were offered *ad libitum* to find a broad estimation of daily dry matter intake, and TiO₂ (1% DM of concentrated fraction) was included as indigestible marker to study the digestibility of the components of the diet. The main conclusions were that digestibility of organic matter (dMO) decreased according to forage inclusion in the final diet, but not in a linear way, as the dMO reduction substantially increases when the forage fraction was over 40%. Forage Metabolizable Energy (EM) content was also reduced accordingly. It was also observed that the dispersion of digestibility values between animals increased with the proportion of forage inclusion in the diet. It is concluded that the inclusion of up to 40% of forage in the diet, keeps the forage dMO in about 60%, but higher levels of forage inclusion (60%) reduce dMO down to 14%.

Keywords: sows, forage, digestibility.

EFFECTO DE LA SATURACIÓN DE LA GRASA CONTENIDA EN PIENSOS DE GESTACIÓN Y LACTACIÓN SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE CERDAS MULTÍPARAS BAJO CONDICIONES TROPICALES

Vicente¹, J.G., Isabel², B., De Gasperín¹, I., Loeza¹, R., Ángeles¹, A.A., Montiel¹, F., Hernández¹, B.C., Velázquez¹, F. y López-Bote², C.J.

¹Universidad Veracruzana, Veracruz, México. CP 91710

²Universidad Complutense de Madrid

jvicente@uv.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la alimentación porcina se utilizan grasas de distintos orígenes para la formulación de pienso, sin embargo rara vez se toma en cuenta el efecto nutricional de los ácidos grasos (AG) sobre el animal, siendo necesario definir las características de estos con base en su origen, su grado de saturación y longitud de cadena (López-bote et al., 2011). Además, se debe de considerar que cuanto mayor sea la saturación de las grasas, su retención será menor (Lauridsen y Danielsen, 2004). La eficiencia productiva de la cerda está afectada por la nutrición, que depende directamente de la capacidad de ingesta (Carrión y Medel, 2000). Las altas temperaturas de los climas tropicales provocan estrés calórico en la cerda al rebasar su zona de termoneutralidad (Auvigne et al., 2009); ocasionando una disminución en el consumo de alimento durante la gestación y lactación, produciendo una intensa movilización de reservas corporales provocando una excesiva pérdida de peso y tejido adiposo subcutáneo (Mullan, 1991). Debido a la importancia que representa la condición corporal de la cerda reproductora en su comportamiento productivo y reproductivo, este trabajo preliminar trata de determinar el efecto que tiene el nivel de saturación de la grasa aportada a través de su alimentación durante la gestación y lactación sobre la condición corporal de la reproductora múltipara bajo condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en una granja comercial en la zona centro del estado de Veracruz, México (latitud 19° 24min 40.11" norte, longitud 96° 33min 35.4" oeste) con una temperatura promedio durante la prueba de 28,7°C. Se utilizaron 30 cerdas (*Landrace X Large White*), de entre segundo y sexto parto, que fueron seleccionadas al azar y asignadas a dos tratamientos (isoenergéticos). El tratamiento 1 (n=15) consistió en pienso que incluyó una suplementación con grasa poliinsaturada (3,6% de aceite de soya en gestación y 4% en lactación) y el tratamiento 2 (n=15) un pienso suplementado con grasa saturada (3,6% manteca en gestación y 4% en lactación). Siendo suministrados a las cerdas una vez confirmada su gestación (a partir del día 42 posterior a la inseminación). Con una alimentación restringida durante la gestación y *ad libitum* durante una lactación de 3 semanas. Las cerdas se pesaron a los 42 días de gestación, a la entrada a la sala de partos (110 ± 2 días de gestación) y al destete de las camadas.

Se midió el espesor del grasa dorsal (PU²) durante la gestación (a los 56 días y, a partir de ahí, cada 2 semanas) y durante la lactación (semanalmente), utilizando un ultrasonido Renco Lean Meater; las medidas se tomaran a 6,5 centímetros de la línea media a nivel de la última costilla. Se midió el consumo voluntario de alimento durante las tres semanas que duró la lactación. Para evaluar el efecto de la alimentación sobre la evolución del PU² en el transcurso del tiempo se realizó un análisis de medidas repetidas por el paquete estadístico SAS Enterprise 4.3 (2006-2010). Los cambios en el peso corporal se evaluaron utilizando un análisis de varianza (ANOVA) con el paquete estadístico antes mencionado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El grado de saturación de la grasa adicionada en el pienso de cerdas gestantes y lactantes observó efectos estadísticos significativos $P < 0,009$ sobre el aumento de peso durante la gestación en el grupo que consumió aceite de soya; sin embargo, no hubo efectos en la modificación del peso de las cerdas al destete (tabla 1). En el estudio de la evolución del espesor de grasa dorsal se aprecia una tendencia $P < 0,1140$ mostrando un menor incremento de ésta en el grupo de aceite de soya durante la gestación y al mismo tiempo observando una mayor movilización de este tejido durante la lactancia (ver tabla 2 y figura 1). De acuerdo con Coma y Gaza (2007), las genéticas modernas tienen mayor habilidad

para movilizar y utilizar las reservas musculares e intramusculares, razón por la cual puede proponerse que la suplementación con grasas poliinsaturadas en la alimentación de cerdas en gestación puede favorecer el aumento del peso corporal de las cerdas multiparas durante la gestación. Por el contrario la alimentación con grasas saturadas puede ocasionar una mayor deposición de grasa dorsal durante la gestación y una menor movilización de esta durante la lactación siendo necesario evaluar otros parámetros productivos de la cerda para estudiar con mayor detalle cómo afecta la saturación de la grasa su productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auvigne, V.A., Leneveub P., Jehanninc, C., Peltoniemi, O. & Salle E.D. 2010 Theriogenology, 74: 60–66.
- Carrión, D. y Medel, P. 2001. XVII FEDNA España, 40-50.
- Lopez-bote, C.J., Amazan, D., Vicente, J.G. & JSegura, S. 2011. WPSJ.67 pp 56.
- Coma, J. & Gasa, J., 2007. XXIII FEDNA España, pp 133- 174.
- Lauridsen, C., V. & Danielsen. 2004. Livest. Prod. Sci. 91:95–105.
- Mullan, B.P. 1991. Pig sci. Assoc, Werrabee, 167-177.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos experimentales sobre el incremento de peso vivo al final de la gestación y al destete y consumo diario de pienso en kg durante la lactación.

	DIETA			P
	Aceite de soya	Manteca	SEM (n=15)	
Incremento de peso (%) en gestación	11,50	8,19	2,12	0,0087
Incremento de peso (%) en lactación	-6,94	-6,65	-1,72	0,9126
Consumo diario de pienso (kg) en lactación	4,24	4,44	1,15	0,5342

Tabla 2. Efecto de los tratamientos experimentales sobre la evolución del espesor de grasa (mm) dorsal durante la gestación y lactación.

	Dieta		SEM ^a	SEM ^b	P		
	Aceite de soya	Manteca			Dieta	Tiempo	Dieta*tiempo
Medición 1^c	0,36	0,64	0,555	0,175	0,1139	<,0001	0,3918
Medición 2	0,82	1,09					
Medición 3	1,09	1,45					
Medición 4	1,18	1,55					
Medición 5^d	1,36	1,73					
Medición 6^e	0,27	0,91					
Medición 7	-0,64	0,27					
Medición 8^f	-0,91	0,45					

^a Error estándar de la media de los efectos principales (n=15).

^b Error estándar de la media en la interacción tiempo.

^c A los 56 días de gestación.

^d A 112 días de gestación.

^e A 5 días de lactancia (± 1 día)

^f Al final de una lactación de 21 días.

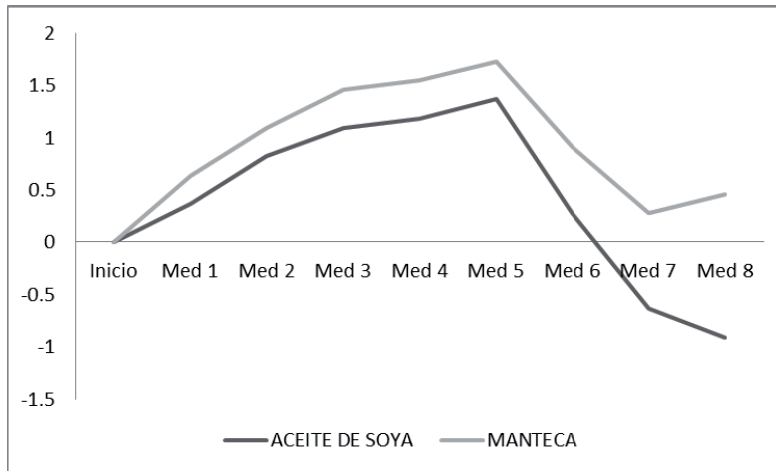


Figura 1. Efecto de los tratamientos experimentales sobre el espesor de grasa dorsal (mm) a través del tiempo.

Agradecimiento: Este estudio se ha realizado gracias al proyecto otorgado por el Programa de Mejoramiento del Profesorado de la Secretaría de Educación Pública (PROMEP) y la Universidad Veracruzana de México (Referencia UV-EXB-478 PROMEP/103.5/13/6998).

EFFECT OF SATURATION OF THE FAT CONTAINED IN PREGNANCY AND LACTATION FEED ON THE EVOLUTION OF MULTIPAROUS SOW BODY CONDITION UNDER TROPICAL CONDITIONS

ABSTRACT: The effect of feeding with saturated and polyunsaturated fats (soybean oil and lard) present a significant statistical effect $P < 0.009$ on weight gain in the group of sows consumed soybean oil, with no effect on weight change sows at weaning; in the study of the evolution of Backfat is seen an apparent trend $P = 0.1139$ having a retail increase in this parameter during gestation on the soybean oil group was observed main mobilization of this tissue during lactation. According to Coma and Gaza (2007), current genetics has more ability to mobilize muscle and intramuscular reserve, this allows us to assume that the supplementation with polyunsaturated fats in the diet of pregnant sows increased body weight of multiparous sows, conversely feeding with saturated fats (lard) cause increased deposition during gestation backfat and this reduced mobilization during lactation

Keywords: Sow, feed, fat, body weight, backfat.

EFEECTO DE INCREMENTAR EL NIVEL DE ALIMENTACIÓN AL FINAL DE LA GESTACIÓN SOBRE LA DURACIÓN Y EL RENDIMIENTO AL PARTO DE LA CERDA

Caballero¹, M., Fabà², Ll., López-Vergé², S. Solà-Oriol², D. y Gasà², J.

¹Agropecuària d'Artesa de Segre SCCL, Avinguda Eduard Maluquer 9, 25730 Artesa de Segre, Lleida. ²Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.
marta@coopartesa.com

INTRODUCCIÓN

El incremento del potencial productivo de las cerdas con mayor número de lechones nacidos vivos, comúnmente llamadas hiperprolíficas, se relaciona en muchos casos con un menor peso medio de camada y mayor heterogeneidad de pesos; factores asociados a una mayor mortalidad pre-destete (Quesnerl et al., 2008). Existen varias estrategias durante el periodo de gestación para intentar minimizar el impacto de este problema. Una de ellas consiste en aumentar el nivel de alimentación durante la gestación tardía para mejorar el peso al nacimiento, aunque los resultados no son concluyentes entre diferentes estudios (Campos et al., 2011). En ocasiones, una sobrealimentación potenciara un aumento del espesor de grasa dorsal (EGD) y condición corporal (CC); factores que están relacionados directamente con una mayor duración del parto, aumento de nacidos muertos y problemas de consumo de pienso en lactación (Filha et al., 2010; Olivero et al., 2009). El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la administración de diferentes niveles crecientes de alimentación durante las últimas tres semanas de gestación, sobre los rendimientos productivos al parto así como la duración y posibles dificultades de éste.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja comercial de 700 reproductoras, localizada en Artesa de Segre (Lleida) con una productividad de 28 lechones/cerda/año. Para ello se seleccionaron un total de 85 cerdas (Duroc x Landrace), entre primer y sexto ciclo, repartidas entre cuatro semanas consecutivas y divididas en dos grupos homogéneos: "jóvenes" (1r y 2º ciclo) y "múltiparas" (2º - 6º ciclo). Los dos grupos fueron alimentados con piensos isoenergéticos, isoproteicos y de igual composición pero variando el contenido en lisina, un 15% superior para las jóvenes, y manteniendo el perfil de "proteína ideal". El diseño experimental, dividió el período de gestación en tres fases: Fase 1) los 35 primeros días, las cerdas permanecieron en jaulas individuales y se les ofreció un nivel de alimentación siguiendo el protocolo utilizado habitualmente en la granja con intención de recuperar las reservas corporales. Los consumos fueron de 2,0-2,5 y 2,8-3,8 kg/día para cerdas jóvenes y múltiparas, respectivamente. Fase 2) entre el día 35 y 90 de gestación las cerdas fueron alojadas en grupos dinámicos con máquinas de alimentación automáticas (modelo Nedap Velos de SERTIC S.A). Durante esta fase se administraron los mismos piensos y se programó la curva de ingestión propia de la granja para las cerdas múltiparas y jóvenes. La cantidad final ofrecida fue de aproximadamente 2,1 y 2,5 kg/d a las cerdas jóvenes y múltiparas, respectivamente. Finalmente, Fase 3) entre el día 90 y 111 de gestación los animales permanecieron alojados en grupo y los dos grupos de cerdas se distribuyeron en tres sub-grupos. Estos se formaron y equilibraron atendiendo a la CC y EGD, medidos entre el día 30 y 35 de gestación. Uno de los tres subgrupos recibió la cantidad de pienso diaria que se administraba siguiendo el protocolo de la granja (STD) y los otros dos subgrupos se sobrealimentaron con 0,5 y 1,0 kg más de pienso por día.

Para registrar la CC se acudió a la escala subjetiva del 1 al 5 con niveles máximos de apreciación de 0,25 puntos. Para medir el EGD se dispuso de un sistema ultrasónico modelo RENCO (serie 12). Al parto, se registró la duración de la gestación y del parto, se pesaron los lechones individualmente y se contabilizaron en nacidos totales (NT), vivos (NV), muertos (NM) y momificados. Asimismo se registraron los posibles problemas durante el parto anotando tan solo si se precisó intervención manual.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante el procedimiento GLM type III y GENMOD del paquete estadístico SAS® (versión 9.3, SAS Institute; Cary, USA). Todas las variables dependientes fueron analizadas teniendo en cuenta la cerda como unidad experimental. La

normalidad de las variables fue comprobada mediante el test estadístico de Shapiro-Wilk. La significación estadística fue fijada en una probabilidad $P \leq 0,05$ y la tendencia en $P \leq 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico no mostró interacción entre los grupos de edad y el nivel de suplementación en ningún parámetro productivo a estudio, por lo que tan solo se presentan los resultados relativos al nivel de alimentación (Tabla 1). Como era de prever, la suplementación al final de la gestación supuso un aumento significativo de la cantidad de pienso ingerida equivalente al 13,8 y 29,7% para los tratamientos +0,5 y +1,0, respectivamente.

La duración de la gestación no se vio afectada por el nivel de alimentación (Tabla 1). Tampoco se observó efecto alguno sobre NT o NV, si bien las cerdas que fueron sobrealimentadas con 1,0 kg extra por día mostraron partos un 32% más largos ($p=0,022$) y precisaron de una mayor atención al parto ($p=0,011$, tabla 2). De hecho el nivel +1,0 dio lugar a un mayor número de NM (1,04 vs. 0,87), aunque las diferencias fueron solamente numéricas. Por otra parte, la suplementación con +0,5 kg diarios (Tabla 1) aumentó el peso vivo medio de los lechones NT y NV en aproximadamente 100g (alrededor del 6%; $p=0,336$); si bien la diferencia no es significativa, una variación media similar de peso al nacimiento (110 g, 7%) entre las cerdas jóvenes y las múltiparas sí alcanzó significación ($p=0,046$), probablemente como consecuencia del mayor número de observaciones y a diferencias en la dispersión de pesos dentro de la camada (70 g menos de desviación estándar en las jóvenes) ($p=0,002$).

