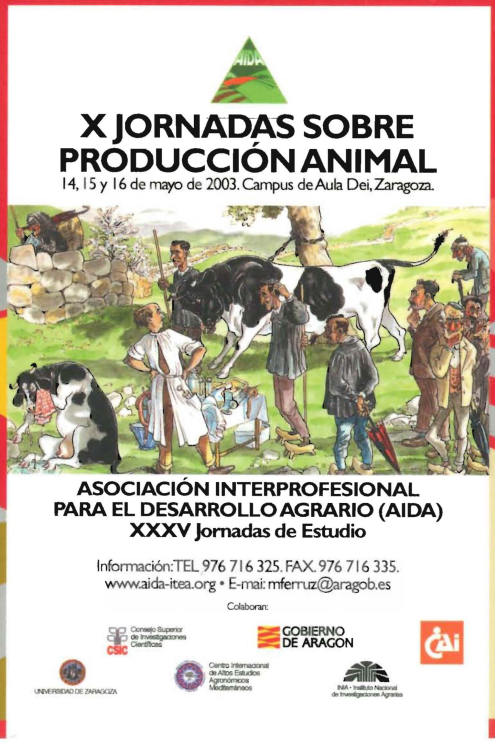
ITEA

Volumen Extra, Número 24 - Tomo I (2003)

X JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

ASOCIACION INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO



ASOCIACION INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

XXXV JORNADAS DE ESTUDIO

X JORNADAS

SOBRE PRODUCCION ANIMAL

14, 15 y 16 de Mayo de 2003

Zaragoza

TOMO I

COLABORAN:

Gobierno de Aragón: Departamento de Agricultura
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)
Caja de Ahorros de la Inmaculada (CAI)
Universidad de Zaragoza
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)

I T E A

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

SECRETARIO:

RAFAEL DELFA BELENGUER

COORDINADORES DE SECCION:

Genética: LUIS ALBERTO GARCIA CORTES
Patología: CLARA Mª MARIN ALCALA
Nutrición-Alimentación Animal: MARGARITA JOY TORRENS
Sistemas Ganaderos- Economía y Gestión: ISABEL CASASUS PUEYO
Calidad de los productos: PERE ALBERTI LASALLE
Reproducción: JOSE LUIS ALABART ALVAREZ

Secretaría: Mercedes Ferruz Andrés

Mayo 2003 Volumen Extra Número 24 tomo I	**DIRECCION Y REDACCION** Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INO Reproducciones, S.A. 50013 Zaragoza

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

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

PRESENTACIÓN

Estimados colegas:

Bienvenidos a las XXXV Jornadas de estudio de AIDA, X sobre Producción Animal. Espero y deseo que vuestra estancia en Zaragoza sea tan provechosa y fructífera, como estoy seguro lo fue en anteriores ocasiones.

El éxito de la Reunión parece asegurado, después de comprobar la calidad y rigor científico de los 273 trabajos publicados, para su presentación y discusión a lo largo de estos días. Posibilitando el intercambio de información y pareceres entre profesionales de la Zootecnia, que constituye el objetivo básico y fundamental de este evento.

Respecto a las diferentes Secciones que desde 1985 dan horma a las Jornadas, debemos remarcar el constante crecimiento y posterior estabilización en el número de comunicaciones de Genética, Nutrición y Reproducción. Sufriendo un declive paulatino por parte de Patología, debido a la nueva presencia de otros foros específicos sobre el tema en el panorama Nacional. Debemos destacar no obstante el gran incremento en el número de trabajos presentados, desde su creación, de la Sección de Calidad que este año se ha disparado hasta los 84.

En términos relativos y para tener una visión general de la contribución de las diferentes Secciones a las Jornadas, Calidad contribuye con el 31 % de los trabajos, Nutrición el 22 %, Genética el 20 %, Reproducción el 15 %, Sistemas y Economía el 8 % y Patología el 4 %.

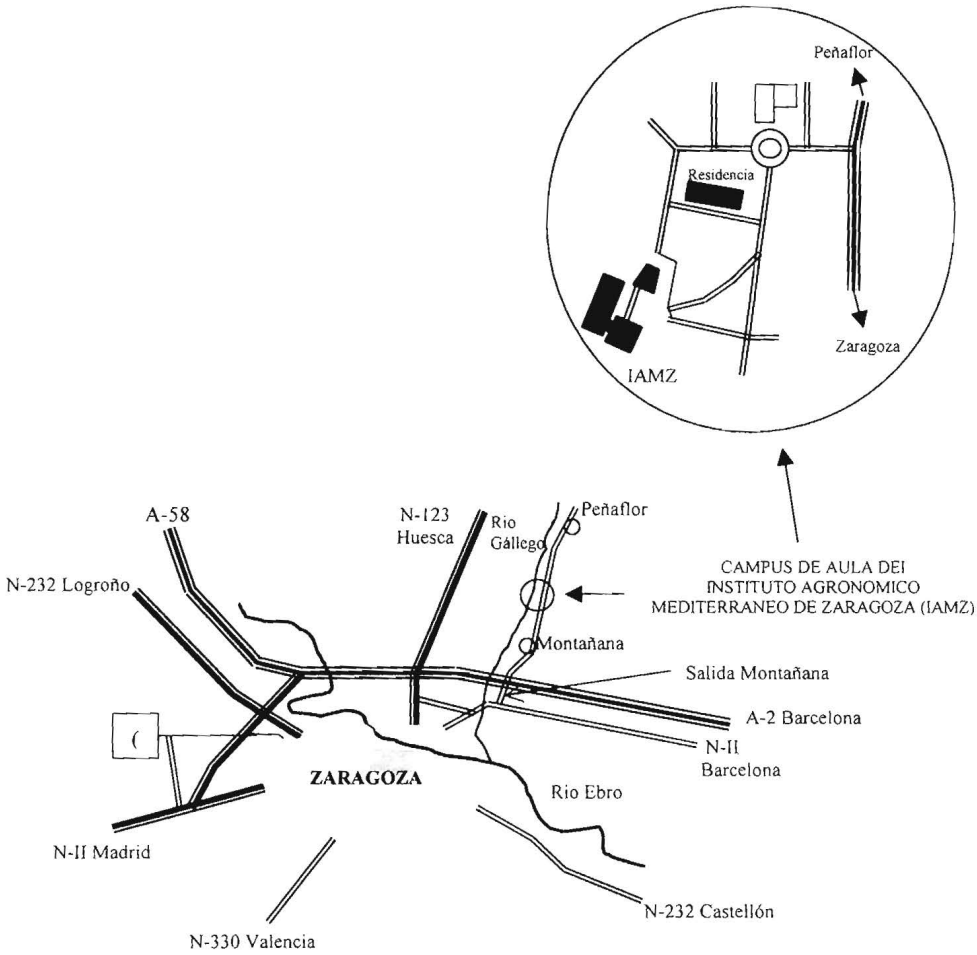
Finalmente, no quisiera despedirme sin agradecer la inestimable colaboración que he tenido en la organización de las Jornadas por parte de Mercedes Ferruz. Coordinadores de Sección y Moderadores, muy especialmente Pere Albertí. Carolina, mi primogénita, sin cuya ayuda se habría hecho interminable la corrección de los títulos y autores. Diferentes Instituciones que nos prestan sus medios, instalaciones o ayuda económica y ¡¡¡cómo no!!!, a todos vosotros los PARTICIPANTES que constituis el "Alma Mater" de las Jornadas.

Rafael Delfa Belenguer
Secretario de las X Jornadas sobre Producción Animal

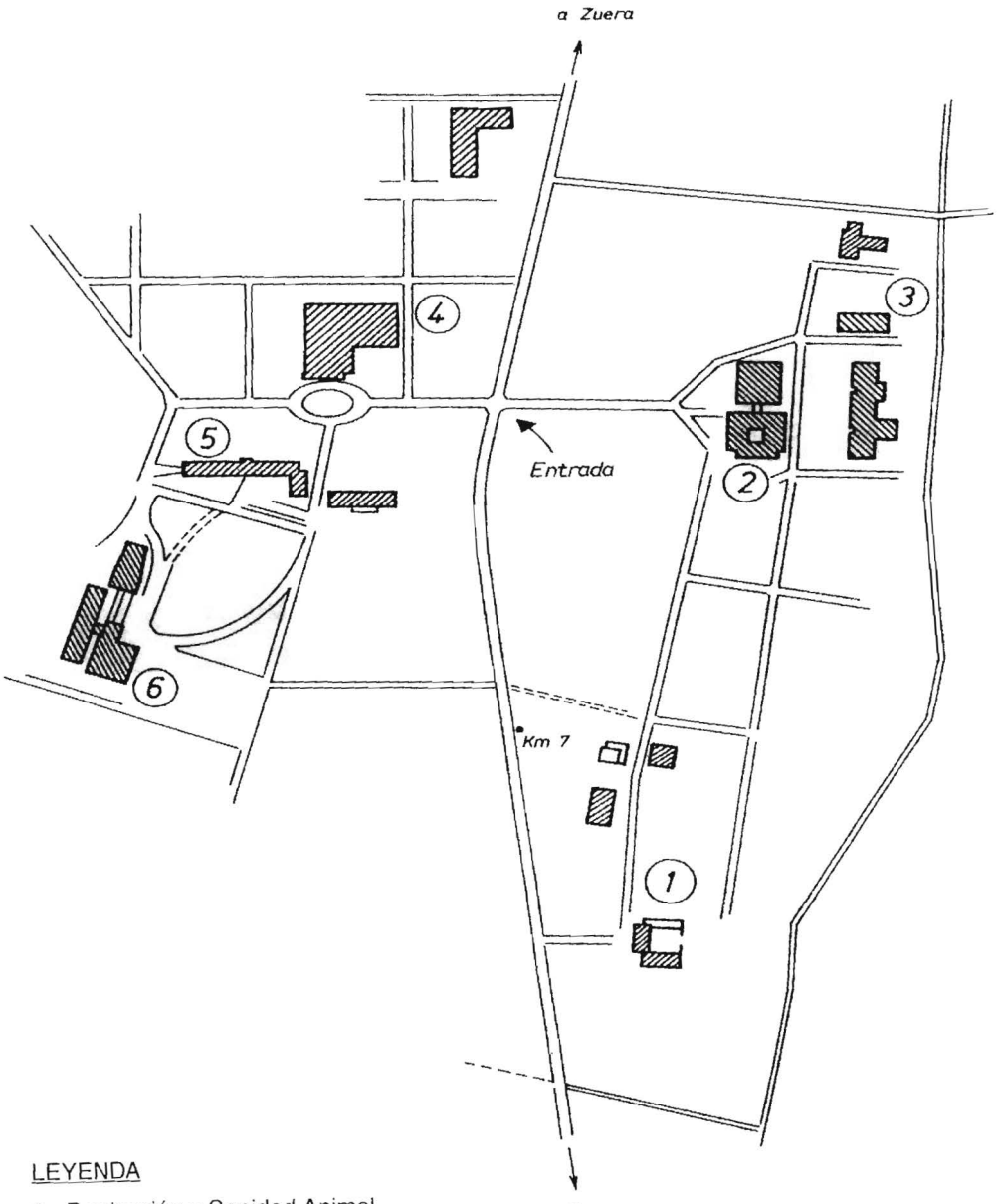
CIHEAM - Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ)
Carretera de Montañana 1005, Apartado 202 - 50080 Zaragoza - España - Spain
Tel.: +34 976 716000 – Fax: +34 976 716001 - e-mail: iamz@iamz.ciheam.org

ACCESO AL INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

El Instituto se encuentra situado en el **Campus de Aula Dei,** a unos 15 kms del centro de la ciudad, en el km 7 de la carretera comarcal de Montañana a San Mateo. Para su acceso, si utiliza su propio vehículo, tome la Nacional II, o Autopista 2, dirección Lérida-Barcelona (dirección Zaragoza si viniera de Cataluña) y desvíese en la salida Montañana-Santa Isabel, atraviese la barriada de Montañana y aproximadamente a unos 4 kms encontrará a su derecha el indicador del "Campus" y en la rotonda encontrará el indicador **Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza CIHEAM.**



CAMPUS de AULA DEI



LEYENDA

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

PROGRAMA JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

Miércoles, 14 de mayo de 2003

	Genética	Patología Animal	Nutrición-Alim.Animal	Sist. Ganad.-Econ.Agr.	Calidad de los produc.	Reproducción
09.00 h – 10.30 h	**ENTREGA DE DOCUMENTACION** **I N A U G U R A C I Ó N: EXCMO. SR. CONSEJERO DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN** **CONFERENCIA INAUGURAL**: "La nueva Política Agraria Común, implicaciones sobre nuestras producciones ganaderas" ***Autor**: Valentín Almansa de Lara.- Subdirector General de Vacuno y Ovino* *Dirección General de Ganadería.- Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación*					
10,30 h - 11,00 h	**Café**					
11.00 h – 13.00 h	Sesión I QTL I A. Fernández (5 C)	Sesión I Patología C. Marín (10 C)	Sesión I Alimentación/Sintesis microbiana A. de Vega (8 C)		Sesión I Bovino A.R. Mantecón (9 C)	Sesión I Producción in vitro de embriones, crioconservación, clonación y expresión génica M.J. Cocero (7 C)
13.00 h – 14.30 h	Sesión II QTL II J.J. Arranz (5 C)		**12.45 h:** Sesión II Analítica-Valoración J. Plaixats (8 C)		Sesión II Bovino J.A. Carballo (7 C)	
14.30 h – 15.30 h	**Comida**					
15.30 h – 17.00 h	Sesión III Análisis supervivencia E. Gómez (3 C)		Sesión III No rumiantes I L. Rosil (5 C)	Sesión I Tipificación A. Sanz (11 C)	Sesión III Bovino G. María (9 C)	Sesión I (Cont) Producción in vitro de embriones, crioconservación clonación y expresión génica M.T. Paramio (6 C)
17.00 h – 18.00 h	**16.45 h:** Sesión IV Selección M. Piles (4 C)		**16.45 h :** Sesión IV No rumiantes II R. Carabaño (5 C)		Sesión IV Bovino V. Cañeque (6 C)	
18.00 h	**Vino**					

Jueves, 15 de mayo de 2003

	Genética	Patología Animal	Nutrición Ali.Animal	Sist. Ganad.-Econ.Agr.	Calidad de los produc.	Reproducción
09.00 h – 10.30 h	Sesión V Genét.molecular O. Vidal (5 C)		Sesión V Digestibilidad I S. López (6 C)		Sesión V Ovino Canal J.A. Mendizábal (8 C)	Sesión II Cons.del semen e I.A.rumiantes J.A. Cebrián (4 C)
10.30 h – 11.00 h	**Café**					
11.00 h – 12.30 h	Sesión VI Diversi.genética R. Avellanet (5 C)		Sesión VI Digestibilidad II S. Calsamiglia (6 C)	Sesión II Comercializ./costes A. Bernués (5 C)	Sesión VI Ovino/Caprino M. Oliván (9 C)	Sesión II (Cont) Cons.del semen e I.A.rumiantes J.A. Cebrián (4 C)
12.30 h – 14.30 h	**13.00 h:** Sesión VII Parámet. Gente. G. Yagüe (4 C)		**12.45 h:** Sesión VII Digestibilidad III M. Fondevila (6 C)	Sesión III Aspectos productivos D. Villalba (6 C)	Sesión VII Leche F. Ruiz de Huidobro (8 C)	**12.45 h:** Sesión III Cons.del semen e I.A, cerdas y conejas T. Muiño (4 C)
	14.15 h: Reunión Grupo Genética					
14.30 h - 15.30 h	**Comida**					
15.30 h – 16.30 h	**Asamblea General**					
16.30 h – 19.00 h	Sesión VIII Sesión de Posters		Sesión VIII Aditivos/Ferment. I B. de las Rozas (6 C)		Sesión VIII Porcino M.D. Recio (7 C)	Sesión IV Control Reprod.Ovino A. González- Bulnes (5 C)
			17.45 h: Sesión IX Aditivos/Ferment. II P. Frutos (5 C)		**18.00 h:** Sesión IX Porcino M. Tor (7 C)	

Viernes, 16 de mayo de 2003

	Genética	Patología Animal	Nutrición Ali.Animal	Sist. Ganad.-Econ.Agr.	Calidad de los produc.	Reproducción
09.00 h – 10.30 h	Sesión IX Metod.y Modelos L. Mocé (5 C)		Sesión X Aditivos/producción F.J. Giráldez (6 C)		Sesión X Aves/huevos R. Cepero (5 C)	Sesión V Reprod.Caprina y Porcina F. Forcada (5 C)
					9.45 h: Sesión XI Aves/Huevos A. Torres B. (5 C)	
10.30 h – 11.00 h	**Café**					
11.00 h – 12.30 h	Sesión X Miscelánea J. Fernández (4 C)		Reunión: RED ALIMENTOS A.R. Mantecón		Sesión XII Conejos M. López (4 C)	Sesión VI Reprod. Bovina R. Revilla (5 C)
12.30 h – 12.45 h	**RESUMEN SECRETARIOS SESIONES**					
12.45 h	**CLAUSURA DE LAS JORNADAS**					

INDICE

TOMO I

Conferencia inaugural: La nueva Política Agraria Común, implicaciones sobre nuestras producciones ganaderas.
Autor: Ilmo. Sr. D. Valentín Almansa de Lara

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los Productos: Bovino. Pág.

- Comparación de cuatro razas bovinas en producción de carne: I. Resultados productivos en cebadero.- Monsón F., Sierra I. 7
- Comparación de cuatro razas bovinas en producción de carne: II. Resultados económicos en cebadero.- Monsón F., Sierra I. 10
- Despiece y características de la canal de terneros de razas rústicas de la Dehesa en dos sistemas de producción.- García S., López M., Robles A.M., Izquierdo M., Espejo M. 13
- Caracterización de las canales de los añojos acogibles a la I.G.P. 'Ternera Gallega': Efecto de la conformación.- Carballo J.A., Oliete B., Moreno T., Varela A., Monserrat L., Sánchez L. 16
- Estudio preliminar de caracterización de la calidad de carne de la ternera de la dehesa andaluza.- Alcalde M.J., Panea B., Olleta J.L., Sierra I., Porras C. 19
- Características físico-químicas y calidad sensorial de la carne de terneros añojos de las razas Asturianas cebados en intensivo o extensivo.- Oliván M., Osoro K., Martínez A., Guerrero L. 22
- Efecto del genotipo y la castración sobre la calidad físico-química y sensorial de la carne de terneros añojos cebados en intensivo.- Oliván M., Martínez M.J., Mocha M., García P., Martínez A., Castro P., Osoro K. 25
- Estudio textural de la carne de vacuno. I: Análisis instrumental.- Sañudo C., Monsón F., Panea B., Pardos J.J., Olleta J.L. 28
- Estudio textural de la carne de vacuno. II. Análisis sensorial.- Panea B., Monsón F., Olleta J.L., Martínez-Cerezo S., Pardos J.J., Sañudo C. 31
- Reparto y composición de la grasa de la canal de terneros de raza Parda, en función de la suplementación de la dieta de cebo con leche entera.- Vieira C., Guirao J., García-Cachán M.D. 34
- Efecto de la suplementación con leche de la dieta de cebo de terneros de raza Parda, sobre las características de calidad de la carne.- Vieira C., García-Cachán M.D., Cerdeño A., Mantecón A.R. 37
- Percepción de la calidad de la carne de vacuno: Caso de la IGP Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea.- Alvarez S. , Alvarez M.J., Albardíaz M.A., Díaz C., Horcada A., Revilla I. 40

- Evolución post-mortem de la dureza instrumental de la carne de distintos genotipos de las razas bovinas Asturianas.- Olivan M., Mocha M., Martínez A., Castro P., Osoro K. 43
- Texturometría en carne fresca. I. Análisis comparativo de dos métodos (WB y TPA).- Ruiz de Huidobro F., Onega E., Blázquez B., Miguel E. 46
- Texturometría en carne fresca. II. Resultados en muestras de carne cruda y cocinada.- Ruiz de Huidobro F., Blázquez B., Miguel E., Onega E. 49
- Diagnóstico del sacrificio bovino en los mataderos industriales de Venezuela (período 1997-2001).- Vitto R., Maldonado M., Ciria J. 52
- Efecto del sistema de cebo, extensivo vs intensivo, en los crecimientos y características de la canal de terneros Asturianos de los Valles.- Martínez A., García P., Menéndez J., García U., Osoro K. 55
- Diferencias en los crecimientos y características de la canal según presencia del gen de la hipertrofia muscular.- Martínez A., García P., García U., Menéndez J., Castro P., Osoro K. 58
- Efecto de la castración en los crecimientos y características de la canal en terneros Asturianos de los Valles nacidos en otoño sometidos a cebo intensivo.- Martínez A., García P., García U., Menéndez J., Castro P., Osoro K. 61
- Estimación de la calidad sensorial de la carne de vacuno y del valor comercial de la canal mediante la utilización de la tecnología de Ultrasonidos.- Indurain G., Goñi M.V., Sarries M.V., Insausti K., Esquiroz M., Alfonso L., Beriain M.A., Purroy A. 64
- Aplicación del análisis instrumental y la espectroscopia en el infrarrojo cercano para identificar la raza de origen de la carne.- Olivan M., Martínez-Cerezo S., de la Roza B., Osoro K., Albertí P., Mocha M., Martínez M.J., Panea B., Olleta J.L., Sañudo C. .. 67
- Caracterización de siete razas bovinas españolas por análisis multivariante a partir de medidas de análisis químico, instrumental, sensorial y desarrollo del tejido graso.- Albertí P., Sañudo C., Mendizabal J.A., Ripoll G., Olleta J.L., Panea B., Alzón M., Indurain G. 70
- Color del músculo y de la grasa subcutánea de canales bovinas de siete razas faenadas a tres pesos diferentes.- Albertí P., Ripoll G., Sañudo C., Olleta J.L., Panea B., Lahoz F. 73
- Estimación del porcentaje de carne de la canal a partir de la clasificación y de las medidas morfológicas de la canal de terneros y añojos de siete razas.- Albertí P., Ripoll G., Lahoz F., Sañudo C., Olleta J.L., Panea B., Pardos J.J. 76
- Determinación mediante técnicas de aprendizaje automático de los atributos relevantes para la clasificación oficial SEUROP de canales bovinas ligeras y pesadas.- Díez J., Fernández I., Bahamonde A., Alonso J., Royo L.J., Alvarez I., Goyache F. .. 79
- Efecto del transporte de larga duración sobre el bienestar animal y la calidad de la carne de bovino tipo añojo. Resultados preliminares.- María G.A., Villarroel M., Chacón G., García-Belenguer S., Sañudo C., Olleta J.L., Liotta L., Chiofalo V., Chiofalo B., Nani Costa L. 82
- Efectos de distintos tipos de bolos de identificación electrónica sobre su permanencia en el retículo-rumen de terneros de carne.- Ghirardi J., Caja G., Garín D., Hernández-Jover M. 85
- La saliva en la evaluación del eje corticotropo en ganado vacuno.- Chacón G., García-Belenguer S., Illera del Portal J.C., Palacio J. 88

- Respuesta a la estimulación con ACTH en dos razas de ganado bovino.- Chacón G., Palacio Liesa J., García-Belenguer S., Sanz A., Revilla R. 91
- Métodos de derivatización de ácidos grasos para la determinación de los linoleico conjugados en carne.- Aldai N., Nájera Al., Osoro K. 94
- Composición en ácidos grasos de la carne de potro producida en Navarra.- Sarriés M.V., Indurain G., Goñi V., Insausti K., Pérez de Muniain A., Beriain M.J. 97