Por lo que se refiere a la atención al parto (Tabla 2) es de destacar que, en global, las cerdas múltiparas tendieron a precisar más atención que las jóvenes ($p=0,094$) y que la atención de las cerdas jóvenes se centró exclusivamente en el nivel más alto de suplementación (+1,0 kg/d) ($p=0,01$); mientras que para las múltiparas también se asistieron partos en los grupos STD y +0,5 kg/d, mostrando una tendencia a la interacción ($p=0,10$).

En definitiva, el resultado de suplementar al final de gestación dependerá del nivel de ingesta de partida, que en nuestro caso fue de 2,5 y 2,1 kg/d para las cerdas jóvenes y múltiparas, respectivamente. Con niveles iniciales moderados se puede esperar incluso mejoras significativas del peso vivo al nacimiento de los lechones, pero cuando se parte de niveles suficientes o altos, la respuesta suele acompañarse de dificultades al parto y más NM. La suplementación excesiva, además de ser una pérdida económica en pienso, da lugar a un excesivo engrasamiento de las cerdas que conlleva más dificultades al parto y un menor consumo de pienso en lactación, como observaron Shelton et al. (2009).

En conclusión, nuestros resultados sugieren que la suplementación con +0,5 kg/d no empeoró los resultados productivos e incluso aumentó en 100 g el peso vivo medio al nacimiento de los lechones. Por el contrario añadir 1,0 kg/d no mejoró el peso vivo medio al nacimiento más allá del efecto de suplementar 0,5 kg/d y aumentó drásticamente la necesidad de atención al parto de las cerdas jóvenes y dio lugar a un mayor número, no significativo, de lechones nacidos muertos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, P.H.R.F. 2012 *Animal*, 6(5) 797–806.
- Oliviero, C. 2010 *Anim. Reprod. Sci.* 119: 85–91.
- Filha, A.W.S. 2010 *Anim. Reprod. Sci.* 121: 139–144.
- Quesnerl, H. 2008 *Animal* 2(12) 1842–1849.
- Shelton, N.W. 2009 *Day Swine*.

Agradecimientos: A la ganadería porcina Camarasa Potrony S.L, el conjunto de la Agropecuària d'Artesa de Segre S.C.C.L y especialmente en memoria de Joan Fornós.

Tabla 1. Efecto del nivel de alimentación¹ al final de la gestación sobre la duración de la gestación, el parto y los lechones nacidos

	STD	+0,5	+1,0	RMSE	P-valor
Nº cerdas	28	28	29		
Ingestión 90-111 de gestación (g/kg PV ^{0,75} /d)	49,1 _c	55,9 _b	63,7 _a	6,24	<0,001
Duración gestación	115,1	114,9	114,7	0,74	0,324
Duración parto	3,13 _{ab}	2,80 _b	3,70 _a	1,203	0,022
Nacidos Vivos y Muertos (NV+NM)	12,97	12,51	12,75	3,018	0,841
Nacidos Muertos (NM)	0,87	0,86	1,04	1,052	0,774
PV medio NV+NM (kg)	1,65	1,75	1,72	0,257	0,336
PV medio NV (kg)	1,67	1,76	1,74	0,259	0,349

¹ Nivel de alimentación (STD: estándar, +0,5:+0,5 kg, +1,0:+1,0 kg). Valores con superíndices ^{a, b, c} distintos en la misma fila son estadísticamente significativos $p < 0,05$.

Tabla 2. Porcentaje de cerdas asistidas durante parto dependiendo de la paridad (Jóvenes vs. Múltiparas) y del nivel de alimentación (STD, +0,5 y +1,0 kg/día) ofrecido durante las últimas tres semanas de gestación

% (nº muestra)	STD	+0,5	+1,0	Total
Jóvenes; 1º y 2º parto %	0 (14)	0(13)	31(13)	8(40) ^x
Múltiparas %	14(14)	7(15)	19 (16)	14(45) ^y
Total	7(28) ^a	4(28) ^a	24(29) ^b	10(85)

* El nivel de alimentación influyó significativamente (^{a,b} $p = 0,011$) a la asistencia al parto; y la paridad de las cerdas mostró una tendencia (^{x,y} $p = 0,094$).

EFFECT OF INCREASING THE FEED INTAKE AT LATE GESTATION ON FARROWING DURATION AND PERFORMANCE IN SOWS

ABSTRACT: The modern sow, is associated with a greater number of piglets born alive and in many cases, smaller piglet weight at birth in average plus greater heterogeneity; factors associated with increased pre-weaning mortality. The aim of this study was to evaluate the effect of increasing the feeding level of the three last weeks of gestation; on the productive performance at farrowing, its duration and potential difficulties. The study was conducted in a commercial farm with 85 sows, divided into two homogeneous groups: "young" (gilts and 1st parity) and "multi-parity" sows (2nd to 6th parity), over four chronological weeks. The sows followed the farm feeding protocol based on recovering their body condition (BC) (0-35 d) and their respective gestation feeding curve (35-90 d). Thereafter, three balanced subgroups were fed differently for the last three gestation weeks regarding the feeding level: one following the protocol of the farm (STD) and the other two subgroups, supplemented with 0.5 and 1,0 kg/d. The results suggest that supplementation with 0,5 kg/d did not worsen the productive parameters and even increased by 100 g the average weight of the live piglets at birth. Besides, adding 1,0 kg/d did not improve the weight at birth beyond supplementing at 0,5 kg/d; nevertheless, it dramatically increased farrowing duration (32%) ($p = 0,022$), the need for assistance ($p = 0,011$), and the number of stillborns.

Keywords: sows, feed intake, gestation, farrowing.

EMPLEO DE ALBERJÓN (*Vicia narbonensis*) Y GUISANTE (*Pisum sativum*) COMO FUENTES PROTEICAS EN DIETAS PARA LECHONES EN TRANSICIÓN. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Gómez-Fernández¹, J., De Mercado¹, E., Tomás¹, C., Múzquiz², M., Guillamón², E., Varela², A., Martín², M., López-Nuez³, P. y Gómez-Izquierdo¹, E.

¹ Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Hontalbilla, Segovia

² Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA), Madrid-Soria

³ Copiso Soria Sociedad Cooperativa, Soria
gomizqem@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

La evolución del mercado agroganadero en los últimos años confirma la fragilidad de las materias primas en la UE y más concretamente en España. Costes elevados, dependencia externa, desabastecimiento, son situaciones asociadas a las fuentes proteicas, que con un protagonismo especial en el caso de la soja, se importan de terceros países (Gómez-Limón et al., 2007; USDA, 2014). Sin embargo, en el ámbito científico-técnico se insiste en la extraordinaria importancia del cultivo e inclusión de las legumbres autóctonas como materia prima en alimentación de animales monogástricos (García et al., 2006; Mateos et al., 2008). Niveles del 20 al 30% de proteína son normales (según género y variedad), con porcentajes aceptables de lisina, fibra de buena calidad y valor energético similar al de los cereales. Es el caso de los guisantes (*Pisum sativum*) con variedades de invierno de mayor rendimiento agronómico que los de primavera, y no siempre niveles más elevados de inhibidores de proteasas (IP), el factor antinutritivo (FAN) más relevante de esta proteaginoso (Múzquiz, 2012). Por otro lado, existen otras leguminosas locales adaptadas a condiciones ambientales extremas y resistentes a plagas y enfermedades, de las que no se dispone de suficientes datos prácticos en alimentación de ganado porcino. Sería el caso del alberjón (*Vicia narbonensis*), con una cantidad de proteína y aminoácidos limitantes más favorables que los guisantes (Hadjipanayiotou y Economides, 2001), y un FAN, el dipéptido γ -Glutamil-S-Etenil-Cisteína (GEC), que a niveles elevados disminuye la palatabilidad del pienso (Enneking, 1995; Gómez-Fernández et al., 2013). El objetivo del estudio fue reemplazar parcialmente soja por alberjón y la variedad Chicarrón de guisante de invierno, sin tratamientos previos, en un pienso único durante la fase de transición, comparando los resultados productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 144 lechones (50% machos castrados y 50% hembras), con un peso inicial de $7,08 \pm 0,16$ kg, (28 ± 2 días de edad) y genética PIC-L65 x (Large White x Landrace). Los animales, identificados previamente, se agruparon en función del peso inicial y el sexo: machos castrados y hembras, en cuatro salas, con 6 departamentos de $3,75$ m² cada uno (réplica con 6 cerdos; $0,62$ m²/cerdo), tolva de seis bocas y bebedero de chupete. El diseño fue al azar con 3 tratamientos dietéticos isonutritivos (8 réplicas de cada uno; 12 por sexo), que diferían en las fuentes proteicas (Tabla 1): Cont, control; P-Alb, 5% de alberjón y P-Gui, 24% de guisante Chicarrón. El pienso se suministró *ad libitum* y en gránulo de 2,5 mm. Se controló el consumo medio diario (CMD), la ganancia media diaria (GMD) y el índice de conversión (IC) a los 42 y 64 días de edad en cada réplica. La actividad de inhibidores de tripsina (IT; Tabla 1) se estimó por el método de Kakade et al. (1974), modificado por Grant et al. (1995) y Múzquiz et al. (2004), usando BAPNA (N α -benzoil-DL-arginina-P-nitroanilida) como sustrato. En el caso de los inhibidores de quimotripsina, se empleó el método de Sathe y Salunkhe (1981) usando BTEE (N-Benzoyl-Tyrosine-Ethyl Esther) como sustrato. El GEC se valoró exclusivamente en alberjones, con la técnica de Sánchez-Vioque et al. (2011). Los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG del SAS[®] 9.1 (2004), siendo el pienso y el sexo los efectos principales 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: $Y_{ijk} = \mu + \text{Pienso}_i + \text{Sexo}_j + \alpha P_0 + \epsilon_{ijk}$, donde: Y: variable productiva (GMD, CMD e IC), μ : media general, α : coeficiente de regresión parcial entre P₀ e Y, P₀: peso inicial covariable y ϵ : error residual. Las medias se compararon con un t-test, ajustándose por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase preáster (28 a 42 días de edad), los resultados productivos no variaron entre tratamientos, sin embargo, en la fase áster (42 a 64 días de vida), los cerdos que consumieron P-Gui presentaron una mejora significativa de GMD y de IC ($P<0,05$; Tabla 2). Considerando el periodo global, GMD e IC fueron más favorables en los cerdos de la dieta P-Gui ($P<0,05$), a expensas de un mismo consumo. Los IP analizados tanto de tripsina como de quimotripsina, aunque más altos en P-Alb y en P-Gui, no interfirieron en los resultados. No hay prácticamente información del empleo de alberjones en cerdos de primeras edades, y la existente sobre tolerancia de IP en cerdos durante la fase preáster, en muchos casos es incompleta, bien sea por la ausencia de analíticas de los IP en los guisantes empleados, en el pienso o en ambos (Grosjean et al., 1997; Stein y Peters, 2008). Sin embargo, Brooks et al. (2009) encontraron mejores resultados en GMD y CMD ($P<0,01$) en preáster con un 20% de guisante primavera comparado con un control de soja. No se observaron diferencias productivas debidas al sexo. Bajo nuestras condiciones experimentales, concluimos que los lechones durante la fase de transición (28 a 64 días de edad), toleran dietas con un 5% de alberjones y mejoran el rendimiento con un 24,7% de guisante de invierno Chicarrón y niveles de IT que triplican el de un control con soja, en ambos casos sustituyendo parcialmente la harina de soja 47 de la dieta.

Tabla 1. Composición de los piensos experimentales y leguminosas (% en materia fresca)

Ingredientes	Piensos			Leguminosas ¹	
	Control	Alberjón	Guisante	Alberjón	Guisante
Trigo	29,6	24,7	24,8		
Maíz	24,7	24,9	16,5		
Cebada	12,8	14,8	10,8		
Harina de soja 47%PB	21,5	19,8	12,1		
Alberjón	-	5,0	-		
Guisante Chicarrón	-	-	24,7		
Grasa mezcla 3/5	3,4	3,4	3,4		
Proteína de patata 75%PB	2,9	2,5	2,5		
Otros ²	5,1	5,9	5,2		
Nutrientes	Análisis calculado			Análisis determinado	
Humedad	11,1	11,1	10,7	11,6	10,4
Proteína bruta	19,1	19,0	19,0	26,5	21,6
Grasa bruta	5,5	5,5	5,2	1,5	1,1
Fibra bruta	2,8	3,3	3,4	8,2	5,3
Cenizas	6,1	6,2	6,0	3,5	2,4
Lisina	1,2	1,2	1,2	1,6	1,5
Energía neta (Kcal/kg)	2,450	2,450	2,450	-	-
Factores antinutritivos					
UTI ³	0,46	0,50	1,50	5,50	9,94
UCI ⁴	1,37	1,40	1,79	5,41	12,22
GEC ⁵	-	-	-	1,52	

¹Alberjón 220; guisante Chicarrón. ²Incluye minerales, vitaminas y aminoácidos industriales. ³Unidades de Tripsina Inhibidalmg de pienso. ⁴Unidades de Quimotripsina Inhibidalmg de pienso. ⁵ γ -Glutamyl-S-Etenil-Cisteína, %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brooks et al., 2009. Prof. Anim. Sci. 25, 17-25.
- Enneking, D. 1995. PhD thesis, University Adelaide.
- García et al., 2006. A. E. Leguminosas pp, 73-80.
- Gómez-Limón et al., 2007. ISBN-10: 84-931891-3-8.
- Gómez-Fernández et al., 2013. AIDA, Vol. 1: 135-137.
- Grant et al., 1995. Br. J. Nutr. 73: 17-29.
- Grosjean et al., 1997. Jour. Rech. Por. France 29: 197-204.
- Hadjipanayiotou & Economides. 2001. Liv. Res. Rural Dev. 13 (6).
- Kakade et al., 1974. Cereal Chem. 51: 376-382.
- Mateos et al., 2008. A. E. Leguminosas.
- Múzquiz, M. 2012. A. E. Leguminosas.
- Múzquiz et al., 2004. J. Sci.Food Agric. 84: 556-560.
- Sánchez-Vioque et al., 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 165: 125-130.
- SAS Institute, 2004.
- Sathe & Salunkhe, 1981. J. Food Sci. 46: 626-629.
- Stein & Peters, 2008. J. Anim. Sci. 86, E-Suppl. 2.
- USDA, 2014. World Agri. Supply Demand Estimates 2012-2013.

Agradecimientos: Al Dr. Marcelino de los Mozos, del Centro de Investigación Agraria de Albaladejito (Cuenca) por la valiosa asistencia técnica en los análisis de GEC. Este trabajo ha sido financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2010-0284) y la Agencia de Inversiones y Servicios de Castilla y León (04-09-SO-0013).

Tabla 2. Resultados productivos de los lechones.

Variables ¹	Pienso ² (n=8)					Sexo ² (n=12)			
	Cont	P-Alb	P-Gui	EEM ²	P ³	MC	H	EEM	P ³
Fase prestárter									
CMD	344	351	358	8	ns	337	356	9	ns
GMD	268	282	284	8	ns	255	278	9	ns
IC	1,29	1,25	1,26	0,024	ns	1,33	1,29	28	ns
Fase estárter									
CMD	820	838	854	16	ns	815	854	18	ns
GMD	502 ^b	504 ^b	554 ^a	11	**	513	496	14	ns
IC	1,64 ^a	1,66 ^a	1,54 ^b	0,025	*	1,61	1,70	0,029	ns
Fase global									
CMD	635	648	661	9	ns	629	661	12	ns
GMD	411 ^b	418 ^b	449 ^a	8	*	413	411	11	ns
IC	1,55 ^a	1,55 ^a	1,47 ^b	0,021	*	1,55	1,59	0,025	ns
P0 (kg)	7,11	7,03	7,07	covariable		7,21	6,94	covariable	
P1 (kg)	10,83	11,02	11,05	0,113	ns	10,65	10,96	0,134	ns
P2 (kg)	21,88 ^b	22,10 ^b	23,24 ^a	0,322	*	21,93	21,87	0,379	ns

¹ P0: peso inicial, covariable; P1: peso final prestárter; P2: peso final estárter; CMD: g de consumo medio diario; GMD: g de ganancia media diaria; IC: g/g de índice de conversión. ² Cont: control; P-Alb: 5% de alberjón; P-Gui: 24% de guisante Chicarrón. ³ MC: machos castrados; H: hembras. ⁴ P: significación estadística: ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,01. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas.

USE OF NARBON VETCH (*Vicia narbonensis*) AND PEA (*Pisum sativum*) AS PROTEIN SOURCES IN DIETS FOR PIGLETS. PRODUCTIVE PERFORMANCES

ABSTRACT: A total of one hundred forty-four crossbred pigs PIC-L65 x (Large White x Landrace) with an initial BW of 7.08 ± 0.16 kg (28 ± 2 days of age) were used to assess the substitution of soybean meal (SBM) by pea (*Pisum sativum*) or narbon vetch (*Vicia narbonensis*). There were three experimental diets (24 total replicas and six pigs per replicate) with gilts and barrows, and the same levels of energy and protein: 1) 21.5% soybean meal 47 (SBM); 2) 5% narbon vetch + 19.8% SBM and 3) 24% winter pea Chicarrón + 12.1% SBM. We evaluated the effect of anti-nutritional factors: protease inhibitors in pea and narbon vetch (trypsin, TIU; chymotrypsin, CIU), and the dipeptide γ-Glutamyl-S-Ethényl-Cysteine in narbon vetch. In the overall period (28 to 64 days of age) pigs fed with diet 3) improved ADG and FCR (P<0.05) without changing the ADFI. The piglets fed with diets 1) and 2) had the same productive results. There were no significant differences due to sex. We conclude that, in our experimental conditions, the piglets during the transition phase (28-64 days of age) tolerated diets with 5% of narbon vetch and improve performance with 24.7% of winter pea Chicarrón and levels of TIU three times higher than a control diet, substituting partially SBM of diet.

Keywords: piglets, narbon vetch, pea, antinutritional factors.

PREDICCIÓN DEL PESO DE CANAL Y PIEZAS NOBLES EN CERDOS GRASOS ALIMENTADOS CON ALBERJONES EN DISTINTOS PORCENTAJES

De Mercado¹, E., Gómez-Fernández¹, J., Tomás¹, C., Múzquiz², M., Guillamón², E., Varela², A., Martín², M., López-Nuez³, P. y Gómez-Izquierdo¹, E.

¹ Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla, Segovia

² Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA), Madrid

³ Copiso Soria Sociedad Cooperativa
gomizqem@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

Los alberjones (*Vicia narbonensis*) (Alb) son leguminosas de grano originarias de la cuenca mediterránea clasificadas por la UE como cultivos menores ("minor crops") (Reglamento UE, 73/2009, de 19 de enero). Sin embargo, su adaptación a condiciones adversas, resistencia a patologías y rendimiento agronómico los hace especialmente interesantes (Franco Jubete, 1996; Fırınciođlu et al., 2012). Nutricionalmente muestran niveles elevados de proteína y de aminoácidos esenciales, principalmente de azufrados (Tate y Enneking, 2006), y contienen un factor antinutritivo (FAN) limitante para su inclusión en dietas de porcino, el dipéptido γ -Glutamil-S-Etenil-Cisteína (GEC), presente en los cotiledones, que transmite un sabor azufrado al pienso, afectando negativamente a la palatabilidad (Enneking, 1995). Hay muy pocas referencias de su utilización y, además, difieren cuando indican qué niveles son los tolerables para evitar pérdidas de rendimiento debido a las distintas cantidades de GEC presente en cada variedad, con rangos de 0,4 a 3,8%, influyendo las condiciones del cultivo y la composición en azufre del suelo (Enneking y Wink, 2000; Arias-Royo et al., 2006).

El objetivo del estudio, ha sido la obtención de ecuaciones predictivas de rendimiento de canal y piezas nobles (jamón, paleta y chuletero) según el consumo de Alb y de GEC en cerdos grasos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los procedimientos empleados en el ensayo respetaron la normativa sobre protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos reflejada en el BOE (2013). Se emplearon 192 cerdos (machos castrados) que iniciaron el ensayo con 61 días de edad ($20,9 \pm 1,39$ kg), finalizando con 171 días de edad ($114 \pm 5,49$ kg). Los animales fueron alojados en cuatro salas, provistas con 12 departamentos por sala y cuatro cerdos por departamento ($1,40$ m² por cerdo) con cama de paja, tolva tipo holandés y un bebedero de chupete. Las condiciones ambientales se controlaron automáticamente durante todo el periodo experimental, siendo la temperatura de 20 ± 2 °C y la humedad relativa de $55 \pm 20\%$. El diseño fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos según el porcentaje de inclusión de Alb en el pienso: 0%, 5%, 15%, 25%; con cuatro bloques (salas), ocho réplicas por tratamiento y cuatro cerdos por réplica. Los piensos (Tabla 1) fueron isoproteicos e isoenergéticos y se administraron *ad libitum* en gránulo de 4 mm. La cantidad de GEC se valoró con la técnica de Sánchez-Vioque et al. (2011).

El sacrificio se llevó a cabo en un matadero industrial (INCARLOPSA, Cuenca), con un ayuno previo de 12 horas, siendo aturridos en túnel de CO₂ (85% durante 45"), sangrados y faenados posteriormente. La canal se pesó en caliente y el despiece se realizó a las 24 h.

Los datos productivos se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG del SAS (2004), siendo el pienso el efecto principal y el peso inicial la covariable. Se realizó un análisis de covarianza con el siguiente modelo: $Y_{ij} = \mu + \text{Pienso}_i + \varepsilon_{ij}$, donde: Y: variable productiva (pesos, datos de canal y de jamón, paleta y chuletero), μ : media general y ε : error residual. Se obtuvieron ecuaciones de regresión polinomial con estructura cúbica que relacionaron el peso y rendimiento de canal, jamón, paleta y chuletero con la ingesta diaria de Alb (0 a 25%) y de GEC (0 a 12 g/día) (Tablas 2 y 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de GEC en los alberjones varía de 0,4 a 3,8% (Enneking y Wink, 2000), siendo de 1,52% en la variedad del ensayo. Aunque los resultados no se muestran en esta comunicación, los animales que consumieron las dietas con más del 5% de Alb fueron empeorando progresivamente los resultados productivos (consumo, ganancia de peso y conversión; $P < 0,05$). Al final del ensayo, con 171 días de edad, los pesos de los cerdos de los

tratamientos con 0 y 5% Alb se igualaron, empeorando los alimentados con los piensos 15 y 25% Alb (123,20 y 127,89 vs 112,41 vs 93,46 kg, respectivamente; $P < 0,05$). En un ensayo realizado en condiciones similares, niveles del 10% de Alb y 43% de guisante en el pienso empeoraron los datos productivos (Gómez-Fernández et al., 2013). El mayor peso de los animales alimentados con los piensos 0% y 5% condicionó el peso de canal y de piezas nobles, disminuyendo con niveles de Alb por encima del 5% y, lógicamente, con el aumento de GEC. Sucedió lo mismo con el rendimiento de canal, no así con el de piezas nobles, que presentaron una relación inversa con el peso de sacrificio ($P < 0,05$). Se calcularon diferentes ecuaciones predictivas relacionando variables dependientes (peso y rendimiento de canal, jamón, paleta y chuletero) con el consumo de Alb y GEC, obteniéndose los mejores valores de R^2 (y más bajos de desviación residual estándar) con funciones cúbicas. El porcentaje de inclusión de Alb y el consumo diario de GEC, exceptuando el peso y rendimiento de chuletero (48%), explicaron más del 50% de la variación obtenida en el peso y rendimiento de canal, jamón y paleta. Concluimos que a partir de la cantidad de Alb y de GEC en la dieta es posible estimar el peso y rendimiento de la canal y piezas nobles de cerdos grasos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Arias-Royo et al. 2006. Grain Legumes N°. 47–3er cuartil. • BOE. 2013. Boletín Oficial del Estado 34: 11370-11421. • Enneking, D. 1995. Tesis Doctoral, Universidad de Adelaida, Australia. • Enneking & Wink. 2000. Curr. Plant Sci. Biotechnol. Agric. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London pp. 375-384. • Franco-Jubete, F. 1996. Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. • Firincioğlu et al. 2012. Span. J. Agric. Res., 10(2): 430-442. • Gómez-Fernández et al. 2013. AIDA, 1: 135-137. • Reglamento UE, 73/2009, de 19 de enero. • Sánchez-Vioque et al. 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 165: 125-130. • SAS. 2004. Statistical Analysis System Institute® 9.1. • Tate & Enneking, 2006. Grain Legumes N°. 47 – 3er cuartil.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Dr. Marcelino de los Mozos del Centro de Investigación Agraria de Albaladejito (Cuenca), la valiosa colaboración y asistencia técnica en los análisis de GEC. Este trabajo ha sido financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2010-0284) y la Agencia de Inversiones y Servicios de Castilla y León (04-09-SO-0013).

Tabla 1. Ingredientes principales y análisis calculado de las dietas experimentales (en % de materia fresca).

Ingredientes	Estárter (60-82 d)				Crecimiento (83-110 d)				Cebo (111-152 d)				Acabado (153-171 d)			
	0%	5%	15%	25%	0%	5%	15%	25%	0%	5%	15%	25%	0%	5%	15%	25%
Soja 47	12,5	10,7	8,2	6,2	15,5	13,7	10,3	8,3	10,9	9,2	5,7	2,3	8,7	6,9	3,3	0,2
Alberjón	-	5,0	15,0	25,0	-	5,0	15,0	25,0	-	5,0	15,0	25,0	-	5,0	15,0	25,0
Cebada	45,9	43,0	35,9	28,2	52,6	49,7	43,4	35,6	57,8	54,7	48,6	42,3	60,6	57,6	51,6	44,8
Trigo	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
SE ¹	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros ²	12,6	12,3	11,9	11,6	7,9	7,6	7,3	7,1	7,3	7,1	6,7	6,4	6,7	6,5	6,1	6
Análisis calculado³																
MS	90,1	89,8	89,7	89,7	91,4	91,0	91,0	90,8	91,0	90,8	91,3	90,7	90,8	90,0	90,5	90,6
Cenizas	6,5	5,5	5,4	5,8	4,23	4,74	5,26	4,51	3,59	3,69	4,37	3,67	4,21	3,67	3,78	3,60
PB	18,9	18,1	18	18,3	14,8	14,8	14,7	14,9	14,5	14,3	14,4	14,1	13,0	12,8	12,9	12,8
GB	5,3	5,2	5,5	5,2	4,80	5,20	4,15	5,00	4,43	4,79	4,67	4,29	4,83	4,58	4,68	4,62
EN	2,45	2,44	2,44	2,45	2,44	2,45	2,44	2,45	2,45	2,44	2,45	2,44	2,44	2,44	2,44	2,45

¹ SE: soja extrusionada.

² Otros: grasa mezcla (3,2%), compuestos vitamínico-minerales y aminoácidos sintéticos.

³ MS: materia seca; PB: proteína bruta; GB: grasa bruta; EN: energía neta (Mcal/kg).

Tabla 2. Ecuaciones relacionando pesos (kg) y rendimientos (%) de canal y piezas nobles con el consumo medio diario (kg/d) de alberjones (Alb) durante todo el engorde (60 a 171 días de edad).

Ecuaciones de regresión	R ^{2a}	DRE ^b	P ^c
Peso canal = 92,89 + (105,74 * Alb) – (737,74 * Alb ²) + (888,58 * Alb ³)	0,56	8,96	**
Peso jamón = 12,44 + (12,46 * Alb) – (87,01 * Alb ²) + (104,85 * Alb ³)	0,56	1,05	**
Peso chuletero = 5,66 + (6,30 * Alb) – (43,93 * Alb ²) + (52,88 * Alb ³)	0,56	0,53	**
Peso paleta = 6,97 + (8,28 * Alb) – (57,78 * Alb ²) + (69,57 * Alb ³)	0,56	0,70	**
Rto. canal = 75,39 + (11,12 * Alb) – (79,13 * Alb ²) + (97,10 * Alb ³)	0,52	1,00	*
Rto. jamón = 26,80 - (4,92 * Alb) + (35,01 * Alb ²) - (42,96 * Alb ³)	0,52	0,45	*
Rto. chuletero = 12,18 - (0,42 * Alb) + (3,13 * Alb ²) - (3,94 * Alb ³)	0,48	0,04	*
Rto. paleta = 15,01 + (1,01 * Alb) - (7,12 * Alb ²) + (8,70 * Alb ³)	0,52	0,09	*

^aCoefficiente de determinación. ^bDesviación residual estándar. ^cSignificación: * P<0,05, ** P<0,01.

Tabla 3. Ecuaciones relacionando pesos (kg) y rendimientos (%) de canal y piezas nobles con el consumo medio diario (g/d) de γ-Glutamil-S-Etenil-Cisteína (GEC) durante todo el engorde (60 a 171 días de edad).

Ecuaciones de regresión	R ^{2a}	DRE ^b	P ^c
Peso canal = 92,89 + (6,9466 * GEC) – (3,19 * GEC ²) + (0,2527 * GEC ³)	0,56	8,96	**
Peso jamón = 12,44 + (0,8186 * GEC) – (0,38 * GEC ²) + (0,0298 * GEC ³)	0,56	1,05	**
Peso chuletero = 5,66 + (0,4141 * GEC) – (0,19 * GEC ²) + (0,0150 * GEC ³)	0,56	0,53	**
Peso paleta = 6,97 + (0,5443 * GEC) – (0,25 * GEC ²) + (0,0198 * GEC ³)	0,56	0,70	**
Rto. canal = 75,39 + (0,73 * GEC) – (0,34 * GEC ²) + (0,0276 * GEC ³)	0,52	1,00	*
Rto. jamón = 26,80 - (0,32 * GEC) + (0,15 * GEC ²) - (0,0122 * GEC ³)	0,52	0,45	*
Rto. chuletero = 12,18 - (0,03 * GEC) + (0,01 * GEC ²) - (0,0011 * GEC ³)	0,48	0,04	*
Rto. paleta = 15,01 + (0,07 * GEC) – (0,03 * GEC ²) + (0,0024 * GEC ³)	0,52	0,09	*

^aCoefficiente de determinación. ^bDesviación residual estándar. ^cSignificación: * P<0,05, ** P<0,01.

PREDICTION OF CARCASS QUALITY AND MAIN LEAN CUTS OF HEAVY PIGS FED WITH DIFFERENTS PERCENTAGES OF NARBON VETCH.