Calidad de los Productos: Ovino

- Caracterización de dos corderos lechales madrileños (Colmenareño y Rubio de El Molar) I. Calidad de las canales.- Blázquez B., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Onega E. 100
- Caracterización de dos corderos lechales madrileños (Colmenareño y Rubio de El Molar) II. Calidad de las carnes.- Blázquez B., Miguel E., Ruiz de Huidobro F., Onega E. 103
- Efecto del peso y del sexo sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos de la raza Churra Galega Mirandesa.- Teixeira A., Cádavez V., Bueno M.S., Pereira E., Batista S., Rodrigues S., Matos S., Delfa R. 106
- Influencia de la raza, ecotipo, sexo y peso sobre la calidad instrumental (textura) de la carne en el ternasco de Aragón.- Monsón F., Medel I., Olleta J.L., Panea B., Pardos J.J., Sañudo C., Sierra I. 109
- Estudio comparativo del crecimiento y de las características de la canal de corderos de raza Assaf y Assaf x Merino.- Rodríguez A.B., Mantecón A.R., Lavín P., López J., Girález F.J. 112
- Efecto del sistema de explotación sobre la canal de corderos de raza Navarra.- Eguinoa P., Lanas S., Ochoa J. 115
- Poder discriminante de la clasificación de canales de cordero lechal según la cantidad de grasa pelvicorrenal.- Miguel E., Cañeque V., Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Díaz M.T., Lauzurica S., Pérez C., Onega E., Blázquez B. 118
- Poder discriminante de la clasificación de canales de cordero lechal según el estado de engrasamiento y la conformación, en canales de ambos sexos.- Miguel E., Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Díaz M.T., Pérez C., Velasco S., Lauzurica S., Onega E., Blázquez B. 121
- La longitud del sarcómero según raza, peso al sacrificio y músculo en la especie ovina. Relación con la textura instrumental.- Martínez-Cerezo S., Olleta J.L., Sañudo C. 124
- Evolución de la calidad de la carne de cordero envasada en atmósferas modificadas.- Vergara H., Berruga Mª.I., Gallego L. 127
- Utilización de aceite de palma en la ración de corderos en crecimiento: 1. Efecto sobre la composición corporal.- Manso T., Castro T., Mantecón A.R., Jimeno V., Ciria J. 130
- Utilización de aceite de palma en la ración de corderos en crecimiento: 2. Efecto sobre la composición de la grasa.- Manso T., Castro T., Guirao J., Mantecón A.R., Asenjo B. 133
- Composición de la grasa de corderos Merinos cebados con alpeorujo.- López Gallego F., Rodriguez P.L., Pascual M.R., Chaso M.A., López Parra M.M. 136
- Efecto de la administración de vitamina A sobre el desarrollo del tejido graso en corderos en crecimiento.- Arana A., Alzón M., Eguinoa P., Ochoa J., Mendizábal J.A., Purroy A. 139

- Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas de tejidos in vivo efectuadas con ultrasonidos en ovejas adultas y sus correlaciones con la condición corporal.- Bueno M.S., Matos S., Cádavez V., Pereira E., Rodrigues S., Batista S., Delfa R., Teixeira A. 142
- Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas de tejidos in vivo realizadas con ultrasonidos y sus correlaciones con la condición corporal en cabras.- Matos S., Bueno M.S., Cádavez V., Rodrigues S., Pereira E., Delfa R., Teixeira A. 145
- Estimación de las reservas grasas de cabras Blanca Celtibérica mediante determinaciones realizadas en la región esternal o en la lumbar.- Mendizábal J.A., Delfa R., Arana A., González C., Eguinoa P., Alzón M., Purroy A. 148

Calidad de los Productos: Leche

- Fraccionamiento de la leche en ovejas de raza Assaf: 1.- Efectos del intervalo entre ordeños y nivel de producción.- Luiz Ramella J., González J.S., Mantecón A.R., López S., Andrés S. 151
- Fraccionamiento de la leche en ovejas de raza Assaf: 2.- Correlación con medidas de la glándula mamaria.- Luiz Ramella J., Mantecón A.R., González J.S., López S., Peláez R. 154
- La composición de la leche de oveja en rebaños de raza Churra según época del año.- Acero P., Pando V., Cedrún N. 157
- La calidad de la leche de oveja en rebaños de ovino de raza Churra.- Acero P., Pando V., Cedrún N. 160
- Producción y composición de la leche en la oveja Guirra: parto de primavera.- Rodríguez M., Escolar E., Paolini S., Beltrán M.C., Peris C., Molina P., Fernández N. 163
- Utilización de test de cribado para la detección de residuos antibióticos en leche de oveja.- Berruga M.I., Yamaki M., Novés B., Althaus R.L., Molina M.P., Molina A. ... 166
- Efectos de la supresión de un ordeño a la semana sobre la producción de leche en vacas lecheras.- Ayadi M., Caja G., Such X., Knight C.H. 169
- Efectos de la gestación y el secado sobre la producción de leche en cabras Murciano-Granadinas.-Salama A.A.K., Caja G., Such X., Albanell E., Casals R. 172

Calidad de los Productos: Porcino

- Resultados preliminares sobre un estudio del orden de mama en lechones utilizando técnicas estadísticas no paramétricas.- Segura C., Esteban L., Balasch S., Navarro J.M., Torres A. 175
- Influencia de la inclusión de diferentes niveles de ácido oleico en la dieta sobre las características físico-químicas y sensoriales de la carne de cerdo graso.- Peinado J., Vieira C., Fuentetaja A., Medel P. 178
- Predicción de la calidad de la carne de cerdo (PSE) según las condiciones de manejo ante mortem y el genotipo RYR1.-Guárdia M.D., Estany J., Balasch S., Oliver M.A., Gispert M., Diestre A. 181
- Estudio del pH de la canal porcina en relación con la distancia del transporte en trayectos cortos.- Averós X., Valdelvira J.J., Alvariño J.M.R., Gosálvez L.F. 184
- Relación entre la distancia del transporte y las características de las canales.- Averós X., Valdelvira J.J., Alvariño J.M.R., Gosálvez L.F. 187
- Influencia de la inclusión de diferentes niveles de corrector vitamínico-mineral sobre la productividad y la calidad de la canal de cerdo graso.- Gómez E., Cortés M., Sánchez J., Nieto M., Gracia M.I. 190

- Determinación del contenido y composición de la grasa intramuscular a partir de una biopsia en porcino.- Bosch L., Tor M., Villalba D., Puigvert X., Estany J. 193
- Influencia de la reducción del aporte de pienso durante el período de crecimiento sobre los resultados productivos del cebo y características de la canal de cerdos pesados.- Daza A., López-Bote C.J., Rodriguez I., Ovejero I. 196
- Evolución del perfil de ácidos grasos del tejido adiposo subcutáneo de cerdos 3/4 Ibérico/ 1/4 Duroc cebados en montanera exclusiva.- Isabel B., Daza A., López-Bote C.J., Serradilla V. 199
- Efecto del tipo de grasa incluida en el pienso sobre el perfil de ácidos grasos del tejido subcutáneo de cerdos cruzados Ibérico x Duroc.- Isabel B., López-Bote C.J., Daza A. 202
- Comparación de distintos métodos de identificación para la trazabilidad del ganado porcino.- Hernández-Jover M., Caja G., Conill C., Alabern X., Ghirardi J., Farriol B. . 205
- Valoración de diferentes sistemas de cultivo de ácaros astigmátidos en laboratorio e identificación de especies.- Recio M.D., García M.D. 208
- Efecto de la línea macho sobre la productividad, la calidad de la canal y de la carne de cerdos destinados a la industria del jamón curado.- Latorre M.A., Fuentetaja A., Lázaro R., Valencia D.G., Mateos G.G. 211
- Efecto del peso al sacrificio sobre la productividad, la calidad de la canal y de la carne de cerdos destinados a la industria de productos curados.- Latorre M.A., Nieto M., Lázaro R., Gómez E., Mateos G.G. 214

Calidad de los Productos: Aves/Huevos

- Comparación de tres sistemas de producción de gallinas ponedoras (I): Producción de huevos.- Villagrá A., Blanes V., Guillén P.L., Lainez M., Torres A. 217
- Comparación de tres sistemas de producción de gallinas ponedoras (II): Otros parámetros productivos.- Villagrá A., Laínez M., Guillén P.L., Torres A. 220
- Comparación de tres sistemas de producción de gallinas ponedoras (III): Parámetros de calidad del huevo.- Villagrá A., Lainez M., Guillén P.L., Torres A. 223
- Resultados de la incubación de huevos de gallinas de la raza Extremeña Azul inseminadas con semen fresco.- Muriel A. 226
- Primeros resultados de la producción de capones de la raza Extremeña Azul criados en extensivo.- Muriel A. 229
- Comparación del crecimiento mediante modelos matemáticos entre la raza de gallinas autóctona Castellana Negra y la línea semipesada Sasso.- Miguel J.A., Ciria J., Asenjo B., Martínez E. 232
- Efecto del sistema de cría y de la estirpe en el uso del baño de arena en gallinas ponedoras alojadas en jaulas enriquecidas.- Buttow-Roll V.F., María G.A., Cepero R. 235
- Efecto del sistema de cría y la estirpe sobre el comportamiento y la productividad de gallinas ponedoras alojadas en jaulas acondicionadas.- Buttow-Roll V.F., María G.A., Cepero R., Chacón G. 238
- Eficacia de los dispositivos de desgaste de uñas en gallinas ponedoras comerciales.- Buttow-Roll V.F., Cepero R., María G.A. 241
- Efecto del tipo de jaula sobre la calidad comercial del huevo.- Cepero R., Buttow-Roll V.F., María G.A. 244

- Efecto de la selección por velocidad de crecimiento sobre la composición de la canal de conejo.- Pascual M., Plá M., Blasco A. 247
- Estimación de la composición química de la carne de conejo por espectroscopia NIR.- Plá M., Pascual M., Ariño B. 250
- Efecto de la selección por velocidad de crecimiento sobre la actividad de enzimas proteolíticos y lipolíticos de la carne de conejo.- Ariño B., Hernández P., Blasco A. 253
- Efecto de la selección por velocidad de crecimiento sobre la calidad sensorial de la carne de conejo.- Hernández P., Guerrero L., Ramirez J., Ariño B., Blasco A. 256

REPRODUCCIÓN

Reproducción: Producción in vitro de embriones, crioconservación, clonación y expresión génica

- Determinación del tiempo óptimo de maduración in vitro de óvulos de corderas prepúberes.- Marco-Jimenez F., Vicente J.S. 261
- Efecto del test de BCB y maduración en presencia de diferentes concentraciones de cisteamina sobre el desarrollo embrionario de ovocitos de cabras prepúberes.- Urdaneta A.E., Jiménez-Macedo A.R., Izquierdo M.D., Paramio M.T. 264
- Efecto de la premaduración con roscovitina y de la capacitación de los espermatozoides con ionomicina sobre el desarrollo embrionario de los ovocitos de cabra prepúberes.- Jimenez-Macedo A.R., Izquierdo D., Urdaneta A., Paramio M.T. 267
- Efecto del precultivo con roscovitina, un inhibidor del MPF, sobre los resultados de fecundación y desarrollo in vitro de ovocitos porcinos.- Romar R., Matas C., García E., Cánovas S., Gadea J., Coy P. 270
- Estudio de la tasa de recuperación de óvulos de vacuno según la técnica de obtención: aspiración o slicing y la fase estral ovárica.- Marco-Jimenez F., Vicente J.S. .. 273
- Vitrificación de ovocitos de ternera madurados in vitro: efecto de la técnica OPS (Open Pulled Straw) sobre el citoesqueleto y el uso cromosómico.- Albarracín J.L., Morató R., Rojas C., Palomo M.J., Izquierdo M.D., Viniegra E., Mogas T. 276
- Efecto de la concentración de sacarosa sobre la supervivencia post-descongelación de embriones ovinos en distintos estadios del desarrollo preimplantacional.- García-García R.M., Domínguez V., González-Bulnes A., Veiga-López A., Cocero M.J. 279
- Producción de embriones de bucardo (Capra Pyrenaica Pyrenaica) mediante clonación por transferencia nuclear de fibroblastos a oocitos de cabra doméstica (Capra Hircus).- Folch J., Cocero M.J., Chesné P., Aguilar B., Domínguez V., Cognié Y., Alabart J.L., Roche A., Garbayo A., Fernández-Arias A., Echegoyen E., Sánchez P., Martí J.I., González de Bulnes A., García-García R.M., Veiga-López A., Vignon X. .. 282
- Obtención, procesamiento y caracterización de fibroblastos para su utilización como donantes genómicos en transferencia nuclear.- Dominguez V., Gónzalez-Bulnes A., García-García R.M., Veiga-López A., Cocero M.J. 285
- Expresión de varios genes importantes para el desarrollo preimplantacional en blastocistos ovinos producidos 'in vivo' e 'in vitro'.- Garbayo J. M., Roche A., Aguilar B. 288
- Caracterización ovárica de la coneja de monte.- Lorenzo P.L., Badía S., Rebollar P.G. 291

- Efecto del tratamiento de superovulación e inducción de la ovulación sobre la recuperación de embriones de dos líneas sintéticas de conejo.- Mehaisen G.M.K., Lavara R., Vicente J.S. 294
- Efecto de la metodología de recuperación de embriones de conejo sobre la viabilidad in vitro post-desvitrificación.- Lavara R., Mehaisen G.M.K., Vicente J.S. 297

Reproducción: Conservación del semen e Inseminación Artificial en rumiantes

- Resultados preliminares de la caracterización seminal de la raza Guirra con semen fresco y congelado.- Marco-Jimenez F., Puchades S., Villagrá A., Vicente J.S., Rodriguez M. 300
- Determinación del intervalo óptimo entre la retirada del tratamiento progestativo y la inseminación intrauterina con semen congelado en la oveja Merina.- Hernández F.I., Fernández J.L., Pérez M.A. 303
- Inseminación cervical en ovino con semen conservado 24 horas a 5°C y análisis por distribución en contracorriente.- Martí J.I., Martí E., Echegoyen E., Cebrián-Pérez J.A., Muiño-Blanco T., Folch J., Alabart J.L. 306
- Parámetros de calidad y capacidad fecundante de dosis espermáticas seleccionadas mediante distintos procesos de SWIM-UP.- Martí J.I., Cebrián-Pérez J.A., Muiño-Blanco T. 309
- Procedimientos iniciales para la puesta a punto de un sistema de visión artificial para el estudio del comportamiento de moruecos.- Aleixandre R., Palomares J.L., Navarro J.M., Torres A. 312
- Identificación de una nueva proteína del plasma seminal que protege a los espermatozoides frente al daño del frío.- Barrios B., Fernández-Juan M., Cebrian-Pérez J.A., Muiño-Blanco T. 315
- Implicación de la fosforilación de proteínas en el proceso de capacitación del espermatozoide ovino.- Grasa P., Cebrián-Pérez J.A., Muiño-Blanco T. 318
- Distribución de enzimas antioxidantes sobre la membrana espermática. Efecto de la criopreservación.- Marti E., Cebrián-Pérez J.A., Muiño-Blanco T. 321
- Estudio preliminar sobre la comparación entre Biociphos-plus y Triladyl para la congelación de semen de toro de lidia.- Marco-Jímenez F., Mazón J., Vicente J.S. 324

Reproducción: Conservación del semen e Inseminación Artificial en cerdas y conejas

- Motilidad y viabilidad en semen de verracos con presencia masiva de gota citoplasmática proximal y su relación con la fertilidad y prolificidad en cerdas.- Quintero A., Rigau T., Rodriguez Gil J.E. 327
- Factores que afectan a la capacidad de congelación del semen porcino.- Gadea J., Ruiz S., Sellés E., Marco M.A. 330
- Inseminación con semen congelado porcino: deposición cervical e intrauterina.- Ruiz S., Gadea J., Sellés E., Marco M.A., Sansegundo M. 333
- Diferencias en la congelabilidad del semen de dos líneas de conejo.- Mocé E., Vicente J.S., Lavara R. 336

Reproducción: Control de la Reproducción en Ovino

- Respuesta al efecto macho en ovejas de raza Latxa en primavera.- Beltrán de Heredia I., Ugarte E., Bodin L. 339
- Efecto de la melatonina y el estradiol sobre la respuesta de estrés en ovejas Rasa Aragonesa ovariectomizadas.- María G.A, Forcada F., Valares J.A., Abecia J.A., Chacón G. 342

- Efecto del tratamiento con melatonina en diferentes momentos del año sobre los resultados reproductivos en ovejas de raza Rasa Aragonesa.- Valares J.A., Martín S., Abecia J.A., Forcada F., Ferrer L.M., García Pastor L., González J.M., Martino A. 345
- Importancia de los componentes materno y embrionario en la supervivencia embrionaria en un programa Moet ovino.- Olivera J.M., Folch J., Alabart J.L., Cocero M.J. . 348
- Relación entre la tasa de ovulación y los niveles de progesterona en las ovejas receptoras de embriones el día previo a la transferencia sobre los resultados reproductivos.- Olivera J.M., Alabart J.L., Cocero M.J., Roche A., Folch J. 351

Reproducción: Reproducción caprina, ovina y porcina

- Estudio de la pubertad en cabras retinta extremeña mediante análisis de progesterona.- Bravo J.A., Aranda M.L., Sánchez M.P., Alabart J.L., Roy T.J. 354
- Efecto de diferentes intervalos entre partos sobre la eficiencia reproductiva de cabras del tipo SRD en el Nordeste de Brasil.- Sousa P.H.F., Dominguez J.C.T., Leal T.M., López S.L., Simplício A.A. 357
- Efecto de la población folicular previa al tratamiento con FSH sobre la respuesta superovulatoria en ovejas Rasa Aragonesa del esquema de selección por prolificidad.- Roche A., González de Bulnes A., Alabart J.L., Echegoyen E., Sánchez P., Olivera J., Cocero M.J., Folch J. 360
- Uso de la ecografía para estudiar la ovulación en cerdas. 1- Influencia del intervalo destete-celo.- Valdelvira J.J., Averós X., Alvariño J.M.R., Gosálvez L.F. 363
- Uso de la ecografía para estudiar la ovulación en cerdas. 2- Influencia de la condición corporal.- Valdelvira J.J., Averós X., Alvariño J.M.R., Gosálvez L.F. 366

Reproducción: Reproducción Bovina

- Estudios puberales y post-puberales en toretes 5/8 Brahman suplementados con yacija en zona tropical.- Rodríguez-Urbina M., Madrid Bury N., Goicoechea-Llaque J., Ventura-Salgado M., Román-Bravo R., González-Stagnaro C. 369
- Tasa de preñez en vacas mestizas en el medio tropical.- González-Stagnaro C., Madrid-Bury N. 372
- Estudio epidemiológico de los servicios repetidos en vacas.- González-Stagnaro C., Madrid-Bury N. 375
- Parámetros reproductivos en las vacas y novillas de razas Asturianas. Variaciones en función de raza y genotipos.- Menéndez J., Fernández Prieto E., Osoro K. 378
- Cantidad y calidad de la leche producida por vacas Asturianas de la Montaña y Asturianas de los Valles según genotipos en hipertrofia muscular.- Menéndez J., Fernández Prieto E., Osoro K. 381

PATOLOGÍA ANIMAL

- Dinámica de las poblaciones larvarias de nemátodos gastrointestinales de équidos en pastoreo en zona de marisma.- Adelantado C., Almería S., Ferrer D. 387
- Respuesta inmune en vacas gestantes infectadas de manera experimental con Neospora Caninum.- Almería S., Dubey J.P., Gasbarre, L.C. 390
- Estudio serológico de un brote de aborto causado por Neospora Caninum en ganado vacuno lechero.- Pabón M., Almería S., López-Bejar M., López-Gatius F. 393

- Producción ecológica de carne de pollo: prevención de la coccidiosis mediante vacunación.- Ciria J., Cacho E. del., Miguel J.A., Asenjo B. 396
- Eficacia del hongo Duddingtonia flagrans y de la suplementación energética en el control de los nemátodos gastrointestinales del caprino en pastoreo de primavera.- Gómez C., Uriarte J., Valderrábano J. 399
- Efecto de Duddingtonia flagrans sobre el desarrollo de las larvas infectantes de los nemátodos gastrointestinales del ganado ovino.- Gómez C., Valderrábano J., Uriarte J. 402
- Estudio de la dinámica de la infección por Maedi Visna ovino en animales vacunados por vía mucosa mediante PCR, cocultivos y respuesta humoral.- González B., Reina R., Glaria I., Mora M.I., García D., Andrés D. de, Amorena B. 405
- Diagnóstico de la infección por el virus Maedi Visna, mediante ELISA en suero y leche individual y de tanque, en ovinos Latxa Navarra y comparación de seroprevalencia con raza Navarra.- Glaria I., Reina R., Garcia I., Mora M.I., Lujan L., Badiola J., Andrés D. de, Amorena B. 408
- Optimización del diagnóstico del virus Maedi Visna por PCR de la región POL.- Andrés S., Glaria I., García I., Mora M.I., Reina R., Berriatua E., Alvarez V., Juste R., Aduriz G., Daltabuit M., Amorena B., Andrés D. de 411
- Activación de macrófagos murinos infectados por Brucella abortus.- Jiménez de Bagües M.P., Terraza A., Dornand J. 414
- Brucelosis porcina en España: estudio serológico y bacteriológico de 11 brotes.- Muñoz Mª P., De Miguel Mª J., Blasco J.M., Marín C.Mª 417

AUTORES	Páginas
Abecia J.A.	342, 345
Abecia L.	654
Acero P.	157, 160
Acín C.	474
Adelantado C.	387
Aduriz G.	411
Agüera P.	477, 546
Aguilar B.	282, 288
Alabart J.L.	282, 306, 348, 351, 354, 360
Alabern X.	205
Albanell E.	172, 678, 759, 836
Albardíaz M.A.	40
Albarracín J.L.	273
Albertí P.	67, 70, 73, 76
Alcaide V.	830
Alcalde M.J.	19
Aldai N.	94
Aleixandre R.	312
Alenda R.	504, 582
Alfonso L.	64, 438
Almería S.	387, 390, 393
Alonso J.	79
Altarriba J.	462, 561
Althaus R.L.	166
Alvarez M.	627
Alvarez M.J.	40
Alvarez S.	40
Alvarez I.	79, 423, 502, 507, 525
Alvarez L.	480
Alvarez S.	827
Alvarez V.	411
Alvariño J.M.R.	184, 187, 363, 366
Alves E.	489, 498
Alvir M.R.	669
Alzón M.	70, 139, 148
Amarger V.	432
Amenabar M.E.	773, 776
Amigo L.	546, 477
Amills M.	447, 477, 483, 531, 552
Amorena B.	405, 408, 411
Andrés S.G.	666
Andrés D. de	405, 408, 411
Andrés S.	151, 411, 630, 633, 684
Anguita M.	621
Anguita M.	645
Arana A.	139, 148, 438
Arana M.J.	618
Aranda M.L.	354
Aranguren-Mendez J.A.	537
Argamentería A.	690
Argente M.J.	465
Argüello S. De	501
Arias R.	830
Ariño B.	250, 253, 256
Arqué M.	453, 522
Arranz J.	510
Arranz J.J.	423, 444, 480
Arrese F.	510
Arruga M.V.	543, 549
Asenjo B.	133, 232, 396
Askar A.R.	609, 624
Avellanet R.	528, 537
Averós X.	184, 187, 363, 366
Avila L.	597
Ayadi M.	169
Badía S.	291
Badiola I.	648
Badiola J.J	408, 474
Bahamonde A.	79
Balasch S.	175, 181
Balcells J.	603, 606, 609, 654, 696
Ballester M.	486
Barragán C.	495
Barrios A.	597
Barrios B.	315
Bartolomé J.	836

AUTORES	Páginas
Baselga M.	459, 468
Batista S.	106, 142
Baucells F.	639
Baucells J.	815
Beauchemin K.A.	720
Beja-Pereira A.	537
Belenguer A.	606
Belenguer A.	654
Beltrán de Heredia I.	339
Beltrán M.C.	163
Beriain M.J.	64, 97
Bernabéu R.	812
Bernués A.	785
Berriatua E.	411
Berruga Mª.I.	127, 166
Bilbao G.	594
Blanch M.	447
Blanes V.	217
Blas C. de	651
Blasco A.	247, 256, 465, 471, 253
Blasco J.M.	417
Blasco M.	636
Blázquez B.	46, 49, 100, 103, 118, 121
Bodas R.	672, 738, 768
Bodin L.	339
Bosch L.	193
Bravo J.A.	354
Brufau J.	663
Bueno M.S.	106, 142, 145
Busquet M.	729, 732, 756
Buttow-Roll V.F.	235, 238, 241, 244
Caballero A.	573
Cacho E. del	396
Cádavez V.	106, 142, 145
Caja G.	85, 169, 172, 205, 678, 747, 759, 765
Calsamiglia S.	600, 687, 699, 702, 705, 723, 726, 729, 735, 756, 815
Calleja A.	630, 633
Camacho S.	597
Campín J.	660
Campo J.L.	492, 576, 579
Cánovas S.	270
Cañeque V.	118, 121
Cañón J.	441, 540
Carabaño M.J.	516, 576
Carabaño R	651, 657, 660
Carballo J.A.	16
Cardozo P.W.	699, 735
Carrizosa J.	477
Carro M.D.	681, 717, 741, 744, 762
Casals R.	172, 678, 759
Casasús I.	791
Casellas J.	453, 522
Castellanos C.	429
Castillejos L.	723, 726
Castillo M.	621, 648
Castillo S.	812
Castrillo C.	609, 615, 693, 696
Castro A.	594
Castro L.J.	750
Castro P.	25, 43, 58, 61
Castro T.	130, 133
Cebrián-Pérez J.A.	306, 309, 315, 318, 321, 612
Cedrún N.	157, 160
Cepero R.	235, 238, 241, 244
Cerdeño A.	37
Cifre J.	809
Ciria J.	52, 130, 232, 296, 824
Climent A.	465, 471
Cocero M.J.	279, 282, 285, 348, 351, 360
Cognié Y.	282
Colombatto D.	720
Conill C.	205
Cortés M.	190

AUTORES	Páginas
Costa C.	468
Coy P.	270
Crisa A.	432
Cubiló D.	585
Cuesta A.	762
Chacón G.	82, 88, 91, 238, 342
Chaso M.A.	136
Checa M.L.	432
Chertouh T.	818
Chesné P.	282
Chiofalo B.	82
Chiofalo V.	82
Chirinos Z.	516
Daltabuit M.	411
Dávila S.G.	576
Daza A.	196, 199, 202, 821
De Miguel Mª J.	417
Decoux M.	654
Delfa R.	106, 142, 145, 148
Delgado I.	779
Delgado P.	603
Delgui L.	540
Delourme D.	432
Díaz C.	40, 456, 567
Díaz M.T.	118, 121
Diestre A.	181
Díez J.	79
Diez P.	797
Domingo A.	794
Domínguez I.A.	615
Dominguez J.C.T.	357
Dominguez V.	276, 282, 285
Dornand J.	414
Dubey J.P.	390
Dunner S.	432, 441, 540
Dzma K.	537
Echegoyen E.	282, 306, 360,
Eggen A.	450
Eguinoa P.	115, 139, 148
Eiras P.	660
Elsen J.M.	456
Escolar E.	163
Espejo M.	13
Esquiroz M.	64
Estany J.	181, 193, 585
Esteban L.	175
Fabuel E.	495
Fálagan A.	477
Faria-Marmol J.	669
Farriol B.	205
Fernández J.L.	303
Fernández A.	498
Fernández B.	753
Fernández C.	540
Fernández I.	79, 423, 501, 507, 525
Fernández J.	573
Fernández M.	738
Fernández N.	163
Fernández Prieto E.	378, 381
Fernández-Arias A.	282
Fernández-Juan M.	315
Ferrer D.	387
Ferrer L.M.	345
Ferret A.	687, 699, 702, 705, 723, 726, 729, 732, 735, 756
Flores C.	747, 759, 765
Flores G.	708, 711, 714
Flores N.	779
Folch J.	279, 306, 348, 351, 360
Folch J.M.	426, 486
Fondevila M.	609, 612, 636, 696
Forcada F.	342, 345
Francesch A.	585
Frutos P.	591, 627, 753, 768
Fuente G. de la	612
Fuentetaja A.	178, 211
Furtado A.F.	720

AUTORES	Páginas
Gadea J.	270, 330, 333
Gallego L.	127
Gallego R.	830
Garbayo A.	282, 288
García Pastor L.	345
García R.	630, 675, 738, 744
García C.B.	543
García D.	405
García E.	270
Garcia I.	408, 411
García J.	651
García M.D.	208
García P.	25, 55, 58, 61
García S.	13
García U.	55, 58, 61
García-Belenguer S.	82, 88, 91
García-Cachán M.D.	34, 37
García-Cervigón M.	830
García-Cortés L.A.	561
García-García R.M.	276, 282, 285
García-Rodríguez A.	708, 711, 714
Gargallo S.	702
Garín D.	85
Garrido A.	618
Gasa J.	639
Gasbarre, L.C.	390
Gautier M.	450
Ghirardi J.	85, 205
Gil M.G.	492
Giráldez F.J.	112, 591, 627, 630, 633, 753, 762, 768, 782, 785
Gispert M.	181
Glaria I.	405, 408, 411
Goicoechea-Llaque J.	369
Gómez E.	190
Gómez J.A.	546
Gómez C.	399, 402
Gómez Cabrera A.	618
Gómez E.	214
Gómez E.A.	513, 558
Gómez Raya L.	435, 522, 552, 570
Gómez S.	594
González C.	148, 594
González B.	405
González C.A.	800, 803
González de Bulnes A.	279, 282, 285,360
González E.	678, 759
González J.	666, 669
González J.M.	345
González J.S.	151, 154, 684, 738
González O.	504
González-Ronquillo M.	606
González-Stagnaro C.	369, 372, 375
Goñi M.V.	64, 97
Gosálvez L.F.	184, 187, 363, 366
Goyache F.	79, 423, 501, 507, 525
Gracia M.I.	190
Grasa P.	318
Greathead H.	756
Guada J.A.	606, 609, 624, 636, 696
Guárdia M.D.	181
Guerrero L.	22, 256
Guillén P.L.	217, 220, 223
Guirao J.	34, 133
Gutierrez J.P.	507, 525
Hartnell G.F.	600
Hayes H.	450
Hernández B.	600
Hernández D.	516
Hernández F.I.	303
Hernández P.	253, 256
Hernández-Jover M.	85, 205
Hervás G.	627, 720, 753
Horcada A.	40
Huerga E.	797
Ibañez E.	486
Igarzabal A.	708, 711, 714

AUTORES	Páginas
Illera del Portal J.C.	88
Indurain G.	64
Indurain G.	70, 97
Insausti K.	64, 97
Isabel B.	199, 202
Isac M.D.	618
Izquierdo D.	267
Izquierdo M.	13
Izquierdo M.D.	264, 276
Jiménez de Bagües M.P.	414
Jimenez-Macedo A.R.	264, 267
Jimeno V.	130
Jordana J.	528, 537
Jover M.	693
Joy M.	809
Juanpere J.	663
Juste R.	411
Kamel C.	729, 732, 735, 756
Knight C.H.	169
Lahoz F.	73, 76
Lainez M.	217, 220, 223
Lanas S.	115
Landa R.	591
Landi H.	594
Latorre M.A.	211, 214, 642
Lauzurica S.	118, 121
Lavara R.	294, 297, 336
Lavin P.	112, 750, 782, 785
Lázaro R.	211, 214, 642
Leal T.M.	357
Leveziel H.	432
Liotta L.	82
López C.	654
López de Maturana E.	564
López Gallego F.	136
López J.	112, 788
López M.	13
López Parra M.M.	136
López S.	151, 154, 633, 672, 675, 684, 717, 738, 768
López S.L.	357
Lopez T.Z.	836
López-Bejar M.	393
López-Bote C.J.	196, 199, 202
López-Carrasco C.	821
López-Gatius F.	393
Lorenzo L.	708, 711, 714
Lorenzo P.L.	291
Losa R.	723, 726
Luiz Ramella J.	151, 154
Lujan L.	408
Lupidio C.	594
Luque A.J.	501
Lyahyai J.	474
Madrid Bury N.	369, 372, 375
Maldonado M.	52
Mandaluniz N.	773, 776
Manrique E.	791, 818
Manso T.	130, 133
Manteca X.	687
Mantecón A.R.	37, 112, 130, 133, 151, 154, 591, 627, 633, 750, 753, 762, 768, 782, 785, 788, 797
Manzanilla E.G.	639, 648
Marco M.A.	330, 333
Marco-Jimenez F.	261, 270, 300, 324
Marcotegui N.	438
Marchitelli C.	432
María G.A.	82, 235, 238, 241, 244, 342
Marín C.Mª	417
Marti E.	306, 321
Martí J.I.	282, 306, 309
Martín F.	642
Martín M.	639, 648
Martín S.	345
Martín-Burriel I.	474, 534
Martínez A.	22, 25, 43, 55, 58, 61, 690

AUTORES	Páginas
Martínez B.	.558
Martínez E.	.232
Martínez J.	.687
Martínez M.J.	.25, 67
Martínez Y.	.797
Martinez-Cerezo S.	.31, 67, 124
Martinez-Puig D.	.645
Martino A.	.345
Martin-Orúe S.	.621, 648
Matas C.	.267
Mateos G.G.	.211, 214, 642
Matos S.	.106, 142, 145
Maza M.T.	.806
Mazón J.	.324
Medel I.	.109
Medel P.	.178
Mehaisen G.M.K.	.294, 297
Mendizabal J.A.	.70, 139, 148
Menéndez A.	.519, 555
Menéndez J.	.55, 58, 61, 378, 381
Mercadé A.	.426
Merino J.M.	.657
Mesiá J.	.747, 765
Miguel E.	.46, 49, 100, 103, 118, 121
Miguel J.A.	.232, 396
Milán M.J.	.815
Miranda M.E.	.432
Mocé E.	.336
Mocé M. L.	.471
Mocha M.	.25, 43, 67
Modroño S.	.690
Mogas T.	.276
Mohamed A.H.	.681
Molina A.	.166, 501, 519, 555
Molina E.	.585
Molina M.P.	.163, 166
Monleón E.	.474
Monserrat L.	.16
Monsón F.	.7, 10, 28, 31, 109
Montoro V.	.830
Mora M.I.	.405, 408, 411
Mora M.J.	.750
Morán J.A.	.444
Morató R.	.273
Moreno A.	.567
Moreno C.	.462, 561
Moreno T.	.16
Mota M.	.615
Mourot J.	.645
Muiño-Blanco T.	.306, 309, 315, 318, 321
Muñoz G.	.429
Muñoz I.	.579
Muñoz MªP.	.417
Muriel A.	.226, 229
Nájera Al	.94
Nani Costa L.	.82
Navarro J.M.	.175, 312
Newbold C.J.	.672, 675
Nicodemus N.	.651
Nieto M.	.190, 214
Noguera J.L.	.435, 447, 453, 522, 531, 570, 585
Novés B.	.166
Nuez T.	.779
Ochoa J.	.115, 139
Olaizola A.	.818
Oliete B.	.16
Olivan A.	.818
Olivan M.	.22, 25, 43, 67
Oliver M.A.	.181
Olivera J.M.	.348, 351, 360
Olmeda M.	.812
Olleta J.L.	.19, 28, 31, 67, 70, 73, 76, 82, 109, 124
Onega E.	.46, 49, 100, 103, 118, 121
Ordovas L.	.450
Oregui L.M.	.708, 711, 714, 773, 776, 794, 833

AUTORES	Páginas
Osoro K.	22, 25, 43, 55, 58, 61, 67,94, 378, 381
Osta R.	534
Ovejero I.	196
Ovilo C.	429, 489, 498
Pabón M.	393
Palacín N.	651
Palacio J.	88
Palacio Liesa J.	91
Palomares J.L.	312
Palomo M.J.	276
Pando V.	157, 160
Panea B.	19, 28, 31, 67, 70, 73, 76, 109
Paolini S.	163
Parada A.	438
Paramio M.T.	264, 267
Pardos J.J.	28, 31, 76, 109
Parra D.	247, 250, 441
Pascual M.	247
Peinado J.	178
Peiró R.	459
Peláez R.	154, 633
Pereira E.	106, 142, 145
Pérez M.A.	303
Pérez A.M.	663
Pérez C.	118, 121
Pérez de Muniain A.	97
Perez J.F.	621, 639, 645
Pérez M.D.	618
Pérez-Cabal M.A.	504, 582
Pérez-Guzmán M.D.	830
Peris C.	163, 558
Phipps R.H.	600
Piedrafita J.	453, 522
Piles M.	513
Plá M.	247, 250
Plaixats J.	836
Ponz R.	549
Porras C	19
Prieto N.	750
Puchades S.	300
Puigserver G.	534
Puigvert X.	193
Purroy A.	64, 139, 148
Quintero A.	327
Rafel O.	513
Ramirez J.	256
Ramírez O.	435,447
Ramírez V.	806
Ramon J.	513
Rangel A.	824
Ranilla M.J.	681, 684, 717, 741, 744, 762
Rauw W.M.	570
Razzaq N.	432
Rebollar P.G.	291, 660
Recio M.D.	208
Reina R.	405, 408, 411
Revilla R.	91, 791
Revilla I.	40
Reyes E.	815
Rigau T.	327
Rigo A.	809
Ripoll G.	70, 73, 76
Robles A.M.	13
Robles M.	501
Robles O.	585
Roche A.	282, 288, 351, 360
Rodellar C.	450, 474, 534
Rodrigues S.	106, 142, 145
Rodríguez C.	429
Rodriguez P.	136
Rodríguez A.B.	112, 591
Rodríguez C.	489, 498
Rodríguez C.A.	669
Rodriguez Gil J.E.	327
Rodriguez I.	196
Rodríguez J.	779
Rodriguez M.	163, 300, 705
Rodríguez M.C.	435
Rodríguez R.	821
Rodríguez-Urbina M.	369
Rojas C.	276

AUTORES	Páginas
Román-Bravo R.	369
Romar R.	267
Romero R.	747, 765
Rotger A.	687
Roy R.	450
Roy T.J.	354
Royo L.J.	79, 423, 501, 507, 525
Roza B. de la	67, 690
Ruiz S.	330, 333
Ruiz de Huidobro F.	46, 49, 100, 103, 118, 121
Ruiz R.	794, 833
Rupp R.	456
Salama A.A.K.	172
Salem A.Z.M.	684
San Primitivo F.	444, 480
Sánchez A.	426, 435, 447, 453, 477, 483, 486, 522, 531, 552
Sánchez J.	190
Sánchez J.P.	459, 468
Sánchez L.	16
Sánchez M.P.	354
Sánchez P.	282, 360
Sansegundo M.	333
Santacreu M.A.	465, 471
Santaló J.	486
Santos M.	597
Sanz A.	91
Sañudo C.	28, 31, 67, 70, 73, 76, 82, 109, 124, 462
Sarries M.V.	64
Segura C.	175
Sellés E.	330, 333
Serradilla J.M.	477, 519, 546, 555
Serradilla V.	199
Serrano E.	738, 782, 785, 788
Serrano X.	693
Sierra I.	7, 10, 19, 109
Silió L.	489, 495, 498
Silvestre M.A.	459, 468, 558
Simplício A.A.	357
Solanas E.	693, 696
Sousa P. H.F.	357
Such X.	169, 172, 759
Teixeira A.	106, 142, 145
Tejido M.L.	681, 717, 744
Tendero A.	812
Terraza A.	414
Tomás A.	435, 483, 531
Tor M.	193, 495, 585
Toro M.A.	573
Torres A.	175, 217, 220, 223, 312
Ugarte C.	564
Ugarte E.	339, 510, 564
Urdaneta A.	264, 267
Uriarte J.	399, 402
Urrutia B.	477
Valares J.A.	342, 345
Valdelvira J.J.	184, 187, 363, 366
Valderrábano J.	399, 402
Valdés C.	630
Valencia D.G.	211, 642
Valentini A.	432
Valera M.	519, 555
Valiente O.	603, 615, 624
Varela A.	16
Varona L.	426, 435, 453, 462, 483, 570
Vedres D.D.	720
Vega A. de	603, 624, 693
Veiga-López A.	279, 282, 285
Velasco S.	118, 121
Ventura M.	597
Ventura-Salgado M.	369
Vera G.	759
Vera M.R.	809
Vergara H.	127
Vicente F.	615, 690

AUTORES	Páginas
Vicente J.S.	261
Vicente J.S.	270, 294, 297, 300, 324, 336
Vidal O.	483, 552
Vieira C.	34, 37,178
Vignon X.	282
Villadangos B.	797
Villagrá A.	217, 220, 223, 300
Villalba D	193, 585
Villarroel M.	82
Viniegra E.	276
Vitezica Z.	456
Vitto R.	52, 824
Williams J.	432
Yagüe G.	462, 561
Yamaki M.	166
Yang W.Z.	720
Zaragoza P.	450, 474, 534

La nueva Política Agraria Común, implicaciones sobre nuestras producciones ganaderas

Valentín Almansa de Lara
Subdirector General de Vacuno y Ovino
Dirección General de Ganadería
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

En muchas zonas de nuestro país, no podemos hablar del medio rural sin hablar de la ganadería. La ganadería es, en estas áreas, el elemento clave para que exista un mundo rural vivo y activo.

Es, por tanto, necesario dejar sentado en primer lugar que la actividad ganadera es, en estas zonas, no un complemento a otras actividades sino la actividad principal, es la locomotora que "tira" del resto de la actividad económica.

La PAC ha condicionado, y seguirá haciéndolo, de una manera muy intensa la evolución de los sectores agrícolas y ganaderos y por tanto está incidiendo a través de ellos en la evolución y desarrollo de nuestro medio rural.

Al final, para muchas zonas rurales españolas la PAC ha sido un elemento clave para su evolución y desarrollo.

Evidentemente no sólo la PAC actúa sobre el mundo rural, en su desarrollo tienen mucha importancia otras políticas (infraestructuras; educación; etc.) pero al final el medio rural permanece porque hay gente dispuesta a vivir en él; y la gente sólo vivirá en nuestros pueblos si obtiene unos ingresos que le permitan vivir con dignidad.

En algunas de nuestras zonas rurales existen importantes fuentes de ingresos distintos de la agricultura (turismo, industria, mano de obra cercana para los grandes centros urbanos), pero para la mayoría de ellas, como ya hemos dicho, el principal ingreso procede de la actividad agraria.

Por lo tanto, una actividad ganadera viva y con una rentabilidad razonable, será la clave para el mantenimiento de este mundo rural que conocemos, y la PAC es el principal apoyo para que esta rentabilidad exista.

En la línea de lo comentado hasta ahora creo que es necesario señalar que con carácter general la PAC ha tenido para nuestras zonas rurales unos efectos enormemente beneficiosos y ha permitido que se haya elevado significativamente el nivel de vida en nuestros pueblos. Es por ello que también es necesario declarar nuestra intensa, profunda y por supuesto interesada defensa de la PAC. Queremos una PAC que apoye nuestra agricultura y ganadería porque pensamos que ese es el mejor medio para mantener nuestro medio rural.

Pero evidentemente la PAC puede haber tenido algunos elementos o efectos no tan positivos y por ese motivo no podemos negarnos a reformar todo aquello que

sea necesario para mejorar y hacer más eficaz nuestra política agraria. Hay que recordar que algunas de estas reformas han tenido efectos muy positivos sobre nuestra agricultura (reforma del año 1992, agenda 2000, etc.) y han significado significativas mejoras de apoyo a nuestras producciones ganaderas. Aún a riesgo de que pueda escuchar discrepancias puntuales creo que nuestra cabaña de vacas madres está hoy en una situación bastante mejor que en el año 1990 y la rentabilidad de sus explotaciones también, las encuestas realizadas sobre la rentabilidad de explotaciones lo ponen claramente de manifiesto. Pero hay otro dato mucho más definitivo y es que en estos 10 últimos años nuestro censo de vacas de carne ha pasado de 1'2 millones de cabezas a una cifra que, según las fuentes, puede estar por encima de los 2 millones.

En resumen si hablamos de medio rural debemos hablar de PAC y si hoy hablamos de PAC es necesario hablar de su reforma.

Como todo el mundo sabe hoy se está discutiendo en Bruselas una propuesta de la Comisión para reformar la PAC.

Lo primero que hay que decir que aunque la conozcamos por el nombre de reforma a medio plazo, debemos dejar claro que no se trata de un retoque de lo decidido en la agenda 2000 sino que estamos hablando de una reforma con un calado como no habíamos visto desde la otra gran reforma, la del año 1992.

La propuesta ya es conocida por todos y sólo realizaremos un breve repaso por sus elementos más importantes:

1.- Condicionalidad.

El principio es muy sencillo, todos los que reciban ayudas tendrán que cumplir la legislación vigente en materia de salud humana, sanidad animal, bienestar animal, medioambiental y seguridad en el trabajo. Si no lo hacen se les reducirán e incluso retirarán las ayudas.

Creo que todos podemos compartir esta filosofía, y que no es razonable pagar ayudas comunitarias a un productor que pone en riesgo la salud pública o es el responsable de la difusión de una enfermedad animal. Lo único que España pide en este punto es que el sistema administrativo elegido sea sencillo y no suponga una carga insoportable ni para el agricultor ni para la Administración.

2.- Asesorías.

Se trata de poner en marcha un sistema obligatorio de asesoría a las explotaciones que perciban una ayuda superior a 15.000 €. Cada explotación debe someterse a una cada 5 años.

La asesoría sería realizada por agentes externos a la explotación y sus objetivo sería detectar los problemas sobre el cumplimiento de las normas de condicionalidad y asesorar sobre los medios para mejorar su cumplimiento.

Estos informes de asesoría no serán enviados a la Administración y por tanto no tienen carácter sancionador.

Desde nuestro punto de vista la idea puede ser buena pero entendemos que el carácter meramente asesor que plantean encaja mejor con un sistema universal y voluntario.

3.- Modulación.

Se trata de reducir las ayudas directas para destinar los fondos así obtenidos a mejorar la financiación de algunas medidas de desarrollo rural y a financiar nuevas reformas sectoriales (leche y azúcar).

La reducción propuesta no es lineal, estando exentos los primeros 5.000 €. Posteriormente habría dos tramos diferentes, entre 5.000 y 50.000, la reducción máxima sería del 12% y para la cifra que excediera los 50.000 la reducción llegaría al 19'5%.

La reducción no se aplica en su totalidad desde el primer año existiendo un crecimiento progresivo hasta el año 2012.

Para el desarrollo rural se destinarían el 6% de los fondos recaudados.

En nuestra opinión el reforzamiento del segundo pilar puede ser una medida positiva y España la ha apoyado, lo que ya no es tan razonable es utilizar parte de los fondos recaudados para financiar otras reformas de la PAC.