ABSTRACT: A total of 192 barrows og 171 days of age (114 ± 5.49 kg) were used to assess four diets with differents levels of narbon vetch (NV) and establish the predictive equations relating the daily feed intake of NV and GEC with weight and yield of carcass, ham, shoulder and loin chop. The experimental animals were housed in four rooms with 12 pens for room and four pigs in each. The design was a randomized complete block with four treatments at the rate of NV inclusion in the feed: 0%, 5%, 15%, 25%; with four blocks, eight replicates per treatment and four pigs per replicate (1.40 m² per pig). Previous fasting for 12 hours pigs were stunned in chamber carbon dioxide with a minimum concentration of 80% for 45 min, exsanguinated, skinned, and eviscerated. Hot carcass weight was individually recorded and used to calculate yield percentage of ham, shoulder and loin chop. Were determined polynomial regression equations with cubic structure, relating the weight and performance of carcass, ham, shoulder and loin chop with the average daily intake of NV (0-25%) and GEC (0-12 g).The percentage of NV inclusion and the daily consumption of GEC, except loin chop weight and yield (48%), explained more than 50% of the variation obtained in weight and yield of carcass, ham and shoulder. We conclude that the amount of NV and GEC in the diet is a possible way to estimate the weight and yield of carcass and main lean cuts of fatty pigs.

Keywords: pigs, narbon vetch, antinutritional factors, GEC.

EMPLEO DE GARBANZO NEGRO (*Cicer arietinum*) EN DIETAS PARA CERDOS DE CEBO. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

De Mercado¹, E., Gómez-Fernández¹, J., Tomás¹, C., Múzquiz², M., Guillamón², E., Varela², A., Martín², M., López-Nuez³, P. y Gómez-Izquierdo¹, E.

¹ Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL. Ctra. Riaza-Toro s/n, 40353 Hontalbilla, Segovia

² Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA), Madrid-Soria

³ Copiso Soria Sociedad Cooperativa, Soria

gomizqem@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

La producción de ganado porcino en España superó en 2013 los 41 millones de cerdos, que suponen un consumo de pienso cercano a 9 millones de toneladas (MAGRAMA, 2014). Aproximadamente un 20% de esa cantidad, la base proteica de la dieta, procede de soja en diferentes presentaciones, que importamos de Argentina, EEUU y Brasil (FEFAC, 2014), siendo prioritario la utilización de otras fuentes de proteína autóctona que minimicen la inestabilidad del mercado de la soja (García et al., 2006). El garbanzo (*Cicer arietinum*) de color blanco, tipo Kabuli, es una leguminosa de grano que se utiliza exclusivamente en alimentación humana. Sin embargo las variedades Elite, Tizón y Elf, del tipo Desi, es decir, de semilla negra, además de ser productivas, muy rústicas y resistentes a patologías (Rodríguez-Cachón et al., 2010) son una posible alternativa para la alimentación de cerdos. Nutricionalmente poseen porcentajes de proteína superiores al 18%, un perfil de aminoácidos similar al de los guisantes, más grasa y niveles medio-altos de inhibidores de proteasas (Múzquiz, 2012; ITACyL, INIA, 2014, datos no publicados). El objetivo del estudio fue reemplazar parcialmente soja por garbanzo negro, sin tratamientos previos, para valorar el rendimiento productivo durante el engorde de cerdos grasos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los procedimientos empleados en el ensayo respetaron la normativa sobre protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos reflejada en el BOE (2013). Se utilizaron un total de 192 lechones (50% machos castrados y 50% hembras), de cruce híbrido comercial x (Large White x Landrace), de $21,8 \pm 2,83$ kg de peso vivo (PV) y 67 días de edad. Los animales se agruparon en función del PV inicial y sexo en cuatro salas, con 12 departamentos de 5,49 m² cada uno (réplica con 4 cerdos), tolva tipo holandés y bebedero de chupete. El diseño fue al azar con 8 tratamientos (factorial pienso x sexo), con 4 piensos isonutritivos que diferían en el porcentaje de garbanzo negro (GN) (Tabla 1): 0% (A), 5% (B), 10% (C) y 20% (D). El pienso se suministró *ad libitum* y en gránulo de 2,5 mm. Se estudiaron los rendimientos productivos: ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD) e índice de conversión (IC). La actividad de inhibidores de tripsina se valoró con el método de Múzquiz et al. (2004), usando BAPNA (N α -benzoil-DL-arginina-P-nitroanilida) como sustrato. En el caso de los inhibidores de quimotripsina, se empleó el método de Sathe y Salunkhe (1981) usando BTEE (N-Benzoyl-Tyrosine-Ethyl Esther) como sustrato. Los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM y REG del SAS® 9.1 (2004), siendo el pienso y el sexo los efectos principales y el PV inicial la covariable. Las medias se compararon con un *t*-test, ajustándose por mínimos cuadrados. Se determinaron los contrastes ortogonales para comparar el efecto de la presencia o no de GN y de las distintas cantidades del mismo en la dieta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El GN es una leguminosa que no se utiliza como materia prima en alimentación de ganado porcino debido a su baja disponibilidad y, en consecuencia, no existe demasiada información del efecto zootécnico de su presencia en piensos. Los resultados de inhibidores de tripsina y de quimotripsina de GN fueron elevados (12,70 UTI/mg y 11,38 UQI/mg, respectivamente), aunque la inclusión del 20% de GN en los piensos no afectó a los resultados productivos (Tabla 2). Por fases, hasta los 40 kg de PV medio, niveles del 10 y 20% de GN en el pienso empeoraron la GMD al disminuir el CMD. Batterham et al. (1993), con cerdos del mismo peso aproximadamente (20 a 50 kg), compararon una dieta con garbanzos (garbanzo negro descascarillado y blanco), y guandú (*Cajanus cajan*) frente a un

control de soja y, al contrario que en nuestro ensayo, no encontrar diferencias productivas. Sin embargo, animales con más edad toleraron perfectamente un porcentaje del 10% y del 20% compensando los resultados previos, no existiendo diferencias significativas globales (67 a 161 días de edad) en el CMD y GMD de los distintos tratamientos ($P>0,05$); el IC empeoró en los animales que consumieron el pienso con 10% de GN, sin que exista una explicación lógica, si tenemos en cuenta los resultados de los cerdos alimentados con el pienso de 20%. Los contrastes fueron significativos en las primeras fases debido, al igual que en la comparación de medias, a los piensos con 10 y 20% de GN ($P<0,05$). Con PVs más elevados se igualaron los resultados, sin diferencias significativas entre los animales que consumieron el 0% y el grupo de GN (contraste: A vs BCD; $P>0,05$). Machos castrados y hembras se comportaron igual hasta los 40 kg de PV medio ($P>0,05$). A partir de ese momento, los machos consumieron y crecieron más ($P<0,05$). Globalmente, los machos castrados consumieron (2,41 vs 2,2 kg) y crecieron significativamente más (996 vs 902 g) y con peor conversión ($P<0,05$). Son resultados habituales en cerdos de estas características, como se refleja en diferentes trabajos (Latorre, 2003; De Mercado et al., 2013). Podemos concluir que el garbanzo negro se puede utilizar como fuente proteica hasta niveles del 20% en engorde de cerdos grasos sin afectar significativamente al rendimiento productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Batterham et al. 1993. J. Sci. Food Agr. 61: 211–216. • BOE. 2013. Boletín Oficial del Estado 34: 11370-11421. • De Mercado, E. et al. 2013. 2013. AIDA, Vol 1: 171-173. • FEFAC, 2014. • García et al. 2006, AE Leguminosas pp. 73-80. • Latorre, M.A. Tesis Doctoral. 2003. Universidad Politécnica de Madrid. • MAGRAMA. 2014. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. • Múzquiz et al. 2004. J. Sci. Food Agr. 84, 556-560. • Rodríguez-Cachón et al. 2010. Actas del 5th International Food Legume Research Conference (IFLRC) & 7th European Conference on Grain Legumes (AEP). Antalya (Turquía). Pp. 258. • SAS Institute, 2004. • Sathe & Salunkhe, 1981. J. Food Sci. 46: 626-629.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2010-0284) y la Agencia de Inversiones y Servicios de Castilla y León (04-09-SO-0013).

Tabla 1. Composición y análisis calculado de los piensos experimentales (en % de materia fresca).

Ingredientes	Crecimiento (67-95 d)				Cebo (96-132 d)				Acabado (133-160 d)			
	0%	5%	10%	20%	0%	5%	10%	20%	0%	5%	10%	20%
Cebada	47,8	50,	47,4	41,1	35,1	34,24	21,0	21,2	40,1	26,0	30,6	39,2
Trigo	20,0	20,	20,0	20,0	4,1	25,00	25,0	25,1	29,8	30,0	30,0	30,0
Soja 47%PB	8,4	5,9	5,2	3,6	20,0	15,20	14,1	10,6	10,9	9,8	7,8	4,4
Soja extrusionada	8,2	8,8	7,9	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Garbanzo negro	-	5	10	20	-	5	10	20	-	5	10	20
Maíz	6,0	-	-	-	31,9	12,1	18,3	11,5	9,4	16,0	9,4	-
Grasa 3/5	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4
Cuartas 9/20	-	-	-	-	2,2	1,6	4,9	5,0	2,8	6,3	5,3	-
Pulpa remolacha	3,0	3,0	3,00	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros ¹	3,6	3,5	3,0	3,3	2,7	2,9	2,7	2,6	3,0	2,9	2,9	3,0
Análisis calculado												
Materia seca	89,9	90,	90,1	90,0	88,7	89,7	89,3	89,6	89,9	89,6	89,8	90,3
Proteína bruta	16,2	16,	16,4	16,5	16,6	16,5	16,6	16,9	14,7	14,8	14,9	15,1
Grasa bruta	6,1	6,5	6,6	6,71	6,36	6,1	6,5	6,8	5,9	6,3	6,4	6,0
Fibra bruta	4,2	4,4	4,4	4,5	3,50	3,5	3,5	3,7	3,5	3,5	3,6	3,7
Cenizas	4,5	4,4	4,4	4,2	4,70	4,5	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2
Lisina total	1,1	1,1	1,1	1,1	0,94	0,90	0,94	0,90	0,80	0,80	0,84	0,80

¹ Incluye minerales, vitaminas y aminoácidos industriales.

Tabla 2. Datos productivos por fases de lechones según el nivel de inclusión de garbanzo negro en la dieta.

Variables ¹	Piensos				EEM (n=4)	P ²	Contrastes		
	0% (A)	5% (B)	10%(C)	20% (D)			A vs BCD	B vs CD	C vs D
Crecimiento (67-95 d de edad)									
CMD	1.382 ^a	1.329 ^a	1.249 ^b	1.234 ^b	26	***	***	***	ns
GMD	738 ^a	706 ^a	632 ^b	590 ^b	17	***	***	***	†
IC	1,87 ^c	1,88 ^c	1,98 ^b	2,09 ^a	0,02	***	***	***	***
Cebo (96-132 d de edad)									
CMD	2.275	2.283	2.295	2.197	51	ns	ns	ns	ns
GMD	1.005	994	1.015	955	19	ns	ns	ns	*
IC	2,26	2,29	2,26	2,30	0,03	ns	ns	ns	ns
Acabado (133 -160 d de edad)									
CMD	3.223	3.154	3.368	3.222	78	ns	ns	ns	ns
GMD	1.143	1.206	1.162	1.239	29	ns	ns	ns	ns
IC	2,84 ^a	2,61 ^b	2,88 ^a	2,60 ^b	0,06	**	ns	†	**
Global (67-160 d de edad)									
CMD	2.292	2.259	2.321	2.188	46	ns	ns	ns	*
GMD	965	971	944	915	18	ns	ns	ns	ns
IC	2,38 ^b	2,33 ^b	2,46 ^a	2,39 ^{ab}	0,02	*	ns	**	†
PV (a 67 d)	21,86	21,79	21,83	21,78	covariable				
PV (a 95 d)	42,48 ^a	41,58 ^a	39,53 ^b	38,34 ^b	0,478	***	***	***	†
PV (a 132 d)	79,71 ^a	78,33 ^a	77,1 ^a	73,94 ^b	1,001	**	**	*	*
PV (a 160 d)	111,61	112,19	109,68	107,00	1,733	ns	ns	ns	ns

¹CMD: kg consumo medio diario, GMD: kg de ganancia media diaria, IC: kg/kg de conversión alimenticia. PV: peso vivo

²Nivel de significación: ns, no significativo, † P<0,010, * P<0,05, ** P<0,01*** P<0,001. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas.

THE USE OF BLACK CHICK-PEA (*Cicer arietinum*) IN DIETS FOR HEAVY PIGS. PRODUCTIVE PERFORMANCE

ABSTRACT: A total of one hundred ninety-two pigs commercial hybrids x (Large White x Landrace), gilts and barrows, with an initial body weight (BW) of 21.80 ± 2.83 kg (67 ± 2 days of age) were used to assess the substituting partially soybean meal (SBM) of diet by black chick-pea (BCP). The experimental animals were housed in four rooms with 12 pens for room and four pigs in each. The design was a randomized complete block with four isonutritious diets at the rate of BCP inclusion in the feed: 0%, 5%, 10%, 20%; with four blocks, twelve replicates per treatment and four pigs per replicate. By stages, to 40 kg BW, levels 10 and 20% of BCP in feedstuff worsened average daily gain (ADG) to reduce average daily feed intake (ADFI), but with increasing BW of pigs, BCP was well tolerated in a percentage of 10% and 20% offsetting the previous results, with no overall significant differences in ADFI and ADG of different treatments (P>0.05). The feed conversion ratio (FCR) in global period worsened in animals fed 10% BCP. Gilts and barrows showed the same performance to 40 kg BW (P>0.05). In the overall period, the ADFI and ADG of barrows was higher, with worst FCR (P<0.05). We conclude that the BCP can be used as a protein source to levels of 20% partially replacing soybean in heavy pigs, without significantly affecting the performance.

Keywords: heavy pigs, local legume, black chick-pea.

SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AGRO-ALIMENTARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS DE ENGORDE

Sol, C., Castillejos, L. y Gasa, J.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra 08193. Barcelona. mariacinta.sol@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El coste de producción animal ha mantenido una tendencia creciente en los últimos años debido principalmente al incremento del coste de las materias primas, siendo el pienso responsable del 74% del coste total de producción (SIP Consultors, 2013). Por ello, los productores siguen buscando fuentes alternativas que permitan reducir los costes de la alimentación. En este punto, se intenta buscar subproductos no convencionales procedentes de la industria agroalimentaria para ser revalorizados como nuevos ingredientes a utilizar en alimentación líquida, consiguiendo la reducción de los costes de producción (Moreau et al., 1992). La ventaja primordial de estos subproductos respecto a las materias primas convencionales es su bajo coste (Scholten et al., 2001), en algunos casos nulo, ya que para la industria llega a suponer un verdadero problema la destrucción del subproducto generado. Sin embargo, debido a la escasa información que existe respecto a estos subproductos, es necesario conocer sus características logísticas ya que pueden comportar una alta variabilidad en su composición química (Serena y Bach Knudsen, 2007) al igual que conocer los niveles máximos de inclusión en las fórmulas para garantizar el mínimo coste de la dieta sin asumir excesivo riesgo y penalizar los rendimientos productivos de los animales. En este contexto se diseñaron cuatro estudios con el objetivo de valorizar cuatro subproductos no convencionales, caracterizando su composición nutricional y evaluando su digestibilidad *in vivo* en cerdos de engorde mediante cuatro niveles de inclusión crecientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En primer lugar se realizó un análisis químico y nutricional (AOAC, 2005) de los siguientes subproductos, procedentes de la industria agroalimentaria: mayonesa, harina de almendra, harina de cacao y kiwi (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de los subproductos estudiados.