En primer lugar no está tan claro que necesitemos reformar el sector lácteo, y por otra parte, no conocemos la propuesta sobre el azúcar. Por tanto consideramos que no es necesario tomar ninguna decisión ahora. Cuando sepamos si hay o no reforma en el sector lácteo y cuánto cuesta y cuando conozcamos la reforma del azúcar será el momento de buscar fondos para financiarla pero no antes.

4.- Desacoplamiento.

Esta es sin duda la parte de más calado de la propuesta, la de efectos más profundos y por tanto la que más nos preocupa.

La idea básica es que en el futuro el productor percibirá de manera fija la misma ayuda que haya recibido en el período de referencia (200-2002) sin preguntarle ni qué produce ni cuánto. Incluso cobraría la ayuda aunque no produjese nada, con la única condición de mantener la tierra en buenas condiciones agronómicas y medioambientales.

Esta propuesta tal y como se nos presenta plantea una primer reflexión y es cómo aceptaría la sociedad el mantenimiento de unos pagos que el productor puede recibir sin producir. ¿Serán las buenas prácticas agrarias y el mantenimiento de las superficies en buenas condiciones medioambientales razón suficiente? ¿Será necesario en un futuro incrementar los criterios medioambientales, etc., para mantener la justificación de las ayudas?

Pero además hay que tener en cuenta otra consideración:

Si la rentabilidad de la explotación tiene un valor similar a la ayuda, entonces aparece el riesgo de abandono.

El productor hará sus números y tomará su decisión. Nuestro temor es que esta decisión puede ser, en muchos casos, el abandono de la producción. Además creemos que este riesgo es mucho mayor en las zonas con dificultades, en las zonas más desfavorecidas donde precisamente es más necesaria la presencia de una actividad agraria viva que fije la población, ocupe y conserve el territorio.

Por el contrario, si la explotación tiene una rentabilidad superior al importe de las ayudas no habrá riesgo de abandono. Y en este asunto es necesario hacer una tercera reflexión. Hay sectores más rentables que otros, hay incluso sectores que son rentables sin ayuda. ¿Qué ocurrirá si los productores deciden abandonar los sectores poco rentables y pasarse a los otros? ¿Podrá el mercado solo regular estos cambios productivos? ¿Qué medios nos quedan para mantener un cierto orden en las producciones?

En resumen, estamos ante una profunda reforma de la PAC. esta discusión es en primer lugar agrícola y ganadera pero también es una discusión que afecta de una manera directa al futuro del medio rural. Por este motivo nuestras reflexiones, nuestras posiciones nunca pueden perder de vista que no sólo hablamos de vacas o cereales, sino de mantener un medio rural activo y vivo, de mantener un medio natural que se ha conservado durante muchos años gracias a un uso razonable. Es necesario insistir una vez más que el abandono degrada siempre y que sólo un uso razonable conserva.

Calidad de los Productos

COMPARACIÓN DE CUATRO RAZAS BOVINAS EN PRODUCCIÓN DE CARNE: I Resultados productivos en cebadero.

Monsón, F y Sierra, I.
Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN:

En Aragón la producción de carne bovina es de gran importancia (de 400.000 a 460.000 terneros cebados anualmente).

La mayoría del ganado a cebar proviene del exterior, por lo que los animales (puros o cruzados) presentan una notable heterogeneidad, provocando gran variación en la calidad del producto y en los resultados económicos.

En consecuencia se intenta estudiar en este primer trabajo los resultados productivos de cuatro razas usualmente utilizadas en Aragón, correspondientes a cuatro tipos bien diferenciados (leche, mixto, cárnico y culón) y a la vez evaluar las posibilidades de la Parda Alpina (actualmente Parda de Montaña) para alcanzar una I.G.P.

MATERIAL Y METÓDOS

Los animales utilizados fueron machos enteros, agrupados en 4 lotes de 10 animales cada uno, correspondientes a las razas: Frisona, Parda Alpina, Limousine y Blonde d´Aquitaine, de interés para la actual "C" de Calidad de Carne de Vacuno de Aragón, siendo además muy abundantes en los cebaderos aragoneses. En función de la precocidad de cada raza, y conociendo su peso canal idóneo para el mercado español, se tomó la decisión de sacrificar los animales a los siguientes pesos: Frisona entre 500-510 Kg., Parda entre 540-550 Kg., Limousine de 560 a 570 Kg. y Blonde de 610 a 620 Kg. Los terneros ingresaron con una edad media entre 7 y 8 meses, tras un periodo de adaptación de 20 días comenzaron a consumir pienso con 15,27% de proteína bruta y 0,98 U.F.C., energía no elevada con el fin de no favorecer algunos genotipos (Blonde d´Aquitaine en especial) y perjudicar a otros (Frisona). Se controló el peso vivo en granja (P.V.G.) el día previo al sacrificio, siendo este realizado en Mercazaragoza según sus normas estándar, las canales se pesaron en caliente y se descontó el 2% como pérdidas por oreo, obteniéndose el Peso Canal Fría (P.C.F.), y calculándose así el rendimiento canal (P.C.F./ P.V.G. x 100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa (tabla 1) las edades al inicio del cebo no presentan diferencias significativas entre razas, manteniendo una baja variabilidad intra-raza. En cuanto a la edad final, ésta respondió perfectamente al tipo comercial añojo (14 meses). En el caso del bovino lechero (Frison) y mixto (Parda Alpina) el sacrificio debía hacerse a una edad más temprana (421,71 y 415,00 días respectivamente), teniendo en cuenta que su mayor precocidad da lugar a engrasamientos precoces, lo que también limita el peso al sacrificio; con respecto a este último, las diferencias son significativas, ya que dichos pesos se acomodaron a las previsiones dispuestas para cada una de las razas, con el objetivo de ser comercializadas en el mercado español. Las ganancias medias diarias no resultaron significativamente diferentes, sin embargo los añojos Frisones fueron los de menor G.M.D. (1,26 Kg/día) mientras los Blonde d´Aquitaine alcanzaron una G.M.D. de 1,47 Kg/día (p>0.07), marcándose claramente la inferioridad de tipos lecheros y mixtos frente a los cárnicos y culones.

Tabla 1. Edades y pesos iniciales y finales, duración cebo y ganancia media diaria. (media y coeficiente de variación)

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine	Valor F	Sign.
Edad inicial	232.71 (6.45)	214.60 (12.54)	242.13 (9.18)	224.89 (12.61)	2.09	ns
Edad final	421.71 (4.22)	415.00 (5.51)	433.26 (4.65)	441.44 (6.21)	3.25	ns
Peso inicial	266.71 (8.88)	277.20 (16.44)	286.88 (11.99)	294.44 (7.43)	1.00	ns
Peso final	505.00 a (0.79)	550.50 b (4.96)	560.63 b (1.68)	617.33 c (1.54)	63.17	***
Durac. Cebo	189.00 (9.99)	200.40 (16.28)	191.13 (15.59)	221.56 (12.61)	2.30	ns
G.M.D	1.26 (10.31)	1.38 (18.11)	1.44 (9.72)	1.47 (11.56)	1.87	ns

ns: diferencias no significativas; *** $p \leq 0.001$

Observando los consumos de pienso (tabla 2), vemos que se diferencian claramente los Frisones (8,88 Kg./día), mientras que en los restantes se mantienen consumos más bajos pero similares. Lo mismo ocurre con los índices de transformación, peor en el caso de la Frisona y mejores para Limousine, Parda y Blonde, poniéndose de manifiesto las diferencias entre tipos, siendo los cárnicos y mixto superiores al lechero, diferencias atribuibles a la distinta precocidad y tasas de crecimiento.

Tabla 2. Consumos e índices de transformación. (Medias).

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine
Consumo Pienso (Kg./día)	8.88	7.79	8.06	7.91
I. de T. Pienso (Kg.)	7.05	5.73	5.64	5.46
I. de T. Pienso (UFC/Kg.)	6.90	5.59	5.51	5.32

I. de T.: Indice de Transformación por Kg. de Peso Vivo Ganado. U.F.C.: Unidad Forrajera Carne.

La tabla 3 nos muestra que el rendimiento canal está afectado claramente por la raza (diferentes estadisticamente), a causa de la diferente conformación de los animales; ya que a pesar de la mayor precocidad de lecheros y mixtos, la superior morfología de los cárnicos prevalece, observándose en nuestro caso que la Frisona ha tenido rendimientos muy bajos (51.39 %), seguida por Parda (57.25%), Limousine (61.40%) y Blonde d´Aquitaine (62.98%). Aunque estos rendimientos han sido menores que los encontrados por diversos autores (Alberti y Sañudo, 1988; Alberti, *et al.*, 2001; Mantecón *et al.*, 2001), cabe recordar que fueron calculados a partir del P.V.G y P.C.F. Nos parece muy interesante el estudio de las ganancias diarias en peso de canal fría que marcaron igualmente diferencias, manifestándose con clara superioridad la Blonde d´Aquitaine (0.88 Kg.C.F/día), debido posiblemente al efecto conjunto del elevado peso a sacrificio, rendimiento de la canal y mayor tasa de crecimiento. Por el contrario los Frisones alcanzaron únicamente 0.61Kg.C.F/día, a causa de su bajo rendimiento y menor peso sacrificio.

Tabla 3. Rendimiento y peso canal fría, ganancias e índices de transformación sobre Kg. canal fría. (Medias)

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine	Valor F	Sign
Rendimiento canal (PCFx100/PVG)	51.39 a (2.05)	57.25 b (1.74)	61.40 c (1.51)	62.98 c (0.92)	81.95	***
Peso Canal Fría (Kg.)	261.20 a (9.93)	315.40 b (18.60)	345.10 c (7.15)	388.81 d (6.07)	156.17	***
Días de vida	421.71 (21.23)	415.00 (18.76)	435.26 (20.35)	440.56 (15.78)	21.04	ns
G.D. en P.C.F. (Kg.)	0.61	0.76	0.79	0.88	-	-
U.F.C. en cebo	1794.01	1693.82	1598.75	1854.09	-	-
U.F.C./P.C.F.	6.87	5.37	4.63	4.77	-	-

ns: diferencias no significativas; *** $p \leq 0.001$

P.C.F.: Peso Canal Fría; P.V.G.: Peso Vivo en Granja; U.F.C.: Unidad Forrajera de Carne.

Como corolario final encontramos una diferencia marcada en aspectos productivos entre las razas estudiadas, resaltando las cárnicas sobre la de tipo lechero. Finalmente la Parda Alpina (doble aptitud) ha mostrado valores productivos y de canal realmente interesantes, propiciando la posibilidad de una I.G.P.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS:

Alberti, P. y Sañudo, C. 1988.Características de la canal y calidad de la carne en terneros cebados con dietas forrajeras y suplementados con distinta cantidad de pienso. ITEA nº76: pp. 3-14.

Alberti, P., Sañudo, C., Olleta, J. L., Panea, B. y Lahoz, F. 2001.efecto del peso al sacrificio en el rendimiento cárnico de terneros de siete razas bovinas españolas. ITEA vol. extra 22: pp 511-513

Mantecón, A. R.; López, J.; Cerdeño, A.; Vieira, C. y Diaz-Sierra, C. 2001. ITEA vol. extra 22: pp. 526-528.

COMPARACIÓN DE CUATRO RAZAS BOVINAS EN PRODUCCIÓN DE CARNE: II Resultados económicos en cebadero.

Monsón, F. y Sierra, I.
Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN:

Como continuación del trabajo anterior (Monsón y Sierra 2003) y tras el conocimiento de los resultados productivos de los terneros cebados correspondientes a las cuatro razas estudiadas (Frisona, Parda de Montaña, Blonde d´Aquitaine y Limousine), se analizan comparativamente los resultados económicos obtenidos durante dicho cebo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han utilizado los datos reales de los precios de pienso y paja e igualmente los correspondientes a la compra y venta de los animales cebados en este trabajo. Intereses y amortizaciones de instalaciones y la mano de obra han sido considerados de forma indirecta al calcular los resultados por día de cebo. No ha sido incluida ninguna prima o ayuda comunitaria. Los resultados económicos son solo orientativos.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Tabla 1. Datos económicos en la compra-venta de los terneros. (Medias).

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine
Valor inicial Ternero (€)	432.73	613.03	710.52	713.34
Peso inicial (Kg.)	266.71	277.22	286.88	294.44
Precio compra (€/Kg. ternero)	1.62	2.21	2.47	2.42
Precio venta (€/Kg.Canal)	2.72	3.03	3.09	3.00
Peso Canal Fría (Kg.)	261.20	315.40	345.10	388.81
Valor Canal fría (€/Canal)	710.46	955.66	1066.36	1166.43

Evaluando los datos de la tabla 1 vemos que existe gran diferencia en los precios de compra de los terneros, reflejando el interés de los distintos cebaderos y cadenas de comercialización-distribución. Si detallamos el precio por Kg. de ternero, se observa que las razas cárnicas oscilaron entre 2,47 y 2,42 € para la Limousine y Blonde d´Aquitaine respectivamente, mientras que la Parda descendió a 2,20 €, resultando aún más económica la Frisona (1,62 €).

Al comercializar la canal, los precios (€/kg. de canal) percibidos por los tipos cárnicos y mixto superaron los 3 €, mientras la Frisona solo alcanzó 2,72 €, reflejando de manera marcada que a la venta influye de forma significativa la morfología y estado de engrasamiento de las canales. No obstante este precio creemos se encuentra infravalorado ya que en realidad la Frisona ofrece una calidad de carne estimable (Alberti y Sañudo, 1988). En este sentido también la Blonde d´Aquitaine con pesos de sacrificio más altos hubiera alcanzado precios más

elevados al hallarse mejor finalizada; sin embargo el mercado español no acepta de manera tan favorable las canales de elevado peso como el italiano.

Se observa una diferencia notable en valor total de la canal fría de los distintos tipos de animales estudiados, especialmente en la Frisona (755 €) en función de su menor peso canal y más bajo precio, seguida por la Parda (955.66 €), Limousine (1066.36 €) y finalmente la Blonde d´Aquitaine (1166.43 €) debido al aumento del peso canal y mejores precios.

Tabla 2. Beneficios brutos por día durante el cebo sin alimentación. (Medias).

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine
Diferencia precio venta-compra (€)	277.73	342.63	355.84	453.09
Duración cebo (días)	189.00	200.40	191.56	221.56
Beneficio por día de Cebo (€/día)	1.46	1.70	1.85	2.04

En la tabla 2 se observan los beneficios brutos por día de cebo sin considerar la alimentación. El margen entre compra y venta de las razas de tipo cárnico y doble aptitud oscila entre 342.63 y 453.09 €, mientras que es más reducida dicha diferencia en la Frisona (277.73 €). De nuevo se estratifican marcadamente las diferencias según tipo de animal en cuanto al beneficio "bruto" por día de cebo, siendo menor en la Frisona (1.46 €) y mayor en la Blonde d´Aquitaine (2.04 €) observándose valores intermedios en la Parda y Limousine.

Tabla 3. Coste de alimentación. (Medias)

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine
Consumo Pienso (Kg./ternero)	1678.90	1561.23	1540.55	1753.88
Gasto en Pienso (€/ternero)	308.92	287.27	283.46	322.71
Consumo Paja (Kg./ternero)	391.29	431.13	234.28	356.04
Gasto en Paja (€/ternero)	17.78	20.69	11.24	17.09
Coste total en Alimentación (€/ternero)	326.70	307.96	294.70	339.80

* Precio Kg. de pienso = 0,184 €; * Precio Kg. de paja = 0,048 €

La tabla 3 muestra consumos de pienso y paja con sus costes correspondientes, alcanzando 326,70 € por ternero cebado en el caso de la Frisona y 339.80 € en la Blonde d´Aquitaine, siendo esto atribuible a la diferencia en

consumo principalmente de pienso (entre 100 y 200 Kg. por ternero según tipo) en comparación con Parda y Limousine.

Tabla 4 Resultados económicos finales "orientativos". (Medias).

	Frisona	Parda Alpina	Limousine	Blonde d´Aquitaine
Diferencia precio Compra-venta ternero (€)	277.73	342.63	355.84	453.09
Coste Alimentación ternero (€)	326.70	307.96	294.70	339.80
Beneficio Bruto/ternero (€)	- 48.97	34.67	61.40	113.29
Beneficio Bruto Por día de cebo/ternero (€)	- 0.25	0.17	0.32	0.51

Como resultados económicos finales observamos (tabla 4) que la raza Blonde d´Aquitaine es la que mayor beneficio económico por día obtuvo (0.51€), también mostraron resultados positivos la la Parda y Limousine (0.17 y 0.32 € respectivamente).La Frisona arrojó sin embargo una pérdida por día de -0.25 €, en este sentido esta raza no solo fue la menos eficiente en crecimientos y transformación (Monsón y Sierra, 2003), sino que sus resultados negativos se vieron aumentados por la compra de los terneros para cebo a pesos elevados.

CONCLUSIONES:

De los resultados económicos (orientativos) observados se desprende que, la Blonde d´Aquitaine se sitúa con el mayor beneficio bruto total y por día (113,29 y 0,51 euros), seguida por la Limousine (61,40 y 0,32 euros), la Parda (34,67 y 0,17 euros) y por último y con resultados negativos la Frisona (-48,97 y –0,25 euros).

Así el orden obtenido comprueba nuevamente la influencia de la aptitud de las razas en estudio (cárnicas, mixta y lechera), por lo que para el cebo es fundamental buscar precios y calidades idóneas en la compra del ternero dentro de cada raza y entre razas, ya que la técnica del cebo es más bien simple, y el productor tiene poca capacidad de intervención en el precio de venta.

BIBLIOGRAFÍA:

Alberti, P. y Sañudo, C. 1988.Características de la canal y calidad de la carne en terneros cebados con dietas forrajeras y suplementados con distinta cantidad de pienso. ITEA nº76: pp. 3-14.

Monsón, F. y Sierra, I. 2003. Comparación de cuatro razas bovinas en producción de carne:I Resultados productivos en cebadero.ITEA .....

DESPIECE Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TERNEROS DE RAZAS RÚSTICAS DE LA DEHESA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

García Torres, S.; López Parra, Mª. M.; Robles Lobo, A.Mª; Izquierdo Cebrián, M. y Espejo Díaz, M.
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca "La Orden".
06187- Guadajira (Badajoz)

INTRODUCCIÓN

La canal, constituye la principal unidad de transacción entre los sectores de producción y comercialización (Carballo *et al.*, 2000). De ahí la importancia de conocer su calidad y fundamentalmente el rendimiento cárnico, afectado por múltiples factores entre ellos la raza y el peso de sacrificio (Albertí *et al.* 2001).

El sistema de producción puede hacer variar los rendimientos carniceros al influir directamente en la conformación y grado de engrasamiento de los animales durante el acabado de los mismos.

El objetivo de este trabajo es estudiar la incidencia del sistema de producción y la raza en el rendimiento cárnico de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante dos años. Cada año se dispuso de 48 animales tras el destete (aproximadamente 220 kg) en un ensayo factorial (2x3) en 8 lotes distribuidos por raza y sistema de producción: Avileños (AV), Moruchos (MO) y Retintos (RE) acabados en sistema de producción ecológico (ECO): con pasto de dehesa y suplementados en periodos de carestía con pienso ecológico, y convencional (CONV): con pienso convencional *ad libitum* y paja.

Cuando los terneros alcanzaron el peso de sacrificio considerado (500 kg para Retintos y Avileños y 430 kg para los terneros de raza Morucha), se sacrificaron.

Las variables estudiadas fueron: El rendimiento de la canal (Rto), definida como el cociente entre el peso vivo al sacrificio de cada animal y el peso de la canal fría (PCF) después de 24 horas de oreo, y el grado de conformación de la canal según la normativa SEUROP, (Reglamento CEE 2237/91). Posteriormente, se procedió al despiece de la media canal izquierda, según Agüera *et al.* (1986), y se pesaron cada una de las piezas resultantes. Se calcularon los porcentajes correspondientes a carne extra (solomillo, lomo bajo, lomo alto), carne de primera (Babilla, Cadera, Tapa, Contra, Redondo, Aguja, Rabillo de cadera, Rabillo de Contra, Espaldilla y Pez), carne de segunda (Llana, Aleta, Morrillo, Morcillo delantero y trasero) y carne de tercera (Pecho, Pescuezo y Falda) así como el porcentaje de grasa total (sebo del cuarto trasero y delantero) y porcentaje total de huesos (huesos de los cuartos trasero y delantero).

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM del SAS (1998) y se calculó el efecto de la raza (R) y del sistema de producción (A) así como la interacción entre ambos. Excepto para los parámetros: peso de la canal fría, rendimiento y conformación, se consideraron como covariables el año de experimento (EXP) y el PCF.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se encuentran recogidos en la Tabla 1. El rendimiento de la canal está afectado por el peso de la canal fría y por la raza siendo éste mayor en los terneros Moruchos. Los resultados de rendimientos están de acuerdo con los obtenidos en trabajos anteriores (García *et al.*, 1997; García *et al.*, 2002) pero fueron menores que los publicados por otros autores como Albertí *et al.* (2001) y García-Cachán *et al.* (1999 a y b).

En cuanto a la clasificación de la canal, la interacción estudiada es significativa, resultando que los terneros Avileños en sistema convencional

tienen mejor conformación que los ecológicos mientras que en las otras razas no existen diferencias.

En el despiece comercial de los terneros (Tabla 2), el factor año de experimento fue significativo tanto en las piezas de categoría extra como en su porcentaje, así como en el Redondo, la Aguja, la Espaldilla, el Morcillo Delantero y el Pecho. Igualmente influyó en el porcentaje calculado de huesos del cuarto delantero.

El peso de la canal fría marca diferencias significativas en todos los componentes resultante del despiece de la canal excepto en el Morcillo trasero y en el Rabillo de Contra. Este hecho se ha comprobado ampliamente en la bibliografía e incluso Zembayashi (1999) encontró que el peso de la canal fue un buen predictor de la cantidad de músculo.

El factor de variación raza, no tiene incidencia en las piezas de categoría extra mientras que la Babilla y la Tapa son más pesadas en los terneros Retintos.

El sistema de producción también influye significativamente en el resultado del despiece, así tuvieron mayor peso en los terneros en sistema convencional las piezas lomo bajo y falda, así como el porcentaje de grasa del cuarto delantero y trasero. Por el contrario, los terneros ecológicos tuvieron la cadera, la aguja, la llana, el morcillo delantero y el pescuezo más pesados que en los terneros en sistema convencional y en los porcentajes de categoría primera, segunda y tercera.

La interacción estudiada (RxA) resultó significativa para el peso de la babilla, la grasa del cuarto delantero y el porcentaje de carne de categoría tercera. En todos los casos el comportamiento de la raza Morucha en ecológico difirió de las demás estudiadas.

CONCLUSIONES

Las razas estudiadas mostraron buenas aptitudes para la producción de carne tanto si su acabado fue en sistema convencional como ecológico. En general, el rendimiento cárnico de los terneros estudiados fue el mismo independientemente de las razas destacando la babilla y la cadera fueron mayores en Retintos. Por otra parte el sistema de acabado en convencional incrementó la cantidad de grasa en todos los terneros mientras que los acabados en ecológico tuvieron mayor desarrollo en las piezas de categoría primera pertenecientes a la pierna probablemente más desarrollada por el ejercicio.

Por lo tanto podemos concluir que tan válido y rentable resulta el acabado de los terneros de razas de dehesa en sistema convencional o ecológico, puesto que las piezas de mayor valor económico apenas están afectadas.

Agradecimientos: Este trabajo pertenece al proyecto CAL00-033 financiado por INIA. Agradecemos la colaboración prestada tanto por el matadero de Olivenza (Badajoz), así como por Alberto Costela, Mariana Pizarro y Catalina Osorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albertí, P.; Lahoz, F.; Tene, R.; Jaime, S.; Sañudo, C.; Olleta, J.L.; Campo, M.M.; Panea, B. y Pardos, J.J. (2001). Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura de la D.G.A. nº 101.

Carballo, J.A.; Monserrat, L. Y Sánchez, L. (2000). En "Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes", Monografías INIA: Serie Ganadera N.1, pp. 107-123.

García-Cachán, M.D. y Cruz-Sagredo García, R. (1999 a y b). ITEA vol. Extra, nº20-Tomo I. a) pp.53-55 y b) pp. 59-61.

García Torres, S.; Robles Lobo, A.M.; López Parra, M.M.; Espejo Díaz, M. e Izquierdo Cebrián, M. (1997). ITEA vol. Extra, nº18-Tomo I, pp.203-205.

García Torres, S.; Robles Lobo, A.M.; López Parra, M.M.; Espejo Díaz, M. e Izquierdo Cebrián, M. (2002). V Congreso de la SEAE - 1er Congreso Iberoamericano de Agroecología, pp. 1179-1189
Zebamyashi, M. (1999). Meat Science, 51: 339-347

Tabla 1.- Características de la canal.

Razas	Sistema Alimentación	Rendimiento %	Conformación	Grasa Riñonada (kg)
Avileño	Convencional	51.38	9.39 (R+)	5.45
	Ecológico	53.04	7.49 (R-)	1.85
Morucho	Convencional	55.34	8.66 (R+)	4.88
	Ecológico	54.72	8.52 (R)	2.26
Retinto	Convencional	52.65	9.13 (R+)	4.29
	Ecológico	52.10	8.74 (R+)	1.93
Significación	EXP	ns	ns	ns
	PCF	***	*	**
	Raza	**	ns	ns
	Sist. producción	ns	**	***
	R*A	ns	**	ns

Tabla 2. Pesos medios (kg) y porcentajes del despiece en las tres razas estudiadas en los dos sistemas de producción: Ecológico y convencional.

	AV		MO		RE				
	ECO	CONV	ECO	CONV	CONV	ECO	Significación		
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	R	A	RxA
Solomillo	2.18	2.31	2.22	2.24	2.28	2.23	ns	ns	ns
Lomo Bajo	4.46	4.06	4.57	4.39	4.41	4.01	ns	***	ns
Lomo Alto	3.21	3.14	3.08	3.08	3.27	3.23	ns	ns	ns
Babilla	4.83	4.84	4.72	4.54	4.73	5.10	*	ns	**
Cadera	3.18	3.38	3.21	3.25	3.19	3.41	ns	***	ns
Tapa	7.56	7.92	7.83	7.91	7.75	8.42	**	**	ns
Contra	5.9	5.93	5.98	5.92	5.9	6.25	ns	ns	ns
Redondo	2.18	2.26	2.3	2.51	2.21	2.24	ns	ns	ns
Rabillo contra	1.8	1.84	1.71	1.74	1.7	1.91	ns	ns	ns
Espaldilla	5.88	5.79	6.06	5.91	5.47	5.92	ns	ns	ns
Pez	1.22	1.21	1.25	1.21	1.19	1.19	ns	ns	ns
Llana	1.07	1.18	1.1	1.2	1.06	1.2	ns	**	ns
Aguja	6.04	6.13	5.77	5.77	5.98	6.55	ns	ns	ns
Rabillo Cadera	1.03	1.13	1.11	1.08	1.11	1.23	ns	ns	ns
Aleta	2.9	3.13	3.13	3.18	2.88	2.99	ns	ns	ns
Morcillo Delantero	3.58	3.95	3.81	3.95	3.68	3.86	ns	**	ns
Morcillo Trasero	2.0	1.91	1.91	2.20	2.11	2.08	ns	ns	ns
Pecho	5.1	5.74	5.85	5.71	4.6	4.88	***	ns	ns
Pescuezo	7.72	9.4	9.07	9.85	7.55	8.42	**	***	ns
Falda	12.11	10.66	11.77	10.92	11.58	10.84	ns	***	ns
Sebo Delalntero	4.65	2.49	3.93	3.14	4.79	2.78	ns	***	*
Sebo Trasero	5.66	2.49	4.83	3.27	5.19	2.80	ns	***	ns
Huesos Delantero	9.17	9.26	8.43	8.45	9.41	9.67	**	ns	ns
Huesos Trasero	11.86	11.53	10.80	10.64	12.07	11.9	**	ns	ns
Morcillo Trasero	2.0	1.91	1.91	2.20	2.11	2.08	ns	ns	ns
Porcentajes de piezas cárnicas según categorías									
Extra	8.02	7.98	8.06	8.17	8.14	7.88	ns	ns	ns
Primera	29.66	31.20	30.30	31.04	29.66	32.19	ns	***	ns
Segunda	10.64	11.56	10.85	11.63	10.38	11.14	ns	***	ns
Tercera	22.46	24.23	24.32	24.86	22.25	24.47	***	**	*
Sebo Delantero	3.68	2.11	3.21	2.64	3.82	2.31	ns	***	ns
Sebo Trasero	4.47	2.12	3.96	2.56	4.18	2.39	ns	***	ns
Huesos Delantero	9.17	9.26	8.43	8.45	9.41	9.67	**	ns	ns
Huesos Trasero	11.86	11.53	10.80	10.64	12.07	11.90	**	ns	ns

CARACTERIZACIÓN DE LAS CANALES DE LOS AÑOJOS ACOGIBLES A LA I.G.P. "TERNERA GALLEGA": EFECTO DE LA CONFORMACIÓN

Carballo, J.A.; Oliete, B.; Moreno, T.; Varela, A.; Monserrat, L.; Sánchez, L.(*)
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apto. 10 15080 Coruña
(*) Dto. Anatomía y Producción Animal Ftad. Veterinaria. Apto. 272 27002 Lugo

INTRODUCCIÓN

La clasificación de las canales, como agrupación y ordenación en función de criterios mensurables de calidad, es el principal criterio que va a regir en las transacciones comerciales entre la oferta y la demanda en el mercado de la carne. El actual sistema de categorización por conformación está basado en la apreciación, que de forma subjetiva se realiza en el matadero, evaluando el nivel de desarrollo y la distribución de las distintas masas musculares de la canal; pero esta debe contrastarse con medidas objetivas encaminadas a conocer la composición de los principales tejidos integrantes de la misma (Delfa *y col.*, 1992) y la distribución de sus piezas comerciales (Sañudo & Campo, 1998), que son a la postre las que van a marcar el valor económico de la canal.

El Reglamento de "Ternera Gallega" distingue como canales del tipo "Añojo" las procedentes de animales de entre 10 y 18 meses; habiéndose certificado, en el año 2.002, el 1% del total de las 10.979 tm. acogidas a la I.G.P.

A lo largo de los últimos años se viene observando un paulatino aumento en el sacrificio de este tipo de animales; por lo que se ve la necesidad de realizar un estudio que analice la segmentación por conformación de las canales obtenidas.

MATERIAL Y METODOS

Para este estudio se emplearon 296 Añojos de raza Rubia Gallega, 165 machos y 131 hembras, con un peso medio de 410 kg., con edades comprendidas entre los 10 y 15 meses, producidos en sistemas en base a pastos y forrajes, acogibles a la I.G.P. "Ternera Gallega", que sólo admite tipos de conformación superior a la categoría "R". La distribución de animales se refleja en la Tabla 1.

Tabla 1.- Distribución de las canales por Conformación y Sexo

	E	U	R
Machos	6	40	119
Hembras	7	34	90
TOTAL	13	74	209

Las canales fueron clasificadas por personal experto en el matadero, según la Norma SEUROP. A las 48 horas postmortem se procedió al despiece de la media canal izquierda, anotándose el peso de cada pieza comercial y calculando el porcentaje que representaba respecto a la canal; agrupándose posteriormente según los tipos de tejidos y categorías de las piezas comerciales. La metodología empleada es la descrita por Carballo *y col.* (2000); no se deshueso el lomo ni la falda por ser la práctica comercial.

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza por el procedimiento GLM (SAS), con test de Duncan para las categorías de conformación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron conformaciones "S", ya que se corresponden a animales con hipertrofia muscular que no esta presente de forma homocigótica en la raza.

El peso vivo no se muestra como buen indicador de la clasificación de la canal, debido a que los animales se sacrificaron a un estado de engrasamiento similar,

considerado como óptimo para el sistema de explotación; aunque si se aprecian diferencias (P<0,001) debidas al sexo, al obtenerse este más rápidamente en las hembras que en los machos. (Tabla 2).

Es en el peso canal donde empiezan a encontrarse diferencias, mostrando las categorías más altas unos valores superiores (P<0,001) frente a la categoría "R", con diferencias que van desde: E vs U de 13,6 kg. hasta U vs R de 18,6 kg.

En el rendimiento canal es donde mejor se aprecian las diferencias entre conformaciones; siendo del 61,58% en la "E" disminuyendo hasta el 57,71% en la "U" y el 53,54% en la "R" (P<0,001). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García de Siles (1978) y Zea *y col.* (2002), aunque son ligeramente inferiores a los obtenidos por Alberti *y col.* (2001) dado el distinto tipo de alimentación empleada en el acabado presacrificio y en su forma de cálculo.

Tabla 2.- Medias, desviación típica y nivel de significación de las características de las canales

	E	U	R	N.S.	
				Conf.	Sexo
Peso vivo (kg)	407 ± 19	412 ± 58	408 ± 52	n.s.	***
Peso canal (kg)	250,9 ± 14,6 a	237,3 ± 34,5 a	218,7 ± 32,0 b	***	**
Rendimiento (%)	61,58 ± 1,96 a	57,71 ± 3,33 b	53,54 ± 2,77 c	***	*

En la Tabla 3 se muestran los resultados correspondientes a la composición tisular de la canal y de sus cuartos. Se observa que la categorización de canales es buen indicador del contenido de carne vendible, existiendo unas diferencias máximas del 6,29% entre categorías extremas, siendo mayores entre las categorías U vs R (3,61%) que entre E vs U (2,68%). Estas diferencias se hacen más palpables en el cuarto trasero que en el delantero, al ser el primero el que tiene un mayor contenido de carne y proporcionalmente menor de grasa y hueso.

Tabla 3.- Medias, desviación típica y nivel de significación de la Composición Tisular

(% canal)	E	U	R	N.S.	
				Conf.	Sexo
TOTAL CANAL					
Carne	86,18 ± 1,84 a	83,50 ± 2,36 b	79,89 ± 1,95 c	***	n.s.
Grasa	3,42 ± 0,42 c	3,58 ± 0,65 b	5,32 ± 0,86 a	***	*
Hueso	10,95 ± 0,59 c	12,76 ± 0,87 b	14,24 ± 0,99 a	***	*
Relación C/H	7,87 ± 0,71 a	6,54 ± 1,37 b	5,61 ± 1,23 c	***	n.s.
CUARTO DELANTERO					
Carne	27,46 ± 1,95 a	26,81 ± 1,40ab	26,38± 1,74 b	***	n.s.
Grasa	1,42 ± 0,38 b	1,66 ± 0,61 b	2,30 ± 0,80 a	***	n.s.
Hueso	5,90 ± 0,81 c	6,86 ± 0,93 b	7,54 ± 0,93 a	***	***
Relación C/H	4,87 ± 0,93 a	3,99 ± 0,66 b	3,55 ± 0,58 c	***	n.s.
CUARTO TRASERO					
Carne	58,72 ± 1,79 a	56,69 ± 2,82 b	53,51 ± 2,05 c	***	n.s.
Grasa	2,00 ± 0,45 b	1,92 ± 0,69 b	3,02 ± 0,91 a	***	***
Hueso	5,05 ± 0,34 c	5,90 ± 0,80 b	6,70 ± 1,06 a	***	n.s.
Relación C/H	11,66 ± 0,62 a	9,91 ± 1,65 b	8,19 ± 1,27 c	***	n.s.

A medida que la categorización de la canal disminuye se han encontrado un mayor contenido de grasa intermuscular (P<0,001); obteniéndose mayores diferencias entre las conformaciones R vs U (1,74%), debidas principalmente a los depósitos grasos del cuarto trasero (1,1%).

El contenido en tejido óseo se comporta de forma similar al adiposo; presentándose mayores contenidos en la categoría "R", que resulta con el 3,29% más que en la "E", siendo el cuarto delantero en donde se encuentra las mayores proporciones.

La relación Carne/Hueso presenta valores más altos en las mejores categorías (P<0,001), siendo el cuarto trasero el que presenta unos valores más altos al ubicarse en él los mayores contenidos en carne vendible y menor de hueso de la canal, este resultado está acorde con lo reseñado por Cabrero (1991) que indica que esta relación aumenta directamente con el peso canal.

Con respecto al sexo, las hembras presentaron una mayor proporción de grasa que los machos y un menor contenido en hueso, resultados similares a los encontrados por Brea *y col.* (1998) trabajando con distintos tipos de animales de esta raza, y más recientemente por Monserrat *y col.* (2002) trabajando con animales más jóvenes.

Respecto a las categorías comerciales (Tabla 4) la conformación afecta a los contenidos de todas las piezas a excepción del chuletero. Aunque la anchura del lomo es más patente en la conformación "E" se obtienen unos menores porcentajes (n.s.) que en la "R" debido a una mayor deposición de grasa subcutánea.

El porcentaje de solomillo queda claramente diferenciado entre las distintas conformaciones, obteniéndose unos mayores valores para las hembras que para los machos (P>0,001).

En las carnes de primera se obtuvo diferencias entre las conformaciones E-U vs R, presentándose unos mayores porcentajes en las de mejor categorías, obteniéndose unas diferencias del 4,13% entre las categorías "U" y "R", debido al mayor desarrollo muscular del cuarto trasero, superior en los machos que en las hembras.

El mayor porcentaje de carnes de tercera en las canales más pesadas esta relacionado con el mayor desarrollo de la falda y el pecho de las hembras.

Tabla 4.- Medias, desviación típica y nivel de significación de las Piezas por Categorías Comerciales

(% canal)	E	U	R	N.S.	
				Conf.	Sexo
Chuletero	12,28 ± 0,60	12,56 ± 0,76	13,05 ± 1,07	n.s.	n.s.
Solomillo	2,35 ± 0,25 a	2,17 ± 0,22 b	2,02 ± 0,17 c	***	***
Primera	44,93 ± 1,56 a	44,59 ± 2,78 a	40,46 ± 2,58 b	***	*
Segunda	7,64 ± 0,66 b	8,59 ± 2,26 a	7,42 ± 1,77 b	***	n.s.
Tercera	18,28 ± 0,89 a	15,59 ± 2,57 c	17,12 ± 2,47 b	***	n.s.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTÍ, P.; TENA, R.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M. & PARDOS, J.J. (2001). Producción y rendimiento carnicero de siete razas bovinas españolas faenadas a distintos pesos. Informaciones Técnicas nº 101. Ed: Gobierno de Aragón.

BREA, T.; GARCÍA, J.; MONSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L.; & CARBALLO, J.A. (1998). Modelización, crecimiento y rendimiento potencial de machos y hembras de raza Rubia Gallega. Memoria CIAM 94-96. Ed: Consellería de Agricultura. Xunta de Galicia: 313-329.

CABRERO, M. (1991). La calidad de las canales vacunas. Bovis, 38: 1-70.

CARBALLO, J.A.; MONSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000). Composición de la canal bovina. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. V. Cañeque & C. Sañudo. Monografía INIA: Serie Ganadera nº 1: 107-123.

DELFA, R.; TEIXEIRA, A. & GONZALEZ, D. (1992). Composición de la canal. Medida de la composición. Ovis, 23: 9-22.

GARCÍA de SILES, J.L. (1978). Algunos aspectos de la calidad de las canales de terneros y añojos de las razas Frisona y Rubia Gallega. Th. D. CRIDA 01. INIA.

MONSERRAT, L.; CARBALLO, J.A.; SÁNCHEZ, L.; VARELA, A.; OLIETE, B. (2002). Composición de la canal de los terneros de raza Rubia Gallega sacrificados sin destetar: Efecto de la extensificación del manejo. Actas IXº Congr. FeMeSPRum.: 175-179.

SAÑUDO, C. & CAMPO, M.M. (1998). Calidad de la carne por tipos. En: Vacuno de carne: Aspectos clave. 466-492. Ed: Mundi Prensa. Madrid.

ZEA, J.; DÍAZ, M.D.; CARBALLO, J.A. & OLIETE, B. (2002). Efecto del tipo de forraje y del peso al sacrificio en la calidad de la canal y de la carne de terneros Rubio Gallegos. Actas XLIIº Congr. S.E.E.P.,: 509-514.

ESTUDIO PRELIMINAR DE CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE CARNE DE LA TERNERA DE LA DEHESA ANDALUZA.

Alcalde, M.J[1]., Panea, B[2]., Olleta, J.L[2]., Sierra, I[2]. y Porras, C[3].

(1) Dpto. Ciencias Agroforestales. E.U.I.T.A. Ctra Utrera Km.1. 41.013 Sevilla.

(2) Unidad de Producción Animal. Fac. Veterinaria. C/ Miguel Servet, 177. 50.013 Zaragoza.

(3) CIFA Las Torres. Alcalá del Río. Sevilla.

INTRODUCCIÓN

La dehesa constituye un sistema modélico desde el punto de vista de respeto al medio ambiente, tal como exige la política de la U.E, además privativo de la Península ibérica. Los productos que de ella se obtienen, se asemejan en gran manera a los productos ecológicos. Por otra parte, la ganadería extensiva de la dehesa, para tener cierta rentabilidad, nunca podrá competir en cantidad con la ganadería intensiva, sino que ha de hacerlo en calidad. Algunos de esos productos tienen ya en el mercado una gran fama como es el caso del cerdo ibérico cebado en montanera, otros no tienen todavía ese reconocimiento por los consumidores, por desconocimiento y falta de promoción.

El caso de la Ternera de la Dehesa proviene de cruces industriales entre razas autóctonas y machos mejorantes (según señala Daza, 1997, el cruce industrial mejora 15-20% el peso al destete de los terneros facilitando así su venta), además es un tipo de ganadería sostenible que va en consonancia con las corrientes actuales que propugnan el bienestar animal.

Por tanto el objetivo de este trabajo es caracterizar, tipificar y por último promocionar este tipo de carne que supone importantes ingresos para la población que en esta zona se asienta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 6 animales (2 machos y 4 hembras) procedentes del cruce de razas autóctonas andaluzas con machos de aptitud cárnica. Estos animales se han criado en una zona de Dehesa de la Sierra Norte de Sevilla, procediendo a su destete con 5 meses, tras de los cuales los animales permanecieron en la dehesa pastando complementando su alimentación con un pienso concentrado a libre disposición durante un periodo de otros 5-6 meses. Así pues las edades de sacrificio de los animales se sitúan entre 11 y 12 meses.

Tras su sacrificio se procedió a la extracción de una serie de muestras: 10ª costilla y un trozo correspondiente a 3 costillas (de la 11ª a la 13ª vértebras torácicas). Se extrajo el músculo *Longissimus dorsi*, que se envasó en una bandeja de poliexpan y se cubrió con film transparente y permeable al oxigeno, manteniéndose a 4°C hasta el 7º día tras el sacrificio. Momento en el que se realizaron las siguientes medidas:

- Capacidad de Retención de Agua, por el método de compresión (Grau y Hamm, 1953, modificado por Sierra *et al.*, 1973).
- Color mediante un reflectómetro CM-Minolta 2002. Se utilizaron los valores L*, a* y b* (índice amarillo) del sistema de coordenadas CIE (1976).
- Determinación del contenido en materia seca, en estufa a 100ºC/24 horas.
- Medida de la textura de la carne mediante Instron (serie 4300), utilizando una célula de compresión sobre carne cruda. Los parámetros medidos en N/cm^2 fueron: esfuerzo máximo y esfuerzos al 20% y al 80% de la carga máxima de compresión.

El resto de la 10ª costilla fue empleado para realizar una disección estandarizada, separando las siguientes fracciones: hueso, músculo, grasa y desechos.

Para el análisis de los resultados se ha utilizado el programa informático SPSS+PC realizándose un estudio descriptivo, ANOVA y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos de canal (Tabla 1) son altos debido al cruce industrial empleado (Alberti *et al.*, 1999a).

Tabla 1: Valores medios, desviación estándar (D.E.), coeficientes de variación (C.V.), mínimos y máximos de los parámetros estudiados.

	Media	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo	N
P.VIVO (Kg.)	377,83	75,26	19,92	315,00	501,00	6
P.CANAL (kg.)	216,17	42,76	19,78	181,00	280,00	6
Rendimiento (%)	57,22	1,18	2,06	55,89	59,09	6
Músculo (% 10ª Costilla)	58,11	3,05	5,25	55,21	63,01	6
Grasa (% 10ª Costilla)	19,92	4,82	24,20	12,04	24,58	6
Hueso (% 10ª Costilla)	19,05	2,41	12,65	17,43	23,84	6
Desechos (% 10ª Costilla)	2,92	0,79	27,05	1,91	3,95	6
Grasa Renal (% P. Canal)	1,36	0,55	40,20	0,73	2,04	6
Materia Seca (%)	25,15	0,93	3,70	23,62	26,10	6
PH	5,45	0,02	0,51	5,40	5,48	6
CRA	17,89	1,32	7,38	16,71	20,22	6
L*	34,88	1,78	5,10	32,71	36,85	6
a*	23,41	0,82	3,50	22,22	24,28	6
b*	16,29	5,39	33,09	9,63	22,83	6
C*	28,85	2,60	9,01	25,39	32,15	6
h*	59,57	16,75	28,12	38,91	78,96	6
Pigmentos hemínicos	2,92	0,47	16,10	2,32	3,49	6
Esfuerzo máximo	43,93	4,03	9,17	40,30	49,65	6
Esfuerzo 80%	33,65	5,22	15,51	29,23	42,30	6
Esfuerzo 20%	4,42	0,68	15,38	3,40	5,27	6

Respecto a la composición tisular de la décima costilla, el porcentaje de músculo fue bajo (58,11%), inferior al de otras razas como es el caso de la Asturiana de los Valles (Martínez *et al.*, 1999a), sin embargo es similar, aunque algo superior, a los valores alcanzados por la Asturiana de la Montaña (Martínez *et al.*, 1999b).

El pH encontrado (5,45) sitúa a este tipo de explotación del ganado en un rango idóneo. La capacidad de retención de agua (CRA) quizá sea un poco baja si la comparamos con lo obtenido en otros trabajos para otras razas como Asturiana (Oliván *et al.*, 1999) y Avileña (García Cachán y Cruz-Sagredo, 1999b) cuyas capacidades superaron el 20%, pero su valor fue similar al de la raza Morucha (García Cachán y Cruz-Sagredo, 1999a) que obtuvo 18,5%.