Composición nutricional	Mayonesa	Harina de almendra	Harina de cacao	Kiwi
Materia seca (%)	53,40	94,51	82,18	6,14
Proteína bruta (%)	1,27	16,84	8,85	13,76
Extracto etéreo (%)	83,06	57,43	13,64	4,36
Fibra bruta (%)	0,00	2,93	6,94	16,04
Energía bruta (Kcal/kg)	8737	7463	5524	4940

Posteriormente, se realizó un experimento *in vivo* de la digestibilidad total aparente de los cuatro subproductos donde se utilizaron un total de 16 cerdas de engorde ((LD x LW) x Pietrain) con un promedio de PV inicial de $40,1 \pm 3,03$ Kg alojadas individualmente. El experimento se dividió en 4 estudios correspondiendo cada estudio a la evaluación de la digestibilidad de un subproducto. Cada estudio tuvo una duración de 12 días, de los cuales los 5 primeros días fueron considerados de adaptación administrando la dieta de forma *semi-ad libitum*, es decir, aumentando un 5% la ración a aquellos animales que no dejaban residuo en el comedero, con el objetivo de alcanzar una ingestión máxima. Los 5 días siguientes se consideraron de mantenimiento y finalmente los días 11 y 12 se realizaron la recogida de muestras fecales. En cada ensayo, los tratamientos a testar fueron 4 niveles de inclusión del subproducto en estudio (2%, 4%, 7% y 10%; excepto para el kiwi que fueron, 4%, 8%, 12% y 16%). Durante todo el experimento se introdujo un 3% de TiO₂ como

marcador indigestible al pienso. Las dietas se preparaban individualmente por la mañana (9.00 h) y por la tarde (16.00 h) y se administraban en forma líquida a una dilución 1:2,7 (1kg de pienso seco + subproducto por 2,7 Kg de agua) finalmente, los residuos del comedero eran retirados para evitar posibles fermentaciones. La composición de la dieta queda reflejada en la Tabla 2.

Al inicio y final de cada estudio los animales fueron pesados individualmente, así como el consumo de pienso diario para poder realizar finalmente el cálculo del índice de conversión. Las muestras de heces recogidas al final de cada estudio fueron secadas a 65°C durante 96 h, molturadas hasta un tamaño de partícula de 1 mm y analizadas para materia seca, energía bruta, extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) según la metodología descrita en AOAC (2005). Por otra parte, la determinación del marcador se realizó siguiendo la metodología descrita por Short et al. (1996) para obtener los resultados de los coeficientes de digestibilidad, ajustando los valores según los porcentajes de inclusión de cada tratamiento. Los datos registrados fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2009) usando un ajuste por Tukey. Finalmente se realizaron los ajustes lineales o cuadráticos de los parámetros de digestibilidad de la materia orgánica, energía y nutrientes.

Tabla 2. Formula y composición química de la dieta empleada en el experimento.

Ingredientes	%
Cebada	45,00
Trigo	30,00
Harina de soja 47+2% PB	10,07
Maíz	6,29
Har. Ex. Colza 34% PB	6,00
Carbonato cálcico	0,96
Grasa +88% triglicéridos	0,50
Sal	0,40
Corrector vitamínico-mineral	0,30
Lisina – HCl	0,05
Treonina	0,04
Composición nutricional	
Materia seca (%)	87,1
Proteína bruta (PB, %)	16,0
Lisina (%)	0,75
Extracto etéreo (%)	2,24
Fibra bruta (%)	4,11
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3194

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los rendimientos productivos no se vieron afectados por ninguno de los tratamientos en ningún estudio ($P > 0,05$).

En cuanto a los coeficientes de digestibilidad total aparente de la materia orgánica y de la energía, siguieron ajustes lineales para cada subproducto a estudio (Tabla 3). Los altos errores estándar sugieren que en algunos casos la evolución de los coeficientes de digestibilidad de la ración al aumentar la proporción de subproducto en la ración se aparta de la linealidad.

Respecto a los nutrientes, los coeficientes de digestibilidad total aparente mostraron ajustes cuadráticos para el EE de la mayonesa ($R^2 = 0,91$) y la harina de almendra ($R^2 = 0,59$) siendo el punto máximo de inclusión a partir del cual bajaba la digestibilidad en 8,5 y 6,9 % para la mayonesa y la harina de almendra, respectivamente. Por otro lado, los coeficientes de digestibilidad total aparente del EE de la harina de cacao y del kiwi se mantuvieron constantes, para todos los niveles de inclusión, en valores de 47,7 y 25,4 %, respectivamente.

respectivamente. En cuanto a la digestibilidad de la PB, ésta se mantuvo constante para la mayonesa en valores de 78,9%, mientras que para la harina de almendra disminuyó linealmente (38,9%; $R^2 = 0,34$) y la harina de cacao y el kiwi disminuyeron cuadráticamente con máximos en niveles de inclusión de 3,7% y 5,2% ($R^2 = 0,61$ y $0,66$, respectivamente). La digestibilidad de la FB mostró un comportamiento constante para la harina de cacao (37,6%) mientras que para la harina de almendra disminuyó cuadráticamente con un máximo en 8,7% ($R^2 = 0,75$) y en el caso del kiwi aumentó cuadráticamente con un mínimo en 7,4% ($R^2 = 0,36$).

En conclusión, los subproductos presentan una alta digestibilidad total aparente de la energía cuando poseen niveles más altos de EE en su composición química. Nuestros resultados sugieren que el máximo nivel de inclusión a la dieta en el caso de la mayonesa no debería sobrepasar el 8,5% y el 6,9% en el caso de la harina de almendra para garantizar los mejores resultados de digestibilidad. Por último, la harina de cacao y kiwi deberían introducirse con cautela para evitar penalizaciones de la digestibilidad de la ración total.

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad total aparente de la materia orgánica (dMO) y de la energía (dE) de distintos subproductos de la industria agroalimentaria.

Subproducto	dMO	dE
Mayonesa	94,05 ± 16,32	97,07 ± 16,38
Harina de almendra	64,59 ± 16,03	67,03 ± 19,07
Harina de cacao	55,19 ± 18,88	48,53 ± 23,37
Kiwi	54,92 ± 10,24	44,26 ± 10,54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SIP Consultors, 2013. V Jornadas SIP.
- Moreau, R., Quéméré, P. & Carlier, J. 1992. Journ. Rech. Por. 24: 143-150.
- Scholten, R.H.J., Rijnen, M.M.J.A., Schrama, J.W., Boer, H., Van Der Peet-Schwering, C.M.C., Den Hartog, L.A., Vesseur, P.C. & Verstegen, M.W.A. 2001. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 85(5-6): 124-134.
- Serena, A. y Bach Knudsen, K.E. 2007. Anim. Feed Sci. Tech. 139: 109 – 124
- AOAC, 2005, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg.
- Short, F.J.J, Gorton, P., Wiseman, J. & Boorman, K.N.N. 1996 Anim. Feed Sci. Tech. 59: 215-221

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo IDI-20110003 y Beca predoctoral Talent Empresa (TEM) de l'AGAUR para C.Sol.

BY-PRODUCTS DIGESTIBILITIES FROM FOOD INDUSTRIES

ABSTRACT: The coefficients of apparent total tract digestibility (CATTD) of 4 by-products were evaluated in growing-finishing pigs. The study was divided in 4 studies, one for each by-product, and lasted 12 d: 5 d of adaptation, 5 d of maintenance and 2 d of sampling. For each by-product (mayonnaise, almond meal, cocoa meal and kiwi) the inclusion levels were: 2, 4, 7 and 10%, except for the kiwi (4, 8, 12 and 16%). Sixteen pigs (40.1 ± 3.03 Kg) were individually allotted (n=4 by inclusion level). TiO₂ was added as an indigestible marker. Mayonnaise had the highest CATTD for OM (94.1%) and GE (97.1%), followed by almond meal (64.6%; 44.2%), cocoa meal (55.2%; 48.54%), and kiwi (54.92%; 44.3%). The CATTD of EE followed a quadratic regression, being the maximum in 8.5 for mayonnaise and 6.9 for almond meal. Cocoa meal (47.7%) and kiwi (25.4%) showed a constant coefficient. These by-products presented high CATTD for GE when they had higher levels of EE. Results suggest a maximum level of inclusion of mayonnaise and almond meal to maintain a good digestibility. Cocoa meal and kiwi by-product should be introduced carefully to avoid a decrease in CATTD.

Keywords: by-products; digestibility; pigs.

RATIOS DE DILUCION DEL PIENSO EN ALIMENTACIÓN LÍQUIDA DE CERDOS DE ENGORDE

Sol, C., Castillejos, L. y Gasa, J.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra 08193 Barcelona

mariacinta.sol@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El aumento del precio de las materias primas ha conllevado a un notable aumento del precio de la alimentación repercutiendo directamente sobre el coste final de producción. Por este motivo, el sector porcino busca permanentemente alternativas para mejorar la eficiencia y atenuar, de este modo, los efectos del aumento de los precios. Entre estas alternativas nos encontramos, por una parte, la forma de presentación del pienso y por otra el uso de materias primas no convencionales. En cuanto a la forma de presentación del pienso, los mejores resultados los ofrece el pienso granulado en comparación con la harina, pero si ésta se mezcla con agua, los resultados son como mínimo equiparables al granulado (Quémere et al., 1988). Por ello, la alimentación líquida ha permitido incorporar a la dieta subproductos húmedos procedentes de la industria agroalimentaria que consiguen una reducción sustancial del coste de la alimentación (Moreau et al., 1992, Brooks et al., 2001; Scholten et al., 2001). Sin embargo, no siempre se encontraron beneficios sobre los rendimientos productivos en cerdos de engorde alimentados con sistemas de alimentación líquida (Jensen y Mikkelsen, 1998) debido, posiblemente, a la ratio de dilución utilizada (proporción de pienso y agua) que es un factor clave para obtener los mejores resultados (Hurst et al., 2008)

En este contexto se diseñó un experimento con el objetivo de evaluar la digestibilidad *in vivo* y los rendimientos productivos mediante cinco ratios de dilución en cerdos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un experimento para evaluar la digestibilidad total aparente de cinco ratios de dilución pienso:agua (1:0,6; 1:1,35; 1:2,1; 1:2,7 y 1:3,5) y un control seco (CON) en un total de 16 cerdas de engorde ((LD x LW) x Pietrain) con un promedio de peso vivo (PV) inicial de $46,7 \pm 1,98$ Kg alojadas individualmente. El experimento duró un total de 52 días, que se dividió en 2 estudios de 26 días. En cada uno de los estudios, los 20 primeros días se correspondieron a la adaptación a la dieta, administrándola de forma *semi-ad libitum*, aumentando o disminuyendo la ración según el residuo del día anterior, para maximizar la ingesta. A partir del día 20, la ración se mantuvo constante hasta el final del estudio donde se realizó la recogida de heces dos veces al día, los días 25 y 26, mediante estimulación rectal. Las dietas se prepararon diariamente, dos veces al día (9.00 h y 16.00 h) y se administraron individualmente. Finalmente, los residuos del comedero se retiraban para evitar posibles fermentaciones. Todos los animales recibieron el mismo pienso basal (Tabla 1), que incluía un 3% de TiO₂ como marcador indigestible, y se variaba únicamente la cantidad de agua añadida para alcanzar las diluciones deseadas.

Durante el primer estudio se evaluaron las diluciones 1:0,6; 1:2,1; 1:2,7 y el CON (n=4), y en el segundo estudio, utilizando los mismos animales con un promedio de PV de $65,4 \pm 3,14$ Kg, las ratios fueron, 1:1,35; 1:2,7; 1:3,5 y el CON (n=4). La dilución 1:2,7 y el CON se mantuvieron durante todo el experimento.

Se registró el peso individual de los animales al inicio y final de cada estudio, así como el consumo de pienso (después de secar cada residuo) para poder calcular el índice de conversión. Las muestras de heces recogidas al final de cada estudio fueron secadas a 65°C durante 96 h, molidas hasta un tamaño de partícula de 1 mm y analizadas para materia seca, energía bruta, extracto etéreo, proteína bruta y fibra bruta según la metodología descrita en AOAC (2005), al igual que el pienso. Para obtener los coeficientes de digestibilidad se determinó el TiO₂ mediante la metodología descrita por Short et al. (1996). Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2009) usando un ajuste por Tukey.

Tabla 1. Formula y composición química de la dieta usada en el experimento.

Ingredientes (%)	Dieta basal
Cebada	45,00
Trigo	30,00
Harina de soja 47+2% PB	10,07
Maíz	6,29
Har. Ex. Colza 34% PB	6,00
Carbonato cálcico	0,96
Grasa +88% triglicéridos	0,50
Sal	0,40
Corrector vitamínico-mineral	0,30
Lisina – HCl	0,05
Treonina	0,04
Composición nutricional	
Materia seca (%)	87,1
Proteína bruta (PB, %)	16,0
Lisina (%)	0,75
Extracto etéreo (%)	2,24
Fibra bruta (%)	4,11
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3194

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados productivos del primer estudio mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la ganancia de peso y se observó una tendencia en el segundo estudio, aunque estos resultados no se vieron reflejados en el consumo diario de ninguno de los dos estudios (Tabla 2). Concretamente, en el primer estudio, los animales de la dilución 1:0,6 presentaron una mayor (25,9%) ganancia de peso que los animales control ($p < 0,01$). Durante el segundo estudio, los animales de las diluciones 1:1,35 y 1:2,7 también presentaron una mayor (14,1%) ganancia de peso que el control.

En cuanto a los resultados de los coeficientes de digestibilidad total aparente de la materia orgánica y de la energía siguieron ajustes cuadráticos en ambos estudios, mostraron que los puntos donde la dilución alcanzaba su máximo coeficiente de digestibilidad fueron 1:1,83 y 1:2,70 para el primer y segundo período, respectivamente.

En el primer estudio, los animales de las diluciones 1:2,1 y 1:2,7 en comparación al CON obtuvieron mayores ($p < 0,05$) coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica (dMO) (86,4% y 86,3% vs. 83,3%, respectivamente) y de la energía (dE) (83,8% y 83,7% vs. 80,2, respectivamente). A lo largo del segundo período, los cerdos alimentados con las diluciones 1:1,35, 1:2,7 y 1:3,5 en relación al CON tuvieron mejor ($p < 0,05$) dMO (85,8%, 85,9% y 86,2% vs. 83,1%, respectivamente) y dE (83,3%, 83,7% y 83,8% vs. 80,1%, respectivamente). Respecto a los nutrientes, en el segundo estudio los coeficientes de digestibilidad total aparente mostraron cómo en comparación con los CON, la dilución de 1:3,5 mostraba una mayor ($p < 0,05$) digestibilidad de la proteína bruta (82,9% vs. 76,1%) y del extracto etéreo (33,5% vs. 19,08%). Finalmente, la digestibilidad de la fibra bruta de los animales CON mostró los coeficientes más bajos ($p < 0,05$) respecto a los demás tratamientos (44,8%, 45,2%, 48,6% vs. 32,4%, para las diluciones 1:1,35, 1:2,7 y 1:3,5 vs. CON).

En conclusión, la dilución que optimiza la digestibilidad y el rendimiento productivo varía con la edad de los animales, siendo las diluciones más bajas (menos agua) mejores para cerdos más jóvenes y más altas mejores para cerdos de cebo. Por otra parte, en ocasiones, la dilución óptima puede ser difícil de alcanzar, dadas las características de muchas instalaciones comerciales que no suelen permitir tasas de dilución por debajo de 2,5 a 2,7.

Tabla 2. Resultados productivos de distintas ratios de dilución del pienso en alimentación líquida sobre los resultados productivos de cerdos de engorde.