Este tipo de ternera criado en la Dehesa evidencia un color de la carne típico de animales de razas rústicas con un valor L* de 34,88 o lo que es lo mismo carnes no muy claras como también señala Alberti *et al.* (1999b) en razas rústicas como la Avileña y la Morucha y Önenç *et al.* (1999) en Parda Alpina y Pirenaica (con valores de L* en torno a 40), además el pastoreo disminuye la luminosidad (Allingham *et al.*, 1998). También son carnes muy rojas (un índice rojo, a* de 23,41) a diferencia de lo que ocurre por ejemplo en Pirenaica y Parda Alpina con valores de a* de 11,41 y 12,07 respectivamente (Önenç *et al.*, 1999). Los valores de a* y b* le confieren a la carne un color marrón. Quizá ésta no es una característica apreciada por el consumidor que busca carnes pálidas y blancas (Alberti *et al.*, 1999a). En este color ha influido lógicamente la actividad física (Lawrie, 1950 y Alberti *et al.*, 1999a) y la ingestión de forrajes verdes (Vieira *et al.*, 1999) que realizan estos animales. Y por último destacar la mayor saturación (C* = 28,85) y tono (h*, ángulo = 59,57°) que presentan estos animales si lo comparamos con animales

como Parda Alpina y Pirenaica (Önenç *et al.*, 1999) que como mucho llegan a C* = 15 y h* = 34°. En este último trabajo (Önenç *et al.*, 1999) el factor que más ha determinado las diferencias de color ha sido el pH y no la raza ni a la dieta recibida; en nuestro caso, el sistema de explotación y edad han establecido unos valores con mayores diferencias a las que se establecían en el estudio mencionado.

La terneza, junto con el color, es el mayor condicionante en la decisión de compra por parte del consumidor (Zamora *et al.*, 1996). El esfuerzo al 20% es bajo porque en razas de tipo rústico suele tener menor importancia el componente miofibrilar si lo comparamos con razas como Asturiana y Pirenaica (Campo *et al.*, 1999) que poseen un mayor desarrollo de la musculatura. En cambio el componente conjuntivo debería ser más importante por la realización de ejercicio físico y criarse al aire libre, pero al tratarse de animales jóvenes éstos son bajos, ya que la cantidad de colágeno, el componente mayoritario del tejido conjuntivo, aumenta al hacerlo la edad del animal (Kopp y Bonnet, 1982). De esta forma, los resultados obtenidos son comparables a los obtenidos por Campo *et al.* (2000) en animales de crecimiento rápido (Rubia Gallega y Pirenaica.

Los resultados preliminares obtenidos son aceptables. No obstante y a pesar de lo aquí expuesto, sin duda es necesario obtener datos de un mayor número de animales para que estas conclusiones tengan una mayor entidad.

BIBLIOGRAFIA

Alberti, P., Lahoz, F., Sañudo, C. y Olleta, J.L. 1999a. Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la DGA, nº 68.

Alberti, P., Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Panea, B., Franco, J. y Lahoz, F. 1999b. ITEA vol. Extra nº 20 (I): 80-82.

Allingham, P.G., Harper, G.S. y Hunter, R.A. 1998. Meat Science, vol 48: 65-73.

Campo, M.M., Panea, B., Olleta, J.L., Sañudo, C., Beltrán, J.A., y Piedrafita, J. 1999. ITEA vol. extra nº 20 (I): 20-22.

Campo, M.M., Santolaria, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Olleta, J.L., Panea, B. y Alberti, P. 2000. Meat Science, 55, 4, 371-378.

CIE (1986) Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry (2nd ed.) Vienna. Publication CIE nº 152.

Daza, A. 1997. en Buxadé, C. (coord.). Vacuno de carne: aspectos clave, pp.191-211. ED. MundiPrensa. Madrid.

García Cachán, M.D., Cruz-Sagredo García, R. 1999a. ITEA vol. extra nº 20 (I): 53-55.

García Cachán, M.D., Cruz-Sagredo García, R. 1999b. ITEA vol. extra nº 20 (I): 59-61.

Grau, R. y Hamm, G. 1953. Naturwissenschaften 40:29.

Kopp, J. y Bonnet, M. 1982. Bulletins Techniques CRZV. Theix INRA 48:34.

Lawrie, R.A.1950. Biochem. J., 55: 305.

Martínez, A., García, J., Noval, G., de Diego, V., Castro, P. y Osoro, K. 1999a. ITEA vol. extra nº 20 (I): 26-28.

Martínez, A., García, J., Noval, G., Villa, A., Castro, P. y Osoro, K. 1999b. ITEA vol. extra nº 20 (I): 101-103.

Oliván, M., Osoro, K., García, M.J., Noval, G., Martínez, A., Villa, A., de Diego, V.J. y García Atance, P. 1999. ITEA vol. extra nº 20 (I): 98-100.

Önenç. A., Sañudo, C., Negueruela, A.I., Alberti, P., Olleta, J.L. y Campo, M.M. 1999. ITEA vol. extra nº 20 (I): 23-25.

Sierra, I. 1973. I.E.P.G.E. nº 16. Zaragoza. 43 pgs.

SPSS. PC+ 1998. SPSS Trends 9.0. SPSS Inc., Chicago.

Vieira, C., Cerdeño, F., Giráldez, F.J. y Mantecón, A.R. 1999. ITEA vol. extra nº 20 (I): 44-46.

Zamora, F., Tassy, C., Canistro, J., Lepetit, J., Lebert, A., Dransfield, E. y Ouali, A. 1996. Meat for the consumers. 42th ICOMST.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE TERNEROS AÑOJOS DE LAS RAZAS ASTURIANAS CEBADOS EN INTENSIVO O EXTENSIVO

Oliván M.[1] , Osoro K.[1], Martínez A.[1], Guerrero L.[2]
[1]S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias. E-mail: mcolivan@serida.org
[2]I.R.T.A. Centre de Tecnologia de la Carn, 17121 Monells, Girona

INTRODUCCIÓN

Durante tiempo se ha considerado que la carne de vacuno producida en sistemas extensivos es más oscura y dura y tiene peor aceptación por el consumidor que la carne de terneros cebados en intensivo. Sin embargo, los animales alimentados en extensivo pueden recibir un acabado con pienso previo al sacrificio, que según su duración afectará más o menos a la calidad de la carne (Muir et al. 1998, Oliván et al. 2002). Además, existen otros factores productivos como son la raza, la edad, el estado fisiológico y el peso al sacrificio del animal que pueden interaccionar con el sistema de alimentación y afectar a la calidad final del producto.

En este trabajo se analizan las relaciones existentes entre las características físico-químicas y sensoriales de la carne de vacuno de las dos razas bovinas asturianas (Asturiana de los Valles "AV" y Asturiana de la Montaña "AM") producida en dos sistemas de alimentación (intensivo y extensivo) y el efecto de distintos factores productivos (raza, estado fisiológico, alimentación) sobre la aceptabilidad de la carne por el consumidor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 99 muestras de carne del músculo *Longissimus thoracis* de terneros añojos (500-550 kg peso vivo) de las razas AV (n = 60) y AM (n = 39) alimentados tras el destete en dos sistemas de manejo: extensivo e intensivo. Los terneros de extensivo (n = 64) se manejaron en pastos de raigrás inglés y trébol blanco y recibieron diferentes tratamientos de acabado: 16 animales se sacrificaron directamente del pasto (AC1), 16 recibieron concentrado durante 70 días antes del sacrificio (AC2) y 32 se cebaron con concentrado durante 100 días (AC3). Los terneros cebados en intensivo (n = 35) recibieron concentrado y paja a libre disposición durante aproximadamente 200 días hasta el momento del sacrificio. La distribución de animales y tratamientos se muestra en las Tablas 1 y 2.

Se analizaron las siguientes variables físico-químicas: pH a las 24 h *post-mortem;* humedad (ISO 1442-1973), grasa intramuscular (ISO 1443-1973), proteína (ISO R-937-1978), mioglobina (Hornsey, 1956), pérdidas de jugo por presión (PJP) (Grau y Hamm, modificado) y dureza instrumental WB (energía utilizada en el corte por Warner-Bratzler) a los 7 días y color (L*, a*, b*) a los 6 días con colorímetro Minolta CR-200. La calidad sensorial de la carne se analizó con un panel de ocho personas entrenadas que evaluaron flavor global, olor global, olor a grasa, dureza, jugosidad inicial, jugosidad total y masticabilidad (número de masticaciones necesarias para la deglución) en escala de 0 a 10 puntos. La aceptabilidad de la carne se analizó por un conjunto de 170 consumidores (86 hombres y 84 mujeres, de 18 a 71 años) en sala de catas normalizada, con escala hedónica de 9 puntos. El análisis sensorial se realizó de forma independiente para la carne de extensivo y de intensivo, equilibrándose en cada sesión de cata los tratamientos aplicados en cada sistema de alimentación.

Se aplicó un ANOVA para analizar el efecto de los factores raza, castración y acabado en el diseño de extensivo y raza, genotipo y castración en intensivo. Se

mediante regresiones lineales múltiples (SPSS 1994) y por análisis de componentes principales (SAS 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En extensivo, la carne de la raza AV mostró valores de luminosidad (L*) e índice de rojo (a*) significativamente más altos y mayor pérdida de jugo por presión que la raza AM (Tabla 1). También fue una carne más dura y con peor aceptabilidad por el consumidor. La castración influyó sobre el color (L* y a*), la intensidad de flavor y la dureza instrumental: la carne de los terneros castrados fue más clara y tierna, presentó mayor contenido de grasa intramuscular y mayor intensidad de flavor. La aplicación de un período de acabado con pienso produjo una carne más clara y redujo el pH y las pérdidas de jugo, disminuyendo la masticabilidad de la carne (Oliván et al. 2002).

Tabla 1. Efecto de la raza (R), castración (C) y acabado (AC) sobre parámetros de calidad de la carne de terneros añojos alimentados en extensivo (Oliván et al.2002).

RAZA	AV						AM						Significación		
Castración	Enteros			Castrados			Enteros			Castrados			R	C	AC
Acabado	AC1	AC2	AC3	AC1	AC2	AC3	AC1	AC2	AC3	AC1	AC2	AC3			
N	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8			
L*	35,8	42,5	41,9	37,0	40,8	42,3	31,9	39,3	38,8	35,3	41,6	40,8	***	*	***
a*	18,3	22,1	23,0	20,8	23,7	24,8	19,6	21,5	19,3	19,9	21,2	22,1	*	*	**
b*	4,2	10,3	10,4	5,1	10,6	11,2	4,6	9,8	9,1	4,2	10,3	10,2	NS	NS	***
PJP (%)	23,9	23,5	23,8	25,7	21,5	22,9	21,6	19,8	20,8	23,3	20,9	22,6	***	NS	*
Dureza WB	2,93	3,04	2,74	2,36	1,77	2,26	2,75	2,17	2,48	2,02	1,70	1,79	**	***	NS
Olor global	4,14	4,21	4,14	4,51	4,32	4,36	4,48	4,03	4,30	4,78	4,12	4,12	NS	NS	NS
Flavor	3,44	3,53	4,02	4,70	4,95	4,21	4,08	3,88	4,14	4,88	4,67	4,76	NS	***	NS
Dureza	4,58	4,01	4,09	2,83	2,30	2,64	3,63	2,65	3,87	2,28	1,93	2,30	**	***	NS
Jugos.total	2,31	1,88	2,69	3,34	3,58	2,93	3,09	3,33	2,66	3,17	3,53	3,72	*	***	NS
Masticabil.	5,20	4,15	4,54	3,78	3,13	3,46	3,98	3,17	4,29	3,24	2,94	3,16	**	***	**
Aceptab.	4,91	5,23	4,89	5,53	6,43	5,98	5,55	5,90	5,56	6,08	6,25	6,26	*	***	NS

Significación: NS = no significativo; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

Entre los terneros de intensivo (Tabla 2, Oliván et al. 2003), la raza afectó también al color y las pérdidas de jugo, en el mismo sentido que en extensivo: la carne de los terneros AV fue más clara y con mayores índices a* y b* y mayores pérdidas de jugo. La presencia del gen de la hipertrofia muscular redujo los índices de color a* y b* e incrementó las pérdidas de jugo de la carne, reduciendo la jugosidad total y la masticabilidad de la carne. La carne más clara fue la de los terneros homocigotos culones (L* = 44). Entre los heterocigotos, la castración produjo un incremento de la luminosidad de la carne y los índices a* y b* y una disminución de las pérdidas de jugo, lo cual aumentó la jugosidad total. También redujo el flavor y la masticabilidad.

El análisis de regresiones lineales múltiples mostró que para el conjunto de las muestras analizadas (n = 99) la aceptabilidad de la carne estaba positivamente relacionada con el contenido de grasa intramuscular ($p < 0,01$) y la jugosidad inicial de la carne ($p < 0,05$) y negativamente con la dureza sensorial ($p < 0,001$) e instrumental ($p < 0,05$). Estas cuatro variables explicaron un 74% de la variabilidad en la aceptabilidad. La predicción de la aceptabilidad de la carne mejoró ligeramente cuando se calculó de forma independiente para los terneros alimentados en extensivo, siendo la dureza instrumental la única variable que explicó significativamente ($p < 0,001$) un 78% de la variabilidad, pero fue inferior en la carne proveniente del sistema intensivo, posiblemente debido al bajo número de muestras (n = 35), siendo la dureza sensorial la variable significativamente ($p < 0,01$) relacionada con la aceptabilidad ($R^2 = 0,53$).

Estos resultados vienen a confirmar la alta incidencia que tiene la dureza sobre la aceptabilidad de la carne de vacuno por el consumidor, ampliamente mencionada en la bibliografía (Savell et al. 1987, Smith et al. 1987, Love 1994). Sin embargo,

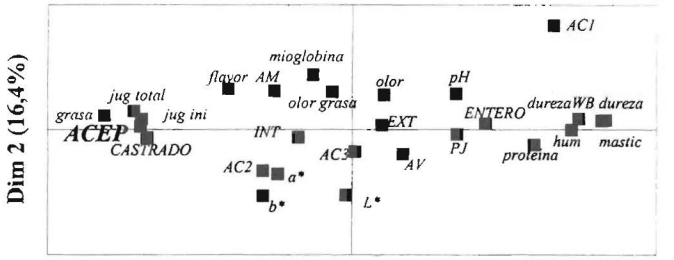
también señalan la existencia de otra variable que ejerce gran influencia sobre la aceptabilidad de la carne, como es el engrasamiento intramuscular, altamente correlacionado con las pérdidas de jugo y la jugosidad inicial y total de la carne y por tanto con su calidad sensorial.

Tabla 2. Efecto del genotipo y la castración sobre parámetros de calidad de la carne de terneros añojos de intensivo (Oliván et al. 2003, modificada).

RAZA	AV			AM	Significación		
GEN CULÓN:	Homocigoto Culón	Heterocigoto		Homocigoto Normal	Homocigoto Normal	R	G	C
CASTRACIÓN:	no	no	sí	no	no			
Nº animales	7	7	7	7	7			
L*	44,35	35,02	41,82	40,68	37,92	+	+	NS
a*	18,92	18,50	21,55	22,37	17,73	***	***	**
b*	9,74	7,76	10,00	10,07	8,73	*	+	*
PJP (%)	24,79	23,76	18,06	21,93	19,56	*	*	***
Dureza WB	2,87	2,17	1,92	2,29	2,29	NS	+	NS
Olor global	4,42	4,00	3,68	4,45	4,51	NS	NS	NS
Flavor global	4,11	4,12	3,52	4,19	4,52	NS	NS	+
Dureza panel	3,68	2,74	2,07	2,80	2,80	NS	NS	NS
Jugosidad total	3,37	3,75	3,85	3,89	4,13	NS	*	*
Masticabilidad	4,36	3,53	3,16	3,43	3,49	NS	**	**
Aceptabilidad	5,48	5,71	6,36	5,63	5,84	NS	NS	+

Significación: NS = no significativo; + = $p<0,1$; * = $p<0,05$; ** = $p<0,01$; *** = $p<0,001$.

El análisis de componentes principales (ver figura) mostró que la jugosidad y el engrasamiento intramuscular están positivamente correlacionadas con la aceptabilidad de la carne. El primer componente explicó un 30,6% de la varianza total y contrastó dureza instrumental y sensorial, masticabilidad, humedad, proteína, pH y pérdidas de jugo (la carne de los terneros enteros y de extensivo sin acabado "AC1" están en esta zona) con grasa intramuscular, jugosidad inicial y total, flavor y aceptabilidad (la carne de los terneros castrados, fundamentalmente). El eje 2 distinguió la carne de la raza AM, de mayor flavor, olor a grasa y concentración de mioglobina, con la carne de mayor luminosidad, a* y b*, de los tratamientos de extensivo con acabado (AC2 y AC3).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Muir P.D., Beaker J.M., Bown M.D. 1998. New Zealand J. of Agric. Res. 41: 623-635.

Love J. 1994. In "Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products". Eds. A. M. Pearson, T.R. Dutson. Blackie Academis & Profesional, Glasgow, pp: 337-358.

Oliván, Osoro, Mocha, García, Martínez, Martínez, Aldai, Guerrero. 2002. Proc.48th ICoMST: 720-21.

Oliván, Martínez, Mocha, García, Martínez, Castro, Osoro. 2003. (en este volumen).

SAS (2000). SAS/STAT user´s guide. Release 8. Statistical Analysis System, SAS Institute Inc. Cary. N.C.

Savell et al. 1987. J. Food Sci. 52: 517-519, 532.

Smith et al. 1987. J. Food Qual. 10: 269-287.

SPSS 1994. Advanced Statistics 6.1 SPSS for Windows. Inc. Chicago, IL 60611, USA.

EFECTO DEL GENOTIPO Y LA CASTRACIÓN SOBRE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y SENSORIAL DE LA CARNE DE TERNEROS AÑOJOS CEBADOS EN INTENSIVO

Oliván M., Martínez M.J., Mocha M., García P., Martínez A., Castro P., Osoro K.
S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias. E-mail: mcolivan@serida.org

INTRODUCCIÓN

La mutación genética que produce la hipertrofia muscular en el ganado bovino ejerce gran influencia sobre la composición de la carne y su calidad sensorial (Bouton et al. 1982, Uytterhaegen et al. 1994, Oliván et al. 1999). Su presencia está tan extendida en la raza Asturiana de los Valles (AV) que está siendo difícil encontrar animales de genotipo normal, habiéndose estudiado fundamentalmente animales de genotipo heterocigoto y homocigoto culón. El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad físico-química y sensorial de la carne de los distintos genotipos de la raza AV en función de la presencia del gen de la cularidad (homocigoto culón, heterocigoto, homocigoto normal) y el genotipo normal de la raza Asturiana de la Montaña (AM) así como el efecto de la castración sobre la calidad de la carne de los terneros heterocigotos de la raza AV, todos ellos cebados en intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el año 2001. Se cebaron 35 terneros añojos de las dos razas asturianas, AV($n=28$) y AM ($n=7$) con concentrado a libre disposición y paja de cereal y se sacrificaron con un peso vivo entre 500 y 550 kg. Entre los terneros AV había 21 que se mantuvieron enteros hasta el sacrificio (7 de cada genotipo según el gen de la hipertrofia muscular: homocigoto culón, heterocigoto y homocigoto normal) y 7 de genotipo heterocigoto que se castraron cuando tenían 10 meses de edad.

Se realizaron las siguientes determinaciones sobre muestras extraídas del músculo *Longissimus thoracis*: composición química por espectroscopía en el infrarrojo cercano, mioglobina por el método de Hornsey (1956), textura instrumental mediante un equipo Instron 1011 con célula de corte Warner-Bratzler, tras cocinar la carne en un baño a 75°C ±0,1 durante 40 minutos, evaluación sensorial de carne cocinada en horno de convección hasta 70°C de temperatura interna, realizada por un panel de 8 catadores especializados en carne de vacuno que valoraron 5 atributos (intensidad de olor y flavor global, dureza, jugosidad inicial, jugosidad total y masticabilidad) y evaluación hedónica por un grupo de 70 consumidores (42 hombres y 28 mujeres, con edades comprendidas entre 21 y 71 años) en sala de catas normalizada, que valoraron calidad de flavor, terneza, jugosidad y aceptabilidad global.

Se analizó el efecto de la raza, el genotipo culón y la castración sobre las variables estudiadas mediante análisis de varianza. Las diferencias existentes entre tratamientos se analizaron mediante comparación de medias (test de LSD) utilizando el paquete estadístico SPSS (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la composición química de la carne reveló diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Tabla 1). La carne de los terneros homocigotos culones presentó el contenido más bajo de grasa intramuscular (1,99%, $p<0,05$) y por consiguiente los mayores valores de humedad (74,17%) y proteína (23,52%). Los tratamientos con mayor engrasamiento de la carne ($p<0,05$) fueron los genotipos normales de las dos razas (AV y AM) y los terneros castrados de la raza AV. La carne de los terneros de raza AM presentó además la mayor concentración de mioglobina ($p<0,05$), como es característico de esta raza.

En cuanto a la textura instrumental, la carne de los terneros heterocigotos y culones presentó mayores pérdidas de jugo por presión ($p<0,05$), lo cual posiblemente esté relacionado con la menor valoración de la jugosidad inicial y total por el panel de cata (Tabla 2). Se comprobó además que la carne con menores pérdidas de jugo fue la de los tratamientos que produjeron mayor contenido de grasa intramuscular, como se ha observado en otros estudios (Oliván et al. 1999).

Según los análisis realizados en el Instron, los terneros homocigotos culones produjeron una carne significativamente más dura (2,87 kg/cm^2, $p<0,05$) que ninguna otra, no encontrándose diferencias significativas entre los demás tratamientos. En cambio, la valoración sensorial de la dureza por el panel de catadores, medida como la fuerza requerida para deformar la carne entre los molares en las primeras cuatro masticaciones, aumentó las diferencias entre tratamientos y distinguió la carne de los terneros AV castrados como significativamente más tierna (dureza = 2,07, $p<0,05$). También para los consumidores esta carne fue más tierna, aunque la valoración hedónica de la terneza no mostró diferencias significativas entre lotes.

Tabla 1. Efecto del genotipo y la castración sobre la composición química y la textura.

RAZA	**AV**				**AM**	**Significación**		
GEN CULÓN:	**Homoc. Culón**	**Heterocigoto**		**Homoc. Normal**	**Homoc. Normal**	**R**	**G**	**C**
CASTRACIÓN:	No	no	sí	no	no			
Nº animales	7	7	7	7	7			
pH 24h	5,49	5,48	5,42	5,52	5,53	NS	NS	NS
Humedad (%)	74,17^a	73,28^b	73,07^b	73,06^b	73,06^b	NS	*	NS
Grasa intram. (% fresco)	1,99^c	3,12^b	3,68^{ab}	3,34^{ab}	4,07^a	NS	*	NS
Proteína (% fresco)	23,52^a	22,47^{bc}	22,45^{bc}	22,64^b	22,23^c	**	***	NS
Mioglobina (mg/g)	3,46^b	3,66^b	3,90^b	3,93^b	5,73^a	**	NS	NS
Pérdida jugo presión %	24,79^a	23,76^{ab}	18,06^c	21,93^b	19,56^c	*	*	***
Carga máxima (kg)	5,67^a	4,72^{ab}	4,29^b	4,90^{ab}	4,92^{ab}	NS	NS	NS
Estrés máx. (kg/cm^2)	5,71^a	4,77^{ab}	4,39^b	4,96^{ab}	5,12^{ab}	NS	NS	NS
Dureza Instron (kg/cm^2)	2,87^a	2,17^b	1,92^b	2,29^b	2,29^b	NS	+	NS

Medias seguidas por distinta letra en cada línea difieren significativamente ($p<0,05$, test LSD)
Significación: NS = no significativo; + = $p<0,1$; * = $p<0,05$; ** = $p<0,01$; *** = $p<0,001$.

La castración fue el factor que más influyó sobre la valoración sensorial de la carne (tabla 2), reduciendo la intensidad de flavor ($p<0,1$) y la masticabilidad (número de masticaciones necesarias para su deglución, $p<0,01$) e incrementando la jugosidad total ($p<0,05$). También afectó significativamente a la valoración de la terneza ($p<0,1$), jugosidad ($p<0,05$) y aceptabilidad global ($p<0,1$) por el consumidor. El efecto positivo de la castración sobre la calidad de la carne ha sido descrito en estudios previos, realizados en distintas razas bovinas y distintos sistemas de alimentación (Field 1971, Arthaud et al. 1977, Steen 1995, Oliván et al. 2001, Oliván et al. 2002).

Las carnes mejor valoradas por los consumidores en cuanto a jugosidad ($p<0,05$) y aceptabilidad global ($p<0,05$) fueron las de los terneros heterocigotos castrados de la raza AV y la de los terneros de genotipo normal de la raza AM.

La presencia del gen de la cularidad influyó negativamente sobre la jugosidad total ($p<0,05$) y la masticabilidad ($p<0,01$). Entre los distintos tratamientos estudiados, la carne de los terneros homocigotos culones destacó por presentar los valores más bajos de jugosidad, tanto inicial como total (posiblemente por su baja concentración de grasa intramuscular) y la dureza y masticabilidad más altas. En las catas de consumidores, sin embargo, la carne del genotipo culón no se distinguió de ninguno de los demás genotipos de la raza AV en los parámetros de terneza, jugosidad

o aceptabilidad, ya que una parte importante de los encuestados (21%) destacó este tipo de carne como la mejor o la situó entre las preferidas, posiblemente por estar acostumbrados a su consumo, debido a su amplia presencia en el mercado asturiano.

Tabla 2. Efecto del genotipo y la castración sobre la calidad sensorial.

RAZA	AV			AM	Significación		
GEN CULÓN:	Homoc. Culón	Heterocigoto		Homoc. Normal	Homoc. Normal	R	G	C
CASTRACIÓN:	no	no	sí	no	No			
Atributos valorados por el panel de cata:								
Olor global	4,42^{a}	4,00^{ab}	3,68^{b}	4,45^{a}	4,51^{a}	NS	NS	NS
Flavor global	4,11^{a}	4,12^{a}	3,52^{b}	4,19^{a}	4,52^{a}	NS	NS	+
Dureza panel	3,68^{a}	2,74^{ab}	2,07^{b}	2,80^{ab}	2,80^{ab}	NS	NS	NS
Jugosidad inicial	3,37^{b}	3,75^{ab}	3,85^{ab}	3,86^{ab}	4,13^{a}	NS	NS	NS
Jugosidad total	3,37^{b}	3,75^{ab}	3,85^{ab}	3,89^{a}	4,13^{a}	NS	*	*
Masticabilidad	4,36^{a}	3,53^{b}	3,16^{b}	3,43^{b}	3,49^{b}	NS	**	**
Atributos valorados por los consumidores:								
Calidad de flavor	5,83^{b}	6,06^{ab}	6,39^{a}	5,91^{ab}	6,25^{ab}	NS	NS	NS
Terneza	5,60	5,56	6,13	5,70	5,84	NS	NS	+
Jugosidad	5,75^{b}	5,73^{b}	6,53^{a}	5,65^{b}	5,84^{ab}	NS	NS	*
Aceptabilidad global	5,48^{b}	5,71^{b}	6,36^{a}	5,63^{b}	5,84^{ab}	NS	NS	+

Medias seguidas por distinta letra en cada línea difieren significativamente ($p < 0,05$, test LSD)
Significación: NS = no significativo; + = $p < 0,1$; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

Existe mucha controversia en cuanto al efecto del gen de la hipertrofia muscular sobre la dureza de la carne. En general, se admite que la carne de los terneros culones es más tierna que la de los normales (Boccard 1982, Bouton et al. 1982), en parte debido a su menor contenido de colágeno y menor solubilidad (Bailey et al. 1982), aunque Uytterhaegen et al. (1994) observaron mayor dureza instrumental en la carne de terneros homocigotos culones de la raza Blanco Azul Belga frente a los terneros de conformación normal a los 7 días *post-mortem* y Campo et al. (1999) obtuvieron los valores máximos de dureza instrumental en la carne de los terneros culones de la raza AV comparada con otras razas españolas a los 14 días de maduración. Estas diferencias podrían deberse a la utilización de animales de diferente raza, edad, peso, tipo de dieta o nivel de alimentación o a la realización de los análisis sobre distintos músculos, con distinto tiempo de maduración y diferentes condiciones de cocción, aunque también podrían mostrar una mayor variabilidad en la calidad de la carne de los terneros culones debido a factores relacionados con el manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthaud V.H., Mandigo R.W., Koch R.M., Dotula A.W. 1977. J. Anim. Sci. 44: 53-64.

Bailey, Enser, Dransfield, Restall, Avery. 1982. In "Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". Eds. J.W.B. King y F. Ménissier. pp. 178-203.

Boccard R. (1982). In "Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". Eds. J.W.B. King y F. Ménissier. pp. 148-62.

Bouton P.E., Harris P.V., Shorthose W.R. 1982. Meat Science 6: 309-318.

Campo, Panea, Olleta, Sañudo, Beltrán, Piedrafita. 1999. ITEA Vol 20: 20-22.

Field R.A. 1971. J. Anim. Sci. 32: 849-858.

Hornsey H.C. 1956. J. Sci. Food Agric. 7: 534-540.

Oliván, Osoro, García, Noval, Martínez, Villa, de Diego, García-Atance. 1999. ITEA Vol 20. 98-100.

Oliván, Mocha, Martínez, Montes, García, Martínez, Osoro. 2001. ITEA Vol 22: 538-540.

Oliván, Osoro, Mocha, García, Martínez, Martínez, Aldai, Guerrero. 2002. Proc.48thICoMST: 720-21.

Steen R.W.J. 1995. Livest. Prod. Sci. 42: 1-11.

Uytterhaegen, Claeys, Demeyer, Lippens, Fiems, Boucqué, Van de Voorde, Bastiaens. 1994. Meat Science 38: 255-267.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 28-30

ESTUDIO TEXTURAL DE LA CARNE DE VACUNO. I. ANALISIS INSTRUMENTAL

Sañudo, C., Monsón, F., Panea, B., Pardos, J.J. y Olleta, J. L.
Cátedra de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50.013 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El concepto de textura engloba una gran variedad de características de orden físico de un producto dado. En la carne, cualidades tan importantes como la dureza, resistencia al corte, terneza, jugosidad, fibrosidad, etc. estarían englobadas dentro de ese amplio concepto que hemos llamado textura y que puede ser valorado tanto instrumental como sensorialmente.

La textura de la carne de vacuno, su principal cualidad organoléptica, varía en relación con una gran cantidad de factores tanto intrínsecos, es decir dependientes del propio animal, como pueden ser la raza, la edad o el sexo, como extrínsecos, por ejemplo el manejo o la dieta. El tiempo de maduración, las condiciones de conservación y el tipo de cocinado serían, como agentes de influencia directa sobre la carne, otras fuentes de variación de enorme importancia.

A lo largo de la experiencia de nuestro grupo de trabajo, en la valoración de las características texturales de la carne de vacuno fresca o cocinada (Cañeque y Sañudo, 2000) o en la interpretación de resultados, nos hemos encontrado con multitud de interrogantes. Algunos de ellos se intentan contestar con el planteamiento de este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron en este experimento un total de 9 lomos de vacuno. Tres de cada una de las categorías comerciales ternera lechal, añojo y vaca.

Los lomos fueron troceados a los 8 días de maduración en filetes de 2 centímetros (sensorial) o 3.5 centímetros de espesor (instrumental), envasados al vacío y congelados ese día o tras ser madurados durante 16 días adicionales (24 días de maduración).

Tras la descongelación en agua corriente a temperatura ambiente, los filetes destinados a la valoración instrumental fueron sometidos a tres tratamientos: crudo, cocinado al baño María en agua a 75ºC o cocinado al grill, en este caso de doble placa calentado a 200ºC. La temperatura final de cocinado en ambos casos, en el interior de las muestras, fue de 70ºC.

Las muestras, extraídas de los filetes en forma de prismas rectangulares de un centímetro cuadrado de sección, con las fibras paralelas a su eje longitudinal, fueron analizadas con un equipo Instron 4301, utilizando dos células diferentes: Warner Bratzler (WB) (cizalla-compresión) y Compresión. La célula de compresión tiene un limite de expansión lateral y mide la fuerza necesaria para comprimir la muestra un 20 % (C20) de su espesor (dureza miofibrilar), un 80% (C80) (dureza del conectivo) y el total (compresión total). Una mayor descripción de las condiciones de medida se puede encontrar en Campo et al. (2000).

Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SPSS 8.0. Se realizó un GLM para valorar la significación de los efectos considerados (tipo comercial, tiempo de maduración y tratamiento) y de sus interacciones. Las diferencias entre efectos fueron estudiadas mediante un ANOVA y el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores de F y su significación (GLM). Se observa que globalmente el efecto más importante fue el tipo de cocinado, seguido por el tiempo de maduración y el tipo comercial.

En la Tabla 2 se observan los resultados obtenidos.

Tipo comercial

Se aprecia cómo la ternera lechal presentó valores menores de C20, en carne cruda, seguida de añojos y vacas (entre los que no hubo diferencias significativas). Al considerar la carne cocinada vemos que el tipo comercial añojo fue el que sufrió una mayor contracción muscular (mayores valores de C20) con cocinados largos a temperaturas moderadas (baño maría - BM). Sin embargo, con cocinados rápidos (grill) fue la carne de los animales más viejos la que presentó valores de C20 más elevados. En C80, las terneras lechales presentaron valores significativamente más altos en carnes crudas y sometidas al BM. Con cocinados rápidos la carne de vaca presentó los valores más elevados en esta variable.

La carne valorada con la célula de WB (relacionada con ambos componentes, miofibrilar y conectivo) muestra mayores valores en crudo en los animales más jóvenes (lechales y añojos), lo que podría estar relacionado con una mayor cantidad de colágeno total en estos animales (Dumont, 1988). Al considerar la carne cocinada fueron los añojos los que presentaron valores más elevados.

Tiempo de maduración

Maduraciones largas (24 días), incluso comparando con maduraciones de tipo medio (8 días), tienen un efecto beneficioso sobre la dureza miofibrilar (C20) y global (WB) de la carne, tanto en crudo como en carne cocinada. El tiempo de maduración no influyó, por el contrario y como era de esperar, sobre C80.

Tratamiento- tipo de cocinado

En general el cocinado endurece el producto (C20, C80, WB), especialmente el baño María (Kamoun y Culioli, 1988), ya que posiblemente la temperatura no fue lo suficientemente alta para producir una solubilización del colágeno. Exclusivamente en los lechales el grill produjo algún efecto beneficioso en comparación con la carne cruda.

CONCLUSIONES

Aunque el cocinado tiende a endurecer la carne, este afecta de forma diferente a los distintos tipos comerciales considerados en este trabajo, siendo especialmente desfavorable para los añojos. La maduración es beneficiosa para la textura del producto, tanto en carne cruda como en carne cocinada, la mejora que produce, es mayor en los animales de más edad.

Tabla 1 Valores de F* de la textura instrumental de la carne de vacuno según el tiempo de maduración y el tratamiento culinario en tres tipos comerciales diferentes

	C 20	C 80	C Total	F MAX.	DUREZA
Tipo comercial (T)	27.9	5.8	5.1	96.4	170.8
Cocinado (C)	260.5	277.7	615.3	131.0	264.3
Maduración (M)	104.1	10.1	25.5	70.4	177.7
(TxC)	34.8	20.1	66.4	28.1	25.5
(TxM)	6.9	3.2	ns	ns	5.6
(CxM)	11.7	ns	ns	ns	3.4

* Todos los valores de la tabla son estadísticamente significativos, mínimo: $p \leq 0.05$.

Tabla 2. Valores medios de la textura instrumental de la carne de vacuno según el tiempo de maduración y el tratamiento culinario en tres tipos comerciales diferentes (*medias* y *desviación estándar*)

Mad	Cocción	Variable	Tipo		
			Lechal	Añojo	Vaca
8	CRUDO	C 20	5.54 ayA	8.56 byA	10.03 byA
		C 80	53.69 bA	41.53 aA	43.38 ayA
		C TOT	69.06 bA	60.89 ayA	58.83 ayA
		F. MAX	3.79 byA	3.46 bA	2.66 ayA
		DUREZA	1.53 byB	2.08 byA	1.47 ayA
	BAÑO MARIA	C 20	24.93 ayC	41.18 byC	27.59 ayB
		C 80	156.57 byC	94.96 aB	105.39 ayB
		C TOT	198.28 byC	149.01 aB	146.07 aB
		F. MAX	5.34 ayB	8.07 bB	6.02 ayC
		DUREZA	2.50 ayC	3.40 bC	2.72 ayC
	GRILL	C 20	16.22 ayB	20.93 ayB	35.97 byC
		C 80	92.05 aB	118.81 bB	115.79 abB
		C TOT	108.46 aB	194.44 byC	197.15 byC
		F. MAX	3.54 aA	8.82 byB	4.10 ayB
		DUREZA	1.25 ayA	2.84 cyB	2.03 byB
24	CRUDO	C 20	3.86 xA	4.42 xA	4.57 xA
		C 80	52.07 bA	38.75 aA	32.22 axA
		C TOT	63.98 bA	49.53 axA	44.17 axA
		F. MAX	2.76 bxA	2.62 abA	2.02 axA
		DUREZA	1.24 xB	1.27 xA	1.13 xA
	BAÑO MARIA	C 20	21.62 bxC	21.33 bxC	14.61 axB
		C 80	113.54 bxC	111.04 bB	82.64 axB
		C TOT	165.63 bxC	160.83 bB	136.22 aB
		F. MAX	3.70 axB	6.60 bB	4.92 axC
		DUREZA	1.95 axC	2.67 bC	2.01 axC
	GRILL	C 20	10.52 axB	17.41 bx	26.54 cxC
		C 80	91.87 aB	107.70 abB	117.46 bC
		C TOT	107.22 aB	161.50 bxB	168.51 bxC
		F. MAX	3.00 aAB	5.94 bxB	3.07 axB
		DUREZA	1.04 axA	2.37 cxB	1.45 bxB

a,b,c: letras diferentes en la misma fila significan diferencias entre tipos de animal, dentro del mismo método de cocción y maduración.
x,y: letras diferentes en la misma columna significan diferencias entre los tiempos de maduración, dentro del mismo tipo de animal y método de cocción.
A,B,C: letras diferentes en la misma columna significan diferencias entre métodos de cocción, dentro del mismo tipo de animal y tiempo de maduración.

BIBLIOGRAFÍA

Campo, M.M., Santolaria, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Olleta, J.L., Panea, B. y Albertí, P. (2000). Meat Science, 55: 371-378. Cañeque, V. y Sañudo, C. (2000). Ed. MCYT. 255 pp. Dumont, B.L. (1988). V.P.C., 9: 231-232. Kamoun, M. y Culioli, J. (1988). Journal of Texture Studies, 19: 117-136.

ESTUDIO TEXTURAL DE LA CARNE DE VACUNO. II. ANALISIS SENSORIAL

Panea, B., Monsón, F., Olleta Castañer, Martínez-Cerezo, S.; J.L., Pardos, J.J. y Sañudo, C.
Cátedra de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50.013 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El efecto del tiempo de maduración o del tipo comercial de los animales sobre la calidad sensorial de la carne bovina está ampliamente documentado (Campo *et al.*, 1997; Gorraiz *et al.*, 1997; Shorthose y Harris, 1990). Pero además, experiencias previas nos hacían sospechar que podía existir una influencia del tipo de cocinado sobre la calidad de la carne y que, quizá, ésta podría ser una de las causas de la falta de correlación entre los métodos sensoriales e instrumentales de valoración de la calidad de la carne (Panea, 2002). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo era estudiar cómo afecta el método de cocinado a la valoración sensorial de la carne bovina procedente de animales de diferentes tipos comerciales y sometidas a dos tiempos de maduración distintos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron en este experimento un total de 9 lomos de vacuno. Tres de cada una de las categorías comerciales ternera lechal, añojo y vaca. Los lomos fueron troceados a los 8 días de maduración en filetes de 2 centímetros, envasados al vacío y congelados ese día o tras ser madurados durante 16 días adicionales (24 días de maduración).

Tras la descongelación en agua corriente a temperatura ambiente, un filete de cada tiempo de maduración fue cocinado al baño María en agua a 75ºC o cocinado al grill, en este caso de doble placa calentado a 200ºC. La temperatura final de cocinado en ambos casos, en el interior de las muestras, fue de 70ºC. Las muestras fueron juzgadas por un panel entrenado de 9 catadores, que valoraron en una escala de 1-10 los siguientes atributos: terneza al primer mordisco, terneza general, jugosidad, fibrosidad, residuo y apreciación global. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SPSS 8.0. Se realizó un GLM para valorar la significación de los efectos considerados (tipo comercial, tiempo de maduración y tratamiento) y de sus interacciones. Las diferencias entre efectos fueron estudiadas mediante un ANOVA y el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra el GLM con los efectos estudiados. Como puede verse, el efecto más importante es el tipo de cocinado (C). También se ha encontrado un efecto del tipo comercial (T) en la fibrosidad y cantidad de residuo, un efecto ya señalado por Gorraiz *et al.*, (1997), que es debido, posiblemente, a diferencias en las características del tejido conjuntivo. La maduración (M) no afectó significativamente a ninguna de las variables estudiadas. Este último hecho parece contradecir los resultados de otros trabajos, si bien es cierto que los tiempos de maduración empleados son largos y Campo (1999) demostró que, aunque la carne necesita un tiempo mínimo de maduración para alcanzar una calidad organoléptica óptima, las diferencias entre tipos de animales se reducen con maduraciones largas. Especialmente importante parece que la interacción T*C sea significativa para todas las variables, lo que viene a indicar que la acción del calor (intensidad y tiempo de aplicación) sobre la calidad de la carne depende del tipo comercial considerado.

En la Tabla 2 se presentan las medias y desviaciones para cada tipo de cocinado y tiempo de maduración en los distintos grupos estudiados.

Tipo comercial

A los 8 días de maduración, y empleando como método de cocinado el baño María, fue mejor valorada la carne de vaca que la de lechal, pero los lechales obtuvieron mejores notas que las vacas cuando la carne se cocinó al grill, por lo que parece evidente que hay un efecto del tipo de cocinado sobre las características de la carne, muy posiblemente por las diferencias en el porcentaje de colágeno que se

solubiliza y a las interacciones de éste con la fibra muscular. Por lo tanto, podemos pensar que el baño María es un método de cocinado que castiga la carne de lechal pero que favorece a la de vaca, mientras que el binomio temperatura/tiempo empleado en el grill no es suficiente para que el colágeno de los animales adultos se solubilice (Burson y Hunt, 1986). A los 24 días de maduración no existen diferencias entre tipos comerciales, aunque las tendencias de comportamiento fueron similares a las encontradas a los 8 días de maduración.

Tiempo de maduración

En general, la maduración reduce las diferencias entre tipos, lo que concuerda con los resultados de otros estudios de nuestro grupo de trabajo (Campo,1999) y está de acuerdo con los resultados arrojados por el GLM, de modo que sólo pueden encontrarse ligeras diferencias entre los dos tiempos de maduración empleados para la terneza de los añojos cocinados al grill, para la apreciación global de los lechales cocinados al grill o para la apreciación global de la carne de vaca cocinada al baño María, sin que, a nuestro juicio, estas diferencias sean relevantes.

Tratamiento-tipo de cocinado

No existen diferencias entre cocinados (en las características texturales de la carne) cuando aumenta el tiempo de maduración. Sin embargo, a los 8 días, la carne cocinada al grill resulta más dura y más fibrosa que al baño María, opuestamente a las apreciaciones instrumentales, especialmente en vacas. Puesto que la carne alcanza antes los 70°C de temperatura interna en el grill que en el baño María, la reducción del tiempo de exposición al calor disminuiría la cantidad de colágeno solubilizado, al menos en añojos y vacas. Aunque no se presentan en este trabajo los resultados, se valoró la solubilidad del colágeno habiendo obtenido porcentajes del 75.88%, 57.80% y 30.38% para el lechal, añojo y vaca, respectivamente, lo que explica gran parte del comportamiento observado.

CONCLUSIONES

Por lo tanto, podemos concluir que existe un claro efecto del método de cocinado sobre la calidad de la carne en función de la tipo comercialde los animales, por lo que deben extremarse las precauciones en este punto cuando se realicen mediciones de textura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burson y Hunt (1986). Meat Science, 17:153-160. Campo, M.M., Sañudo, C., Albertí, P., Olleta, J.L., Panea, B. y Guerrero, L. (1997). ITEA, vol extra 18: 775-777; Gorraiz, C., Beriaín, M.J., Insausti, K., Lizaso, G. y Horcada, A. (1997). ITEA vol extra 18: 769-771. Panea, B. (2002).Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Shorthose, W.R. y Harris, P.C. (1990).. Journal of Food Science, 55:1-18.

Tabla 1. Tabla de valores de F del análisis sensorial de la carne de animales de tres tipos comerciales diferentes, sometida a dos tiempos de maduración y cocinada según diferentes métodos.

	Tipo (T)	Maduración (M)	Cocinado (C)	T*M	T*C	M*C	T*M*C
Terneza 1er mordisco	1.45	3.52	11.95***	1.93	3.30*	0.29	1.77
Terneza general	2.03	0.83	11.47***	2.51	4.90**	0.39	2.23
Jugosidad	1.52	0.61	22.06***	0.56	5.94**	0.98	3.40*
Fibrosidad	6.68**	0.12	8.33**	0.72	6.87***	1.82	1.60
Residuo	5.08**	0.65	10.89***	1.47	3.41*	1.02	1.79
Apreciación global	0.09	0.82	16.26***	1.43	9.80***	0.47	3.22*

** $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$*

Tabla 2. Valoración sensorial de la carne de vacuno de tres tipos comerciales diferentes, sometida a dos tiempos de maduración y cocinada según diferentes métodos (media y desviación estándar).