	Control	Ratios de dilución				SD	P-valor
		1:0,6	1:1,35	1:2,1	1:2,7		
Estudio 1							
Ganancia peso (Kg)	15,53 ^a	19,55 ^b	17,53 ^{a,b}	16,97 ^{a,b}	0,721	0,005	
CMD (g/d)	1689	1796	1782	1854	70,78	ns	
Estudio 2							
Ganancia peso (Kg)	20,06	22,89	22,90	19,65	1,071	0,064	
CMD (g/d)	2240	2367	2352	2281	49,57	ns	

CMD: consumo medio diario. ns: no significativo (P>0,10).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Quémère, P., Castaig, J., Chastanet, J.P., Latimier, P., Saulnier, J., Willequet, F. & Grosjean, F. 1988. Jour. Rech. Por. 20: 351 – 360.
- Jensen, B.B. & Mikkelsen, L.L. 1998. Recent Adv. Anim. Nut. Nottingham University Press, Nottingham, pp 107 – 126.
- Moreau, R., Quémère, P. & Carlier, J. 1992. Jour. Rech. Por. 24: 143-150.
- Brooks P.H., Beal, J. D. & Niven, S. 2001. Recent Adv. Anim. Nut. 13: 49 – 64.
- Scholten, R.H.J., Rijnen, M.M.J.A., Schrama, J.W., Boer, H., Van Der Peet-Schwering, C.M.C., Den Hartog, L.A., Vesseur, P.C. & Verstegen, M.W.A. 2001. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 85(5-6): 124-134.
- Hurst, D., Clarke, L., & Lean, I.J. 2008. Anim. 2: 1297–1302.
- AOAC, 2005. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg
- Short, F.J.J., Gorton, P., Wiseman, J. & Boorman, K.N.N. 1996. Anim. Feed Sci. Tech. 59: 215-221

Agradecimientos: El presente trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo IDI-20110003 y Beca predoctoral Talent Empresa (TEM) de l'AGAUR para C. Sol.

DILUTION RATES IN LIQUID FEED FOR GROWING PIGS

ABSTRACT: Dilution rates were evaluated using the coefficient of apparent total tract digestibility (CATTD) on growing-finishing pigs. The experiment was divided in two studies of 26 d. A total of 16 sows (46.7 ± 1.98 Kg, BW) were individually allotted and assigned to 1 of 4 treatments. Treatments in the first study were: Diet in dry form (CON) and 1:0.6; 1:2.1; and 1:2.7 ratios. In the second study the same animals (65.4 ± 3.14 Kg, BW) were assigned to 4 new treatments: CON and 1:1.35; 1:2.7; and 1:3.5 ratios. TiO₂ was added as an indigestible marker. In the first study, 1:2.1 and 1:2.7 pigs had higher coefficient of organic matter digestibility (OMd) and gross energy digestibility (GEd) than CON. Along the second study, dilution pigs had better OMd and GEd than CON. Compared to CON, 1:3.5 also showed higher digestibility coefficients for CP, EE and CF; and 1:1.35 and 1:2.7 also for CF. Quadratic regressions for OMd and GEd showed the maxim ratio of dilution to reach higher CATTD, were 1:1.83 and 1:2.7 for the first and second study, respectively. The optimal dilution rate changes with animals' age.

Keywords: dilution rate; digestibility, pigs.

LA DEFICIENCIA DE LISINA EN LA DIETA PROMUEVE UN AUMENTO DE GRASA INTRAMUSCULAR EN CERDOS IBÉRICOS Y DE GENOTIPO CONVENCIONAL

Palma-Granados, P., Haro, A., Seiquer, I., Lara, L., Aguilera, J. F. y Nieto, R.
Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal. Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Cno. del Jueves s/n. 18100-Armilla, Granada, España
rosa.nieto@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La L-lisina (Lys) es el primer aminoácido limitante en las dietas para porcino basadas en cereales (NRC, 2012). Estudios anteriores revelan que en cerdos de genotipo Ibérico la deficiencia de Lys en la dieta provoca efectos menos acusados sobre el crecimiento y la retención de proteína corporal que en cerdos de genotipo Landrace de peso vivo (PV) similar (Rivera-Ferre et al., 2006). Por otra parte, entre las estrategias nutricionales propuestas en cerdos de genotipo convencional para promover un aumento de grasa intramuscular (GIM) (parámetro determinante de la calidad organoléptica de la carne, relacionado con la ternura y jugosidad), se encuentra la alimentación de los animales con dietas deficientes en Lys. En este sentido, se ha demostrado en cerdos de tipo (Landrace x Large White) x Duroc que una reducción de la concentración de Lys en la dieta, manteniendo constante la cantidad de proteína total de la misma, da lugar a un aumento en la cantidad de GIM en *L. dorsi*. (Katsumata et al., 2005, 2012). El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto que la deficiencia de Lys en la dieta ejerce sobre la deposición de grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos, determinados en músculos de cerdos de genotipo Ibérico y Landrace x Large White, de edad y peso similar, sometidos a idénticas condiciones experimentales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un total de 28 machos castrados, la mitad de ellos de pura raza Ibérica (IB) y la otra mitad Landrace x Large White (LDW), de aproximadamente 10 kg de PV inicial y 59 y 53 días de edad, respectivamente. La mitad de los animales de cada genotipo (n=7) recibió una de las dos dietas experimentales, formuladas con cebada, maíz, gluten de maíz y soja, e idénticas en composición, excepto por su contenido en Lys: 0,98% (dieta AL, adecuada en Lys) y 0,47% (dieta DL, deficiente en Lys). El contenido en proteína bruta, determinado analíticamente, fue 181 y 179 g/kg, para las dietas AL y DL, respectivamente, y el de energía metabolizable 13,3 MJ/kg. La cantidad de HCl.L-Lys añadida a la dieta AL se sustituyó en la dieta DL por cantidades equivalentes de L-glutámico y L-glicina. Los animales fueron alojados individualmente en parques de 2 m², en condiciones de termoneutralidad (26 ± 1°C). El nivel de alimentación empleado correspondió al 85% de la ingesta *ad libitum* de la raza Ibérica, con mayor capacidad de ingesta voluntaria, ajustando ésta semanalmente en función del PV, según la relación matemática descrita en Conde Aguilera et al. (2011). Los restos de alimento fueron retirados diariamente, pesados y desecados para calcular la ingesta individual efectiva. El agua fue ofrecida *ad libitum* durante todo el experimento. Cuando los animales alcanzaron aproximadamente 25 kg de PV se sacrificaron mediante desangrado, previa electronarcosis. Tras el sacrificio, se tomaron muestras de los músculos *Longissimus dorsi* (Ld) y *Biceps femoris* (Bf), que se envasaron al vacío y conservaron a -20°C hasta su análisis. La GIM fue extraída con cloroformo:metanol, siguiendo el método de Folch, con modificaciones, y los ácidos grasos (AG) se metilaron siguiendo el protocolo de Kramer y Zhou (2001), modificado. El perfil de ácidos grasos fue obtenido por cromatografía de gases, usando el equipo Thermo Scientific, Focus GC (Rodano, Italy). Los AG fueron expresados como porcentaje (%) del total de AG metilados identificados. Los resultados se analizaron mediante ANOVA por el procedimiento GLM de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se recogen los valores medios de ingesta de alimento y crecimiento obtenidos en los cuatro grupos experimentales. Los resultados están expresados en g/kg de PV y día. El grupo de cerdos LDW alimentado con la dieta DL registró la menor ingesta de alimento (P<0,05). Es conocido el efecto depresor sobre la ingesta que pueden ejercer algunas deficiencias de aminoácidos esenciales (Gietzen et al., 2007). El crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento se redujeron considerablemente en los dos grupos alimentados

con la dieta DL, aunque la reducción afectó en mayor medida al genotipo LDW ($P < 0,05$), como indica la interacción significativa genotipo x dieta obtenida para estas variables. El tratamiento DL dio lugar a una reducción en el tamaño de ambos músculos, Ld y Bf, respecto al AL (18-25%) y a un aumento de la GIM en ambos genotipos porcinos (Tabla, 2), particularmente llamativo en el músculo *L. dorsi* de la raza Ibérica. Estos resultados contrastan con estudios recientes (Madeira et al., 2013), en los que se describe un aumento de GIM en un genotipo convencional, pero no en el obeso (Alentejano), cuando ambos son alimentados con dietas deficientes en Lys. Nuestros ensayos permiten observar diferencias relevantes en cuanto al perfil de ácidos grasos de la GIM, debidas tanto al genotipo (en monoinsaturados y poliinsaturados), como al tratamiento nutricional. Destaca el aumento de ácido oleico y la disminución de los ácidos linoleico y linolénico en los animales de ambos genotipos alimentados con la dieta DL.

El empleo de dietas deficientes en Lys puede conducir a una mejora en los parámetros de calidad de la carne (aumento de GIM, ácido oleico) en cerdos de genotipo obeso y convencional, aunque se necesita profundizar en el conocimiento de los mecanismos implicados y del momento adecuado de su empleo en el ciclo productivo para no comprometer el desarrollo del animal y la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conde-Aguilera, J.A., Aguinaga, M.A., Aguilera, J.F. & Nieto, R. 2011. *J. Anim. Sci.* 89: 754-763.
- Gietzen, D.W., Hao, S. & Anthony, T.G. 2007. *Annu. Rev. Nutr.* 27: 63-78
- Katsumata, M., Kobayashi, S., Matsumoto, M., Tsuneishi, E. & Kaji, Y. 2005. *Anim. Sci. J.* 76: 237-44.
- Kramer, J.K.G. & Zhou, J. 2001. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 103: 594-600
- Madeira, M.S., Costa, P., Alfaia, C.M., Lopes, P.A., Bessa, R. J. B., Lemos, J. P. C. & Prates, J.A.M. 2013. *J. Anim. Sci.* 91: 3177-3187.
- NRC. 2012. *Committee on Nutrient Requirement of Swine*, The National Academic Press.
- Rivera-Ferre, M.G., Aguilera, J.F. & Nieto, R. 2006. *J. Anim. Sci.* 84: 3346-3355.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Miguel-Ángel Liñán y a Sánchez Romero Carvajal Jabugo, S.A. su valiosa colaboración y asistencia técnica. Este trabajo ha sido financiado por el MICINN (proyecto referencia AGL2011-25360).

Tabla 1. Parámetros de crecimiento obtenidos en cerdos Ibéricos (IB) y Landrace x Large-White (LDW), alimentados con dietas con contenido en lisina adecuado (AL) o deficiente (DL) desde los 10 a aproximadamente 25 kg de peso vivo ($n=7$ por combinación de tratamientos).

	IB		LDW			Valor de P^1		
	AL	DL	AL	DL	EEM	Gen	D	Gen x D
Ingesta MS^2 , g/kg PV y día	40,9 ^b	41,3 ^b	40,0 ^b	35,4 ^a	1,2	<0,01	ns	<0,05
Crecimiento, g/kg PV y día	21,1 ^c	15,4 ^b	23,4 ^d	12,6 ^a	0,7	ns	<0,001	<0,001
Peso final, kg	26,6	24,2	26,2	22,1	0,7	ns	<0,001	ns
G:F ³	0,516 ^b	0,372 ^a	0,589 ^c	0,356 ^a	0,01	<0,05	<0,001	<0,01

¹ Gen: Genotipo, D: Dieta; ns: $P > 0,05$; en caso de interacción significativa Gen x D los valores medios de cada combinación de tratamientos se sometieron a ANOVA y las diferencias significativas ($P < 0,05$) se indican con superíndices distintos en una misma fila.

² MS: materia seca; PV: peso vivo.

³ G: ganancia de peso, F: ingesta de alimento, g/kg

Tabla 2. Concentración de grasa intramuscular (GIM, g/100g) y perfil de ácidos grasos (g/100g ésteres metílicos de ácidos grasos) de los músculos Longissimus dorsi y Biceps femoris de cerdos Ibéricos (IB) y Landrace × Large-White (LDW), alimentados con dietas con contenido en lisina adecuado (AL) o deficiente (DL).

	IB		LDW			Valor de P ¹		
	AL	DL	AL	DL	EEM	Gen	D	Gen × D
<i>L. dorsi</i>								
GIM	3,58 ^a	6,46 ^b	2,47 ^a	3,26 ^a	0,20	<0,001	<0,001	<0,05
C16:0	26,0	26,8	24,8	26,5	0,30	ns	<0,05	ns
C18:0	11,0	10,9	10,5	11,7	0,20	ns	ns	ns
C18:1 n-9	39,4	42,2	37,3	39,0	0,40	<0,01	<0,01	ns
C18:2 n-6	8,03	5,29	10,2	8,35	0,20	<0,001	<0,001	ns
C18:3 n-3	0,200	0,143	0,240	0,210	0,005	<0,001	<0,001	ns
SFA ³	39,2	39,8	37,6	40,4	0,46	ns	ns	ns
MUFA ⁴	49,5	52,8	47,6	47,7	0,59	<0,01	ns	ns
PUFA ⁵	11,3	7,30	14,8	11,8	0,33	<0,001	<0,001	ns
<i>B. femoris</i>								
GIM	3,36	3,91	2,35	2,97	0,10	<0,001	<0,01	ns
C16:0	24,5	25,3	24,0	24,8	0,27	ns	ns	ns
C18:0	10,5	10,1	10,1	10,4	0,17	ns	ns	ns
C18:1 n-9	39,0	41,2	35,5	37,7	0,48	<0,01	0,05	ns
C18:2 n-6	9,85	7,57	13,4	11,1	0,29	<0,001	<0,001	ns
C18:3 n-3	0,232	0,176	0,306	0,251	0,005	<0,001	<0,001	ns
SFA	37,1	37,4	36,4	37,2	0,387	ns	ns	ns
MUFA	48,9	51,4	45,1	46,5	0,661	<0,01	ns	ns
PUFA	14,0	11,2	18,5	16,3	0,46	<0,001	<0,01	ns

¹ Gen: Genotipo, D: Dieta; ns: P>0,05; en caso de interacción significativa Gen x D se analizaron los valores medios de cada combinación de tratamientos y las diferencias significativas (P<0,05) se indican con superíndices distintos en una misma fila.

² Ácidos grasos saturados.

³ Ácidos grasos monoinsaturados.

⁴ Ácidos grasos poliinsaturados.

INTRAMUSCULAR FAT IS INCREASED IN IBERIAN AND CONVENTIONAL PIGS FED LYSINE DEFICIENT DIETS

ABSTRACT: The objective of the present work was to investigate the effect of dietary Lys deficiency upon intramuscular fat (IMF) concentration and its fatty acid profile in an obese (Iberian, IB) and a conventional pig genotype (LDW). We used 28 castrated male pigs of 10 kg of initial BW, 14 from each type. Pigs were fed two diets, based on barley, maize, gluten meal and soybean meal, with identical composition, except for their Lys content (0.98% Lys, diet AL, adequate in Lys; and 0.47% Lys, diet DL, deficient in Lys). The rest of nutrients met or exceeded recommendations. Seven pigs from each type were fed one of the diets at 85% of *ad libitum* of the Iberian pigs. At 25 kg BW pigs were slaughtered and *L. dorsi* and *B. femoris* muscles sampled. Performance was reduced in both pig types fed LD diets, particularly LDW pigs (P<0.05). Pigs fed LD diets showed higher IMF content and oleic acid proportion, and lower relative percentage of poliinsaturated fatty acids. Feeding Lys deficient diets can be a suitable strategy for increasing meat quality, both in obese and lean pig types, although further research is needed to deep our knowledge on the mechanism involved in these changes.

Keywords: Dietary lysine, intramuscular fat, fatty acids, Iberian pigs

DIFERENCIAS EN EL CONTENIDO MUSCULAR DE HIERRO, COBRE Y CINCO ENTRE DOS GENOTIPOS PORCINOS: IBÉRICO Y LANDRACE × LARGE WHITE

Palma-Granados, P., Haro, A., Nieto, R., Lara, L., Aguilera, J. F. y Seiquer, I.
Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Camino del Jueves, 18100, Armilla, Granada, España.
iseiquer@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los minerales traza, como el hierro, cobre y cinc, son esenciales para el organismo, al estar implicados en aspectos importantes de producción, función inmune, resistencia a enfermedades y promoción del crecimiento. Los ingredientes tradicionales de las dietas para porcino, como la cebada y la soja, no contienen normalmente niveles adecuados para cubrir las necesidades minerales de los animales, por lo que la suplementación mineral es una práctica habitual en su producción. Ahora bien, los minerales traza, especialmente el Cu y el Zn, se excretan en gran medida (hasta en un 90% de la ingesta) al medio ambiente con los consecuentes problemas de contaminación que esto puede suponer, por lo que su adición a las dietas del ganado está estrictamente controlada por la legislación (EC, 1334/2003).

Por estos motivos, y por sus especiales implicaciones en la producción y bienestar animal, el estudio de los requerimientos de minerales traza en el ganado porcino debería ser un tema importante entre los especialistas. Hoy día, dichos requerimientos están establecidos para el ganado porcino de forma general, sin hacer distinciones entre razas (FEDNA, 2013). Ahora bien, nuestro grupo de investigación ha puesto de manifiesto que, al menos en el caso de minerales mayoritarios como el calcio y el fósforo, las necesidades del cerdo Ibérico son sensiblemente inferiores a las de los cerdos convencionales, más magros (Nieto et al., 2008). Poco se sabe respecto a las necesidades en elementos traza para los distintos genotipos porcinos, pero es posible que también existan diferencias. Algunos autores han sugerido que las necesidades en microminerales de las razas porcinas más magras podrían ser superiores a las de las razas menos magras, ya que han observado un contenido mineral superior en su carne (Wiseman y Mahan, 2010). De hecho, se ha sugerido que el desarrollo muscular, debido a su mayor retención mineral, podría ser utilizado para predecir las necesidades minerales. Como primera aproximación para el estudio de estas necesidades, se propone determinar en el presente trabajo si existen diferencias en el contenido muscular de Fe, Cu y Zn en dos genotipos porcinos de diferente contenido magro (Ibérico y Landrace × Large White) alimentados con dietas de idéntico contenido mineral.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó de acuerdo con la legislación española de bienestar animal y tras obtener la correspondiente autorización del Comité de Bioética del CSIC.

Un total de 16 animales (8 Ibéricos puros, IB, y 8 Landrace × Large White, LDW) estuvieron implicados en el ensayo. Se alojaron en parques individuales (2 m²) situados en naves con temperatura controlada (20 ± 1°C) y fueron alimentados con dietas isoenergéticas (14 MJ EM/kg de materia seca) que diferían en el contenido en proteína bruta (PB): 13% (dieta A) o 17% (dieta B) (n=4/raza), formuladas para cubrir los requerimientos proteicos de cada uno de los genotipos, IB y LDW, respectivamente (Nieto et al., 2002). La composición de las dietas experimentales se ofrece en la Tabla 1. El nivel de alimentación se restringió al 80% de la ingesta *ad libitum* de cerdos IB, ajustando dicha ingesta semanalmente, en función del peso de los animales (Nieto et al., 2002). Alcanzados aproximadamente los 115 kg de peso, los cerdos fueron sacrificados por desangrado previa electronarcosis. Dentro de los 15 min siguientes al sacrificio, se tomaron muestras de los músculos *longissimus dorsi* (LD) y *biceps femoris* (BF) de la semicanal derecha, se les recortó la grasa intermuscular visible, se envasaron al vacío y se conservaron a -20°C hasta el momento de ser analizados.

En la determinación de la composición mineral se siguió el método oficial 985.35 de la AOAC (1999). Todos los análisis se realizaron por triplicado. Las determinaciones de Fe, Cu y Zn se llevaron a cabo por espectrofotometría de absorción atómica en un espectrofotómetro Perkin Elmer Analyst 700 (Norwalk, CT, EEUU), previa incineración de las muestras en horno a 450°C hasta la obtención de cenizas blancas. Se prepararon diferentes patrones a partir de ampollas de Tritisol (Merck, Darmstadt, Germany) de Fe (FeCl₃ in 15 % HCl, 1000 mg Fe), Cu (CuCl₂ in H₂O, 1000 mg Cu) y Zn (ZnCl₂ in 0.06 % HCl, 1000 mg Zn)

y, para comprobar la exactitud de los análisis, se utilizaron patrones externos certificados (Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium): hígado bovino en el caso de Cu y Zn (BCR 185R) y pan integral para el Fe (BCR 191). Todas las determinaciones estuvieron dentro de los márgenes establecidos en dichos patrones.

Se calculó el contenido total en cenizas (expresado en %) y el contenido de Fe, Cu y Zn (en mg de mineral por kg de músculo en materia fresca). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante un ANOVA de dos vías, que incluyó el genotipo (IB y LDW) y la dieta (A y B) como factores, y su interacción, seguido del test de Duncan para establecer diferencias significativas (al nivel del 5%). Los cálculos se realizaron con el StatGraphics Centurion XV, versión 15.2.06, StatPoint Inc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del contenido en cenizas y en elementos traza en los músculos analizados en el presente ensayo se ofrecen en la Tabla 2.

No se observaron diferencias en la cantidad total de cenizas entre los genotipos para ninguno de los dos músculos, y tampoco hubo variaciones en función de la dieta consumida por los animales. Así, la cantidad total de materia mineral fue en todos los casos ligeramente superior al 1%, datos muy parecidos a los encontrados por otros autores en músculos de cerdos blancos y ligeramente superiores al 0,8% encontrado en el IB (Galián-Jimenez, 2007). Ahora bien, el genotipo sí afectó de manera significativa al contenido de Fe ($p < 0.05$) y de Zn ($p < 0.001$) en ambos músculos, siendo superiores los valores encontrados en el IB respecto al LDW. En el caso del Fe, además, se observó un efecto significativo de la dieta ($p < 0.05$), siendo inferior el contenido férrico en los cerdos IB que consumieron la dieta de mayor contenido proteico, hecho que se repitió en ambos músculos. En la raza LDW no se observaron estas diferencias. La concentración de Cu no se vio afectada ni por el genotipo ni el nivel de proteína de la dieta.

Se ha descrito que los requerimientos minerales no sólo vienen determinados por la edad y el peso del cerdo, sino también por el mayor o menor desarrollo del tejido magro a lo largo del crecimiento, ya que se han observado contenidos minerales mayores en la carne de cerdos más magros respecto a los menos magros (Wiseman y Mahan, 2010). Sin embargo, las concentraciones musculares de elementos traza en el IB, un cerdo eminentemente graso, fueron mayores que en una raza más magra, al menos para el caso de Fe y Zn, lo que indica que la deposición de estos microminerales está ligada al genotipo. El alto contenido en hierro de la carne de cerdos IB confirma datos bibliográficos previos (Ventanas et al., 2006) y se debe a los mayores niveles de mioglobina derivados de una alta concentración de fibras oxidativas en esta raza. El exceso de proteína, por otra parte, tiene un efecto reductor en la deposición muscular de Fe en el genotipo IB, lo que reafirma la importancia de ajustar la composición de la dieta a las necesidades de cada raza (Nieto et al., 2008).

Por tanto, las características particulares de cada raza porcina, entre ellas su potencial de crecimiento y de desarrollo magro, deberían ser tenidas en cuenta para establecer sus necesidades minerales, especialmente de elementos traza, como indican las diferencias manifiestas en el contenido de estos micronutrientes observadas en los músculos de los animales del presente ensayo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1999. Official methods of analysis, 16 ed, Arlington, VA, EEUU.
- FEDNA. 2013. Fundación española para el desarrollo de la nutrición Animal, Madrid, España.
- Galián Jimenez, M. 2007. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia
- Nieto, R., Miranda, A., García, M.A. & Aguilera, J.F. 2002. Br. J. Nutr. 88: 39-49.
- Nieto, R., Seiquer, I. & Aguilera, F.J. 2008. Lives. Sci. 116: 275-288.
- Ventanas, S., Ventanas, J., Jurado, A. & Estévez, M. 2006. Meat Sci. 73: 651-659.
- Wiseman, T.G. & Mahan, D.C. 2010. J. Anim. Sci. 88: 3337-3350.

Agradecimientos: Nuestro agradecimiento a las empresas Sánchez Romero Carvajal Jabugo (Sevilla) y Jodral Gutiérrez SA (Córdoba). Este trabajo ha sido financiado por el MICINN (proyecto referencia AGL2011-25360).

Tabla 1. Ingredientes de las dietas experimentales¹ utilizadas (en %).

	Dieta A	Dieta B
Cebada	96,1	85,0
Harina de soja	0,00	11,1
CIH. L-Lisina	0,53	0,52
L-Treonina	0,13	0,13
DL-Metionina	0,04	0,06
Sal común	0,50	0,50
Carbonato de calcio	0,30	0,25
Fosfato dicálcico	2,20	2,20
Corrector mineral/vitamínico ²	0,30	0,30

¹ Dieta A: 13% PB, dieta B: 17% PB; ² Proporciona (por kg de dieta) 80mg Fe, 6 mg Cu y 60 mg Zn, entre otros nutrientes.

Tabla 2. Efecto del genotipo y del nivel de proteína de la dieta¹ en el contenido muscular de Fe, Cu y Zn (mg/kg) en cerdos² sacrificados a los 115 kg de peso.

Genotipo	LDW		IB		EEM	Valor de P		
	Dieta	A	B	A		B	G	Dieta
<i>L. dorsi</i>								
Cenizas (%)	1,17	1,12	1,09	1,12	0,022	0,262	0,886	0,219
Fe	8,00	7,26	15,53	8,71	0,858	0,022	0,047	0,101
Cu	1,71	1,45	1,12	1,35	0,141	0,228	0,918	0,432
Zn	13,07	13,45	19,26	18,75	0,296	0,000	0,921	0,411
<i>B. femoris</i>								
Cenizas (%)	1,15	1,14	1,14	1,15	0,014	0,981	0,982	0,560
Fe	9,64	10,15	17,51	9,90	0,796	0,033	0,045	0,024
Cu	1,42	1,57	1,33	1,56	0,116	0,830	0,419	0,877
Zn	17,71	18,07	28,57	28,93	0,847	0,000	0,836	0,997

¹ Dieta A: 13% PB, dieta B: 17% P.

² LDW: Landrace × Large White, IB: Ibéricos puros.

VARIABILITY IN THE CONTENTS OF IRON, COPPER AND ZINC IN MUSCLES FROM TWO PROCINE BREEDS: IBERIAN AND LANDRACE × LARGE WHITE

ABSTRACT: Trace elements (i.e. Fe, Cu and Zn) are essential for maintaining important physiological processes, and dietary requirements in pigs should be carefully established. As a valid approximation to study trace mineral needs, an experiment was conducted to analyse the content of Fe, Cu and Zn in muscles from two porcine genotypes. Sixteen pigs (8 Iberian, IB, and 8 Landrace × Large White, LDW) were used. They were fed isoenergetic diets (14 MJ/Kg DM) containing either 130 or 170 g CP/kg DM, to match protein requirements of each breed (4 pigs/genotype and CP level). The pigs were sacrificed at 115 kg LW, and samples of *longissimus dorsi* and *biceps femoris* muscles were obtained. Fe and Zn concentration in muscles was significantly influenced by genotype, being higher among IB pigs. A significant effect of dietary protein was observed in the IB group, as pigs fed with higher protein levels had lower values of Fe in both muscles. Cu content was not affected by genotype or diet. These results indicate that deposition of trace minerals, such as Fe and Zn, is under genetic control, and support the importance of meat from IB pigs as a good source of Fe and Zn.

Keywords: Iberian pigs, trace minerals, iron, zinc.

¿PODEMOS UTILIZAR EL MISMO PIENSO EN DOS TIPOS GENÉTICOS DE PORCINO DE CEBO SIN AFECTAR A SUS RESULTADOS PRODUCTIVOS?

Álvarez-Rodríguez¹, J., Dolz¹, N., Pantrigo¹, M., Balcells¹, J., Parera², J. y Babot¹, D.

¹Departamento de Producción Animal. Universidad de Lleida.

²Departamento de Agricultura (DAAM), Generalitat de Cataluña.

jalvarez@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

La reducción de los aportes de proteína bruta (PB) en los animales de abasto puede mejorar la eficiencia de utilización del nitrógeno (N). A modo de ejemplo, el NRC (2012) expone las necesidades de N total del porcino omitiendo el término de PB, con valores entre 2,51 y 1,94% de N (15,7-12,1% PB), entre 25 y 100 kg de peso vivo (PV), y siendo éstas más bajas que las recomendaciones más extendidas en España (FEDNA, 2013) (entre 16,2 y 14,8% PB, para el período de 20 a 100 kg de PV). Esta reducción de PB de la dieta se consigue al mejorar su valor biológico mediante la adición de aminoácidos sintéticos para equilibrar el perfil de la proteína ideal. Sin embargo, las necesidades de aminoácidos de cada tipo genético vienen marcadas por su capacidad de deposición de tejido magro (NRC, 2012), por lo que es esperable que éstas sean superiores en porcino de línea paterna Pietrain que en sus homólogos Duroc, lo que daría lugar a comportamientos productivos y metabólicos diferentes cuando se utiliza la misma dieta.

Este trabajo se planteó para comparar las necesidades nutricionales de cerdas de engorde con distinta línea paterna (Pietrain vs. Duroc) sometidas a un programa de alimentación de 3 fases con contenido decreciente de PB entre los 30 y los 105 kg de PV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 80 cerdas, 40 de cada tipo genético, de 10 semanas de edad y 30,5 ± 3,7 kg de PV. El experimento se realizó en el Centro de Estudios Porcinos (Torrelameu, Lleida, España) y duró 84 días, entre abril y junio de 2014. Todas las cerdas eran de línea materna Landrace x Large-White, mientras que la línea paterna (LP) fue Duroc canadiense (Hypor Magnus, Hendrix Genetics, Holanda) o Pietrain (Hendrix Genetics, Holanda). Las cerdas se alojaron al azar en 8 corrales por tipo genético (5 cerdas/corral) con 50% de suelo emparrillado (0,8 m²/cerda). Cada corral dispuso de un comedero monoplaza y un bebedero externo de cazoleta (20 cm altura). El purín se drenó a 4 fosas independientes, 2 por cada tipo genético. Las cerdas recibieron 3 piensos durante el engorde, siguiendo un programa de alimentación decreciente en PB, lisina (Lys) y energía metabolizable (EM): (1) 16,0% PB, 1,05% Lys, 3,2 Mcal EM/kg entre las 10 y 12 semanas de edad (30-40 kg, aproximadamente); (2) 15,3% PB, 1,02% Lys, 3,2 Mcal EM/kg entre las 13 y 16 semanas de edad (40-65 kg, aproximadamente); y (3) 13,6% PB, 0,90% Lys y 3,19 Mcal EM/kg entre las 17 y las 22 semanas de edad (65-105 kg, aproximadamente). Las dietas cubrieron las recomendaciones de nutrientes para cerdos de engorde estándares propuestas por FEDNA (2013).

El consumo medio diario (CMD) de pienso se controló midiendo la oferta y el rehusado por corral un día por semana. Los animales se pesaron semanalmente para calcular su ganancia media diaria (GMD) en cada fase por regresión lineal. Asimismo, el consumo de agua por corral se controló diariamente mediante contadores volumétricos. El purín se muestreó (1 kg/fosa) para analizar su contenido de materia seca (MS), N amoniacal por destilación y N total por combustión (Kjeldahl). El N orgánico del purín se determinó por diferencia entre el N total y amoniacal.

Se tomaron muestras de sangre de la vena yugular de 28 cerdas, 14 por tipo genético (1-2 cerdas/corral), para determinar la concentración sérica de urea, creatinina y lactato deshidrogenasa (LDH) a las 12, 16 y 22 semanas de edad mediante pruebas enzimáticas con un analizador Beckman Coulter (California, EEUU). Las cerdas se sacrificaron en un matadero comercial situado a 245 km, después de 18 h de ayuno y 3 h de espera. Las canales se pesaron para calcular su rendimiento (peso canal x 100/PV).

Para conseguir una distribución normal de los datos, los metabolitos sanguíneos se transformaron a logaritmo. Todos los datos se analizaron con un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó el tipo genético, la fase y la interacción entre ambos como efectos fijos

y el corral/cerda como efecto aleatorio (Jmp Pro 11, SAS Institute, Cary, EEUU). Las diferencias entre medias se evaluaron con una *t*-Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas de ambas líneas paternas mostraron similares CMD y GMD entre las 10 y 12 semanas de edad ($P>0,05$) (Figura 1). Sin embargo, entre las 13 y 22 semanas de edad, tanto el CMD como la GMD fueron superiores en las cerdas con LP Duroc que en sus homólogas LP Pietrain ($P<0,05$). El índice de conversión ($3,08$ vs. $2,84 \pm 0,07$ g/g, $P=0,03$) y el consumo de agua por unidad de pienso ($3,45$ vs. $2,63 \pm 0,17$ L de agua/kg de pienso; $P=0,004$) fueron superiores en las cerdas LP Duroc que en las LP Pietrain.

Estas diferencias se tradujeron en un mayor peso al sacrificio en las cerdas Duroc que en las Pietrain ($105,3$ vs. $102,2 \pm 0,8$ kg; $P=0,01$). Aunque el peso de la canal no difirió entre cerdas con distinta LP ($78,4$ vs. $78,9 \pm 0,7$ kg; $P=0,62$), el rendimiento fue menor en cerdas con LP Duroc que Pietrain ($74,4$ vs. $77,2 \pm 0,6\%$; $P=0,002$). En trabajos previos, las cerdas de LP Duroc presentaron GMD superiores y menores tasas de deposición de magro que sus homólogas de LP Pietrain, aunque dichas diferencias quedarían anuladas a las 26 semanas de edad (135-145 kg) (Edwards et al., 2006).

La concentración de urea sérica, que refleja el catabolismo de aminoácidos, fue menor en las cerdas de LP Duroc que LP Pietrain a las 12 semanas de edad ($10,2$ vs. $13,5$ mg/dL, error log=0,04; $P<0,05$), pero no difirió a las 16 y 22 semanas de edad ($18,0$ y $18,5$ mg/dL, error log=0,04; $P>0,05$; Figura 2). La concentración de urea sanguínea podría utilizarse como estimador de las necesidades de Lys y del resto de aminoácidos esenciales (Coma et al., 1995), siempre que la dieta no limite el aporte de aminoácidos no esenciales (Suárez-Belloch et al., 2015), que implicaría el catabolismo de proteína corporal.

En dietas con nivel bajo de PB, podría ser necesario valorar conjuntamente la concentración de urea y creatinina sérica, dada la relación fisiológica entre ambos metabolitos a nivel renal. La concentración de creatinina sérica, como índice de la masa muscular, fue inferior en las cerdas de LP Duroc que en LP Pietrain durante todo el engorde ($1,35$ vs. $1,51$ mg/dL, error log=0,01; $P=0,001$). Sin embargo, la ratio urea/creatinina fue similar en ambos grupos a las 12 y 16 semanas de edad ($11,1$ y $13,1$; error log=0,03; $P>0,05$) y superior en LP Duroc que en LP Pietrain a las 22 semanas de edad ($11,7$ vs. $8,1$; error log=0,03; $P<0,05$; Figura 2). Esta diferencia podría evidenciar una ligera carencia de aminoácidos esenciales en las cerdas de LP Pietrain en relación a las de LP Duroc, que pudo limitar sus resultados productivos. Las normas FEDNA (2013) recomiendan aportar hasta 0,96% de Lys total para cerdos de alta conformación en la fase entre 60 y 100 kg, utilizando piensos con similar nivel de energía que en este estudio (3180 kcal EM/kg). El NRC (2012) indica que las hembras requieren entre 0,99% y 0,89% de Lys total entre 50 y 100 kg PV, con piensos más concentrados en energía (3300 kcal EM/kg). En ambos casos, la relación Lys/EM recomendada sería 3 g Lys/Mcal EM, un valor que no se alcanzó en la última fase de este estudio (65-105 kg PV).

La reducción de los resultados productivos en cerdos de líneas magras con dietas bajas en PB ha sido también observada en trabajos recientes (Bunger et al., 2015), a pesar de tener en cuenta el equilibrio de proteína ideal en la formulación del pienso. Los programas de alimentación en esta fase se clasifican normalmente por niveles de PB, aunque deberían definirse por su nivel de Lys digestible y especialmente por la relación entre Lys digestible y energía neta aportada (NRC, 2012). Teniendo en cuenta que la ingestión de energía limita la deposición de magro durante la fase de crecimiento (Quiniou et al., 1996), la ratio entre Lys y energía aportada debería ser incrementada cuando el nivel de PB de la dieta es bajo.

La actividad de la enzima LDH en suero, que refleja glucogenólisis muscular y/o hepática, fue constante en las cerdas de LP Duroc durante todo el engorde (1738 , 1738 y 1259 U/L, error log=0,06 a 12, 16 y 22 semanas de edad, respectivamente; $P>0,05$), mientras que las cerdas con LP Pietrain mostraron una elevación de la misma a las 16 semanas de edad, en comparación con el resto de muestreos (1288 , 2570 y 1479 U/L, error log=0,06).

El purín de las cerdas LP Duroc fue más diluido que el de LP Pietrain (117 vs. 200 g de MS/kg). La concentración de N orgánico (de origen fecal, mayoritariamente) del purín fue similar en ambas líneas paternas (37 vs. 32 ± 6 g/kg MS; $P=0,55$), pero la concentración de nitrógeno amoniacal del purín tendió a ser superior en Duroc que en Pietrain (31 vs. 21 ± 4 g/kg MS; $P=0,07$).

Estos resultados sugieren la necesidad de incrementar los aportes de aminoácidos esenciales en las dietas estándar bajas en PB para no limitar los resultados productivos de algunos tipos genéticos con elevada capacidad de deposición de tejido magro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bunger et al., 2015. Anim. Prod. Sci. (en prensa) • Coma et al., 1995. J. Anim. Sci. 73: 472-481 • Edwards et al., 2006. J. Anim. Sci. 84: 266-275 • FEDNA, 2013. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA (2ª edición) • NRC, 2012. Nutrient Requirements of Swine • Quiniou et al. 1996. Anim. Sci. 63: 277-288 • Suárez-Belloch et al., 2015. Liv. Sci. 171: 36-43.

Agradecimientos: Financiación del DAAM (Generalitat de Catalunya).

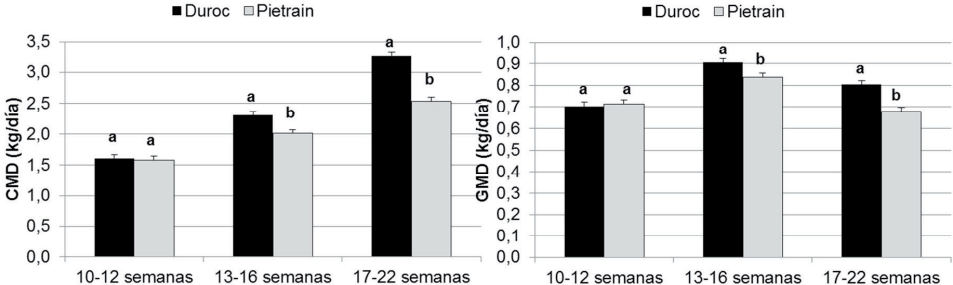


Figura 1. Consumo medio diario (CMD) y ganancia media diaria (GMD) en cerdas de engorde de línea paterna Duroc y Pietrain

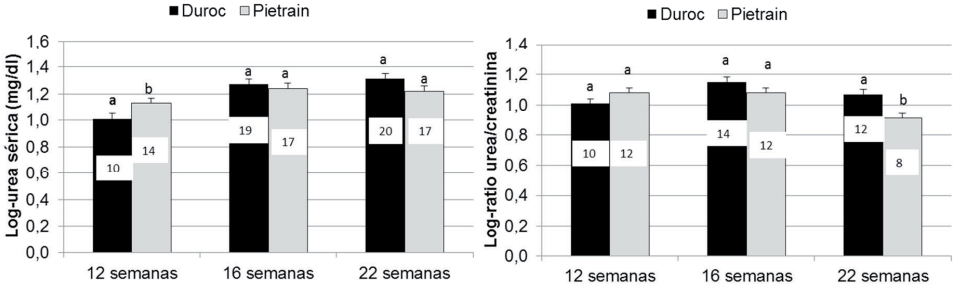


Figura 2. Urea y ratio urea/creatinina sérica (en logaritmo) en cerdas de engorde de línea paterna Duroc y Pietrain (dentro de cada barra se expresa el valor transformado)

MAY WE USE THE SAME FEED IN TWO GENETIC TYPES OF GROWING-FINISHING GILTS WITHOUT AFFECTING THEIR PRODUCTIVE PERFORMANCE?

ABSTRACT: This work compared the nutritional requirements of growing-finishing gilts from Landrace x Large-White dams sired by Duroc (n=40) or Pietrain (n=40). Both gilt groups were phase-fed the same 3 diets from 30 to 105 kg.

The gilts showed similar feed intake and growth rate between 10 and 12 weeks of age, but these were greater in Duroc than in Pietrain from 13 to 22 weeks of age. Overall feed conversion rate was greater in Duroc than in Pietrain. The ratio serum urea/creatinine was similar in both groups until 16 weeks of age but thereafter it was greater in Duroc than in Pietrain. Serum LDH throughout fattening was steady in Duroc but not in Pietrain. Faecal nitrogen did not differ but slurry ammonia nitrogen tended to be greater in Duroc compared to Pietrain. Lean gilts (Pietrain sires) may respond to additional aminoacid supply.

Keywords: pigs, ideal protein, lysine, phase-feeding.



CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2014-15-16

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	* MEJORA GENÉTICA VEGETAL	29 Sep. 14/5 Jun. 15	Zaragoza	IAMZ/UdL
	* OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	21 Sep. 15/27 Mayo 16	Córdoba	UCO/JA/CSIC/ INIA/ IAMZ
	PRODUCCIÓN INTEGRADA DE OLIVAR	9-14 Nov. 15	Zaragoza	IAMZ/COI
	ESTRATEGIAS DE GENOMA COMPLETO EN SELECCIÓN DE PLANTAS	18-22 Ene. 16	Zaragoza	IAMZ
	USO DE SENSORES EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN	7-11 Mar. 16	Zaragoza	IAMZ
	TENDENCIAS ACTUALES EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	4-8 Abr. 16	Zaragoza	IAMZ/FERT/ICARDA
PRODUCCIÓN ANIMAL	* MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	29 Sep. 14/26 Jun. 15	Valencia/ Barcelona	UPV/UAB/IAMZ/ IVIA/INIA
	RECURSOS FORRAJEROS EN ZONAS ÁRIDAS: FACTORES DETERMINANTES Y ESCENARIOS FUTUROS	27 Oct.-1 Nov. 14	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	VACUNAS EN PRODUCCIÓN GANADERA: CONCEPTOS, DESARROLLOS, REGLAMENTACIONES Y APLICACIONES	19-23 Ene. 15	Zaragoza	IAMZ/OIE
	APLICACIONES DE LA BIOINFORMÁTICA EN MEJORA ANIMAL	9-13 Mar. 15	León	IAMZ/ULE
	GANADERÍA DE PRECISIÓN	13-17 Abr. 15	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto PLF
	* NUTRICIÓN ANIMAL	28 Sep. 15/3 Jun. 16	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA/ UPM

(* **Cursos de Especialización de Posgrado** del correspondiente **Programa Master of Science** (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 14-15; 16-17; 18-19
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 15-16; 17-18; 19-20
- NUTRICIÓN ANIMAL: 15-16; 17-18; 19-20
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 14-15; 16-17; 18-19
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 14-15; 16-17; 18-19
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 15-16; 17-18; 19-20
- ACUICULTURA: 14-15; 16-17; 18-19
- GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE: 15-16; 17-18; 19-20

Se destinan primordialmente a titulados universitarios 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 de 2015. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Marketing agroalimentario y Gestión pesquera sostenible finaliza el 4 de mayo de 2015. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción y Acuicultura finaliza el 2 de mayo de 2016.

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.

Erasmus Mundus Master (** marcado con dos asteriscos en el listado). Se celebra todos los años. Para obtener mayor información y realizar la solicitud consulte la página web <http://www.master-edamus.eu/>

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, Líbano, 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	29 Sep. 14/5 Jun. 15	Zaragoza	IAMZ/UdL
	CARTOGRAFÍA DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS PARA LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO	15-19 Feb. 16	Zaragoza	IAMZ
	INDICADORES AGROAMBIENTALES Y DE DESARROLLO COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	16-20 Mayo 16	Zaragoza	IAMZ
	ÁREAS PROTEGIDAS Y PLANIFICACIÓN SOCIOECOLÓGICA DEL TERRITORIO	13-17 Jun.16	Zaragoza	IAMZ
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MARKETING DE ALIMENTOS	METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA VOLATILIDAD EN LOS PRECIOS DE LOS ALIMENTOS	17-21 Nov. 14	Zaragoza	IAMZ/FAO/ UE-Proyecto ULYSSES
	MICROBIOLOGÍA PREDICTIVA	9-13 Feb. 15	Zaragoza	IAMZ
	TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA MEJORAR LA TRAZABILIDAD DE LA CADENA ALIMENTARIA	23-27 Mar. 15	Zaragoza	IAMZ
	E-BUSINESS Y E-MARKETING A LO LARGO DE LA CADENA AGROALIMENTARIA: DESARROLLOS RECIENTES	8-12 Jun. 15	Zaragoza	IAMZ
	** MÁSTER ERASMUS MUNDUS EN GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS (EDAMUS)	Sep. 15-Jun. 16 / Sep. 16-Jun. 17	Montpellier y otros países del Consorcio	UM1/IAMM/IAMZ/ UNIBAS/UCP/UC1
	* MARKETING AGROALIMENTARIO	28 Sep. 15/3 Jun. 16	Zaragoza	IAMZ
	MÉTODOS MOLECULARES PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS	11-15 Abr. 16	Derio	IAMZ/AZTI-Tecnalia
PESCA Y ACUICULTURA	* ACUICULTURA	1 Oct. 14/12 Jun. 15	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/IAMZ
	SUBPRODUCTOS DE LA PESCA: INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y USOS	22-26 Sep. 14	Zaragoza	IAMZ/FAO
	APLICACIÓN DE LA EPIDEMIOLOGÍA EN LA SANIDAD DE ANIMALES ACUÁTICOS	15-19 Dic. 14	Zaragoza	IAMZ
	DATOS DE MARKETING DE PRODUCTOS DEL MAR: INTERPRETACIÓN DE ESTADÍSTICAS Y PREDICCIÓN DE TENDENCIAS DE MERCADO	23-27 Feb. 15	Zaragoza	IAMZ/FAO
	AVANCES EN EL CULTIVO DE PECES PLANOS	11-15 Mayo 15	Zaragoza	IAMZ
	* GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE	15 Oct. 15/15 Jun. 16	Alicante	UA/MAGRAMA/ IAMZ
	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN MOLUSCOS BIVALVOS	21-25 Sep. 15	Santiago de Compostela	IAMZ/FAO/USC
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	14-18 Dic. 15	Zaragoza	IAMZ
	HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA EN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LA PESCA	25-29 Abr. 16	Zaragoza	IAMZ
	CULTIVO DE ALGAS MARINAS: TÉCNICAS, USOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	23-27 Mayo 16	Las Palmas de Gran Canaria	IAMZ/ULPGC

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: de la página web: de la página web: de la página web: 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