Mad	Cocinado	Variable	Edad		
			Lechal	Añojo	Vaca
8	Baño María	Terneza 1er mordisco	7.02 (2.85)ab	6.14 (1.62) a	8.12 (1.21) bB
		Terneza general	7.04 (1.94)a	6.08 (1.71) a	8.17 (1.09) bB
		Jugosidad	5.99 (1.70)a	6.18 (1.22) a	7.52 (1.58) bB
		Fibrosidad	2.96 (1.92) a	5.29 (1.68) b	2.69 (1.74)aA
		Residuo	2.53 (1.56)aA	5.12 (2.28) b	2.76 (1.84)aA
		Apreciación global	6.79 (1.72)a	5.88 (1.66) a	8.04 (1.56) bBy
	Grill	Terneza 1er mordisco	6.93 (2.09) b	5.65 (1.84) abx	5.37 (2.45) aA
		Terneza general	7.06 (1.78) b	5.72 (2.51) ab	5.31 (1.89) aA
		Jugosidad	5.43 (1.47) ab	6.11 (1.92) b	4.38 (1.59) axA
		Fibrosidad	3.90 (2.11) a	4.89 (2.38) ab	5.73 (2.02) bB
		Residuo	3.79 (2.11) aB	4.80 (2.58) ab	5.83 (2.14) bB
		Apreciación global	6.36 (1.55) by	6.23 (1.97) b	4.79 (2.10) aA
24	Baño María	Terneza 1er mordisco	7.33 (1.94)	7.14 (1.78)	7.91 (1.66)
		Terneza general	7.03 (1.96)	6.67 (2.01)	7.82 (1.83)
		Jugosidad	5.83 (1.52)	6.05 (1.79)	6.64 (2.04)
		Fibrosidad	3.40 (2.13) a	5.19 (2.10) b	3.79 (2.47) ab
		Residuo	3.70 (2.09)	4.62 (2.58)	3.78 (2.62)
		Apreciación global	6.52 (1.57) B	6.22 (1.65)	6.85 (1.91) xB
	Grill	Terneza 1er mordisco	6.26 (2.21)	6.96 (1.96) y	6.74 (2.36)
		Terneza general	5.92 (2.19)	6.82 (1.72)	6.57 (2.45)
		Jugosidad	5.06 (1.52)	5.43 (1.48)	5.56 (1.60) y
		Fibrosidad	4.55 (1.58)	4.46 (2.44)	4.68 (2.06)
		Residuo	4.62 (2.08)	4.94 (2.44)	4.67 (2.76)
		Apreciación global	5.22 (1.76) axA	6.44 (1.56) b	5.56 (1.71) abA

a,b,c.- letras diferentes en la misma fila significan diferencias entre tipos comerciales dentro del mismo tipo de cocinado y tiempo de maduración.x,y.- letras diferentes en la misma columna significan diferencias entre tiempos de maduración dentro de la misma tipo comercialy tipo de cocinado. A,B.- letras diferentes en la misma columna significan diferencias entre tipos de cocinado dentro de la misma tipo comercialy tiempo de maduración.

REPARTO Y COMPOSICIÓN DE LA GRASA DE LA CANAL DE TERNEROS DE RAZA PARDA EN FUNCIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA DE CEBO CON LECHE ENTERA

Vieira, C., Guirao, J., García-Cachán, M.D.
Estación Tecnológica de la Carne. Junta de Castilla y León
Apdo. 58-3770 Guijuelo (Salamanca)

INTRODUCCIÓN

Es un hecho conocido que la composición de la dieta ofrecida a los terneros puede modificar tanto el reparto de la grasa entre los diferentes depósitos como la composición de la misma.

A diferencia de los ácidos grasos presentes en los alimentos sólidos, que al pasar por el rumen se ven modificados en un porcentaje elevado, los presentes en la leche, al atravesar el reticulo-rumen a través de la gotera esofágica, apenas se ven alterados y pueden reflejarse en mayor medida en la composición de los distintos depósitos grasos corporales (Wichlacz y Borzuta, 1996; Xicato *et al.*, 2002).

Dadas las peculiaridades del tracto digestivo de los terneros jóvenes, la inclusión de una cantidad diaria de leche en una dieta de cebo compuesta por piensos concentrados y paja de cereales, puede dar lugar a que modifique la composición de los distintos depósitos grasos.

Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto de la suplementación de una dieta de cebo de terneros con leche entera hasta el sacrificio, sobre el reparto y composición de la grasa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y Manejo: se utilizaron 12 terneros de raza Parda, que fueron distribuidos en 2 grupos de 6 terneros cada uno (grupo "leche y grupo "cebo"). Al grupo "leche" se le suministró diariamente y durante todo el experimento, 5 litros por ternero de leche entera en polvo reconstituida hasta alcanzar el 13,8% de sólidos totales, además de disponer de pienso concentrado y paja, ambos *ad libitum*. Por otro lado, los terneros del grupo "cebo" recibieron diariamente y hasta los 100 kg de peso vivo, 4 litros por ternero de un sustitutivo lácteo comercial, y a partir de este momento y hasta el sacrificio, pienso concentrado y paja, ambos *ad libitum*. El sacrificio de los terneros de ambos grupos se realizó a los 345 kg de peso vivo.

Análisis realizados: Tras 24 horas de oreo a 4ºC, de la media canal izquierda se separó la sección correspondiente a la 6ª costilla, que fue diseccionada para obtener entre otras, las siguientes fracciones: grasa subcutánea, grasa intermuscular y músculo, de donde el *longissimus thoracis* se pesó separadamente.

De las dos primeras fracciones lipídicas, previamente purificadas, se determinó el punto de fusión (AOCS, 1993) y se obtuvo el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases (UNE-EN ISO 5508-96). La preparación de los ésteres metílicos para la inyección en el cromatógrafo se realizó en frío de acuerdo con la norma UNE 84-063-87.

El porcentaje de grasa intramuscular fue determinado por los métodos oficiales de análisis (MAPA, 1987). La extracción de la grasa del *longissimus thoracis*, se realizó utilizando la técnica de Bligh & Dyer (1959). La preparación de los ésteres metílicos de la grasa extraída se realizó mediante la técnica de Morrison & Smith (1964).

El análisis estadístico para los porcentajes de las distintas fracciones grasas se realizó por una ANOVA de una vía (tratamiento), y para los porcentajes de los distintos ácidos grasos se utilizó el procedimiento GLM tomando como variables independientes el tratamiento y la localización de la grasa. Asimismo, se realizó un análisis de correlación para los parámetros estudiados. El programa utilizado fue el SPSS 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la tabla 1, la grasa total disecada presentó un valor significativamente mayor ($p<0,05$) en el grupo "leche". En lo referente al reparto de la grasa disecada, cabe indicar que mientras que el porcentaje de grasa intermuscular presentó una tendencia a ser mayor ($p<0,1$) para los animales del grupo "leche" que para los del grupo "cebo", no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,1$) entre tratamientos en relación con el porcentaje de grasa subcutánea. Coincidiendo con estos datos, Pommier *et al.* (1994), en un trabajo similar, observaron que los terneros cuya dieta había sido suplementada con reemplazante lácteo hasta el sacrificio, dieron lugar a canales con una mayor proporción de grasa.

El mayor engrasamiento de los terneros del grupo "leche", mostrado por la composición tisular de la sección correspondiente a la 6ª costilla, se ve reflejado en el mayor porcentaje de grasa intramuscular extraído del músculo *longissimus thoracis* ($p<0,05$) de estos animales.

En la misma tabla se muestran los datos relativos al punto de fusión de las fracciones grasas subcutánea e intermuscular, para los que no se observó un efecto estadísticamente significativo del tratamiento experimental ($p>0,1$).

Tabla 1: Porcentaje de grasa subcutánea e intermuscular en la sección correspondiente a la 6ª costilla, porcentaje de grasa intramuscular en el *longissimus thoracis* de dicha sección y punto de fusión de las dos primeras fracciones grasas.

	"Leche"	"Cebo"	Nivel de significación
Peso de la 6ª costilla (Kg)	1,5 ± 0,17	1,4 ± 0,18	ns
Grasa total (% 6ª costilla)	12,8 ± 0,70	10,9 ± 1,96	*
Grasa subcutánea (% 6ª costilla)	3,2 ± 0,67	2,7 ± 0,65	ns
Grasa intermuscular (% 6ª costilla)	9,6 ± 0,72	8,2 ± 1,51	+
Intramuscular (% GB/MS)	8,2 ± 0,49	6,5 ± 1,53	*
P. fusión subcutánea (°C)	40,6 ± 0,91	41,6 ± 0,67	ns
P. fusión intermuscular (°C)	43,5 ± 1,19	43,6 ± 0,95	ns

* = $p<0,05$ + = $p<0,1$ ns: diferencias no significativas

La dieta ofrecida a ambos grupos experimentales ejerció un efecto estadísticamente significativo en buena parte de los ácidos grasos identificados. En líneas generales, cabe destacar que los animales a los que se les mantuvo una ración de leche hasta el sacrificio presentaron porcentajes superiores de ácidos grasos de cadena corta y media, lo que podría estar relacionado con la frecuencia de este tipo de ácidos grasos en la leche de vaca.

Como se puede observar en la tabla 2, los animales que recibieron durante todo el periodo experimental una ración de leche presentaron, en conjunto, un porcentaje significativamente mayor ($p<0,05$) de ácidos grasos saturados y significativamente menor de ácidos grasos poliinsaturados que aquellos que a partir

de los 100 kg de peso únicamente consumieron pienso concentrado y paja de cebada. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,1$) en función del tratamiento, en relación con el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados. Estos resultados podrían atribuirse al perfil de ácidos grasos de la grasa de la leche que, de acuerdo con Seewald y Scherz (1978) y Wichlacz y Borzuta (1996), se caracteriza por presentar un porcentaje relativamente alto de ácidos grasos saturados.

Tabla 2: Composición en ácidos grasos de los distintos depósitos grasos obtenidos de la sección correspondiente a la 6ª costilla.

	Tratamiento (T)		Localización (L)			Análisis de Varianza			
	"Leche"	"Cebo"	Subcut.	Interm.	Intram.	T	L	T*L	RSD
SFA	47,88	45,41	47,86^{b}	50,66^{a}	41,43^{c}	*	***	n.s.	2,971
MUFA	41,18	41,55	43,58^{a}	40,05^{b}	40,48^{b}	n.s.	*	n.s.	3,184
PUFA	4,76	7,08	3,92^{b}	4,44^{b}	9,40^{a}	***	***	n.s.	0,861

SFA: ácidos grasos saturados; UFA: ácidos grasos insaturados; MUFA: ácidos grasos monoinsaturados; PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.
a, b, c: valores con diferentes superíndices indican diferencias significativas entre las distintas localizaciones de grasa. *** = $p<0,001$ * = $p<0,05$ ns: diferencias no significativas

En lo referente a la composición de los diferentes depósitos grasos analizados, cabe indicar que grasa intermuscular presentó un porcentaje significativamente mayor ($p<0,05$) de ácidos grasos saturados, seguida de la grasa subcutánea, y quedando en último lugar la grasa intramuscular. La grasa subcutánea presentó un valor del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados significativamente superior ($p<0,05$) a los otros dos depósitos grasos, entre los que las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas ($p>0,1$). En lo referente al porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, la grasa intramuscular fue la que mostró un valor mayor ($p<0,05$), respecto a los otros dos depósitos grasos estudiados, entre los que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,1$).

A partir de estos resultados se puede concluir que la suplementación de la dieta de cebo de los terneros con leche entera, proporciona canales con una mayor proporción de grasa y que ésta presenta, en conjunto, un mayor porcentaje de ácidos grasos saturados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto INIA SC 99-013-C2-1

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (1993). AOCS official methods, Cc. 3-25. Illinois.
BLIGH, E. G., DYER, W. J. (1959). *Can J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917.
BEAUCHEMIN, K. A., LACHANCE, B., ST-LAURENT, G. (1999). *J. Anim. Sci.*, **68**, 35-44.
POMMIER, S. A., LAPIERRE, H., PASSILLE, A. M., GARIÉPY, C. (1995). *Canadian Journal of Animal Science*, **75**, 37-44.
XICCATO, G., TROCINO, A., QUEAQUE, P. I., SARTORI, A., CARAZZOLO, A. (2002). *Livestock Production Science*, **75**, 269-280.
MORRISON, W. R., SMITH, L. M. (1964). *Journal of Lipid Research*
UNE 84-063-87. Preparación de ésteres metílicos de ácidos grasos.
UNE-EN ISO 5508-96. Análisis por cromatografía de gases en fase gaseosa de ésteres metílicos de ácidos grasos
SEEWALD, M., EICHINGER, H. M. (1987). *Meat Science*, **19**, 101-110
WICHLACZ, H., BORZUTA, K. (1996). *Proceedings 42th ICoMST*, 230-231.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON LECHE DE LA DIETA DE CEBO DE TERNEROS DE RAZA PARDA, SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CARNE

Vieira, C[1]., García-Cachán, M.D.[1], Cerdeño, A.[2], Mantecón, A. R.[2]
[1] Estación Tecnológica de la Carne. J. de C.y L. Apdo.58-37770 Guijuelo (Salamanca)
[2] Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apdo. 788-24080 Grulleros (León).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una parte importante de las explotaciones de ganado vacuno de la montaña de León que cuentan con reproductoras de raza Parda, tiene problemas de diversa índole para comercializar la leche producida, entre los que destaca el establecimiento de limitantes a la producción.

Una alternativa en este tipo de explotaciones podría basarse en la utilización de parte de la leche producida como suplemento a la dieta de cebo de los terneros, en la medida en que esta suplementación fuera capaz de modificar la composición de la ganancia de peso, y dar lugar a un producto con unas características que lo diferencien de los que actualmente existen en el mercado, procedentes generalmente de sistemas de cebo intensivo.

Partiendo de estos planteamientos, el objetivo de este trabajo fue estudiar las características de la carne de terneros de raza Parda, en función de la suplementación de la dieta de cebo con leche entera de vaca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y Manejo: se utilizaron 12 terneros de raza Parda, que fueron distribuidos en 2 grupos de 6 terneros cada uno. Un primer grupo, llamado "leche", recibió diariamente hasta el sacrificio, 5 litros por ternero de leche entera, además de pienso concentrado y paja, ambos "a voluntad". El segundo grupo, llamado "cebo" recibió diariamente y hasta los 100 kg de peso vivo, 4 litros por ternero de un sustitutivo lácteo comercial, y a partir de este momento y hasta el momento del sacrificio, pienso concentrado y paja, ambos "a voluntad". El sacrificio de los terneros de ambos grupos se realizó a los 345 kg de peso vivo.

Análisis realizados: tras 24 de oreo a 4º C, en la media canal izquierda se tomaron las medidas de los parámetros colorimétricos: luminosidad (L*), índice de rojo (a*), e índice de amarillo (b*) de los músculos *cutaneus trunci* y *pectoralis profundus,* utilizando un espectrofotometro Minolta CM-2002.

Asimismo, de la media canal, se separó la parte correspondiente a la 6ª costilla, donde, una vez transcurridos 90 minutos se midieron los parámetros colorimétricos del músculo *longissimus thoracis.* Esta sección se envasó y se mantuvo congelada hasta la realización de los análisis químicos. Una vez descongelada, se determinó el contenido en humedad (MAPA, 1987) y en pigmentos hemínicos (Horsney 1956) del músculo *longissimus thoracis.* Posteriormente, esta muestra se liofilizó y se procedió a la determinación de grasa bruta, proteína bruta (Nitrógeno x 6,25) y colágeno total mediante los métodos oficiales (MAPA, 1987), así como el colágeno soluble (Hill, 1966) y la energía bruta mediante combustión en una bomba calorimétrica adiabática.

Análogamente, se separó la sección comprendida entre las costillas 7ª y 11ª, de donde se realizaron las siguientes determinaciones: de la zona más craneal, se cortaron 2 filetes en los que se determinó la capacidad de retención de agua mediante el cálculo de las pérdidas por goteo (Honikel, 1998) y se tomo la muestra

para la medida pérdidas por presión (modificación de la técnica de Wismer-Pedersen, 1987).

El resto de la sección se dividió en dos mitades que se maduraron a 4ºC durante 7 días y fueron posteriormente pesadas y congeladas. Una vez descongeladas, de la mitad craneal se determinaron las pérdidas por descongelación, las perdidas por cocción y la resistencia mecánica (kg) de la carne cocinada mediante la sonda Warner-Bratzler medida con un texturómetro TA-XT2 (Honickel, 1998). Con la mitad caudal se realizó un análisis sensorial (UNE 87-008-92), con la participación de 7 catadores entrenados mediante el que se evaluó la intensidad de los atributos, olor, terneza, jugosidad, flavor y aceptabilidad general de las muestras en una escala creciente de 1 a 10. Paralelamente se realizaron pruebas sensoriales discriminantes (tests triangulares) para detectar diferencias entre las dietas estudiadas. Los análisis estadísticos de los resultados se llevaron a cabo por el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SPSS 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se recogen los datos correspondientes al análisis químico de las muestras de ambos tratamientos experimentales. De los parámetros evaluados, únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas estudiadas, en el porcentaje de grasa bruta ($p<0,05$), correspondiendo el mayor valor a los animales que recibieron leche hasta el sacrificio. Este aspecto ha sido estudiado por Beauchemin *et al.* (1990) y Xiccato *et al.* (2002), poniendo de manifiesto que un incremento en el consumo total de leche da lugar a canales con mayor contenido en grasa.

Tabla 1: Composición química del músculo *longissimus thoracis.*

	"Leche"	"Cebo"	Nivel de significación
Materia seca (%)	25,7 ± 0,75	25,5 ± 0,75	ns
Grasa bruta (% MS)	8,2 ± 0,49	6,5 ± 1,53	*
Proteína bruta (% MS)	84,9 ± 1,60	84,6 ± 2,46	ns
Cenizas (% MS)	4,3 ± 0,11	4,3 ± 0,18	ns
Colágeno total (% MS)	2,7 ± 0,45	2,6 ± 0,14	ns
Colágeno soluble (% MS)	1,1 ± 0,45	0,9 ±0,14	ns
Solubilidad del colágeno (%)	38,5 ± 12,00	33,5 ± 4,86	ns
Mioglobina (mg/g)	2,8 ± 1,04	3,6 ± 0,62	ns

* = $p<0,05$; n.s.: diferencias no significativas

Los valores de los parámetros colorimétricos, L*, a* y b*, no revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) en función de la dieta recibida por los terneros, en ninguna de las localizaciones de medida. Los valores de los parámetros colorimétricos, medidos en la canal en el músculo *cutaneus trunci,* en los animales del tratamiento "leche" fueron: 42,3, 10,3 y 8,1 para L*, a* y b*, respectivamente, y 43,8, 9,7 y 8,3 para los del tratamiento "cebo". Los valores obtenidos para L*, a* y b* en el músculo *pectoralis profundus* fueron: 37,4, 12,9 y 8,8 para el grupo "leche" y 34,1, 15,3 y 4,3 para el grupo "cebo". Para el músculo *longissimus thoracis,* los valores de L*, a* y b* correspondientes al tratamiento "leche" fueron, respectivamente: 41,0, 12,6 y 6,3 y los del tratamiento "cebo" 40,9, 13,2 y 7,3.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en relación con la capacidad de retención de agua, la textura instrumental y el análisis sensorial. Los valores observados a partir de las distintas técnicas utilizadas para evaluar la capacidad de

retención de agua, muestran diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en las pérdidas por presión y en las pérdidas por cocinado, correspondiendo, en ambos casos, los mayores porcentajes de líquido perdido al grupo "cebo", lo que indica estos animales presentan una carne con una menor capacidad de retención de agua, que los del grupo "leche". Este aspecto puede estar relacionado, como apuntan las investigaciones realizadas por Pommier *et al.* (1994) y Scheeder *et al.* (1999), con el menor porcentaje de grasa bruta. Asimismo, el valor de la fuerza máxima medida por el test Warner-Braztler obtenido de los terneros del tratamiento "cebo" mostró una tendencia a ser mayor ($p<0,1$) que para los animales del tratamiento "leche".

Tabla 2: Capacidad de retención de agua, test de Warner-Braztler y análisis sensorial para los tratamientos experimentales estudiados.

	"Leche"	"Cebo"	Nivel de significación
Pérdidas por goteo (%)	2,2 ± 0,51	2,3 ± 0,47	ns
Pérdidas por presión (%)	22,0 ± 2,86	24,7 ± 0,79	*
Pérdidas por congelación (%)	3,1 ± 1,41	3,3 ± 1,45	ns
Pérdidas por cocinado (%)	22,3 ± 2,48	26,3 ± 3,49	*
Warner-Bratzler (Fuerza máxima, kg)	5,6 ± 0,19	6,4 ± 0,748	+
Olor[1]	5,6 ± 0,25	6,0 ± 0,59	ns
Terneza[1]	5,9 ± 0,48	5,3 ± 0,51	*
Jugosidad[1]	5,5 ± 0,47	4,9 ± 0,36	*
Flavor[1]	5,5 ± 0,52	5,5 ± 0,76	ns
Aceptabilidad[1]	5,7 ± 0,45	5,3 ± 0,48	ns

* = $p<0,05$ + = $p<0,1$ n.s.: diferencias no significativas

1: parámetros evaluados mediante análisis sensorial en una escala del 1 al 10 siendo el valor 1 para la menor intensidad del parámetro y 10 para la mayor intensidad.

El análisis sensorial presentó diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) para los parámetros de terneza y jugosidad, correspondiendo los mayores valores a los terneros que recibieron leche durante todo el periodo experimental. Mediante las pruebas triangulares realizadas, los catadores discriminaron la carne de ambos grupos experimentales, lo que confirma que la terneza y la jugosidad son dos de los parámetros sensoriales con mayor capacidad discriminante.

A la luz de los resultados obtenidos, podemos concluir que la carne obtenida de los terneros, cuya dieta de cebo fue suplementada con leche entera, presenta un mayor porcentaje de grasa intramuscular, una mayor capacidad de retención de agua y es, además, mejor valorada sensorialmente en cuanto a terneza y jugosidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto INIA SC 99-013-C2-1

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

BEAUCHEMIN, K. A., LACHANCE, B., ST-LAURENT, G. (1990). *Journal of Animal Science*, **68**, 35-44.

HILL, F. (1966). *Journal of Food Science* , **31**, 161-166.

HONICKEL, K. O. (1998). *Meat Science*, **49** (4) 447-457.

HORNSEY, H. C. (1956). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **8**, 534-540

MAPA (1987) Orden de 7 de septiembre. BOE de 14 de octubre.

SCHEEDER, M. L. R., MONICA, M, C., ROULIN, M., ESCHER, F., DUFEY, P.-A, KREUZER, M. (2001). *Meat Science,* **58**, 321-328.

POMMIER, S. A., LAPIERRE, H., PASSILLE, A. M., GARIÉPY, C. (1995). *Canadian Journal of Animal Science*, **75**, 37-44.

WISMER-PEDERSEN, J. (1987). *The Sience of Meat and Meat Products* (3rd. Ed.). (Eds. J.F. Price, B.S. Schweigert), pp. 141-154. Food & Nutrition Press. Wesport. Connecticut.

XICCATO, G., TROCINO, A., QUEAQUE, P. I., SARTORI, A., CARAZZOLO, A. (2002). *Livestock Production Science,* **75**, 269-280.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 40-42

PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO: CASO DE LA IGP *TERNERA DE NAVARRA-NAFARROAKO ARATXEA*

S. Álvarez Sánchez-Arjona[1], M.J. Álvarez Sánchez-Arjona[2], M.A. Albardíaz Segador, C. Díaz de Cerio[3], A. Horcada[3], I. Revilla Martín[1]

[1] Universidad de Salamanca. Filiberto Villalobos 119, 37007 Salamanca. [2] Universidad de Navarra. Manuel de Lardizábal 13. 20009 San Sebastián. [3] I.G.P. Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea. Edificio El Sario Ctra. El Sadar s/n 31006 Pamplona

INTRODUCCIÓN

El consumidor español demanda de manera creciente productos alimentarios de calidad, tanto desde el punto de vista organoléptico como en garantía sanitaria. Una de las herramientas disponibles para estos objetivos son las denominaciones de calidad.

La Indicación Geográfica Protegida (IGP) *Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea* es de reconocimiento nacional y europeo desde 2000. A pesar de su reciente incorporación a nivel nacional, esta IGP es la segunda dentro del grupo de Carnes Frescas en cuanto a comercialización, tanto en producción como en valor económico, sólo por detrás de *Ternera Gallega*, que es la denominación más antigua, y concentra el 62% del valor económico comercializado. Con 1.867 toneladas y 1.056,7 millones de pesetas (6,35 millones de €) en el año 2000, representa el 9% del valor económico de las carnes frescas con comercializadas con denominación específica (MAPA, 2001).

Se está desarrollando un trabajo sobre las producciones de calidad en vacuno de carne, en concreto de carne de la IGP *Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea*, en el que se busca definir las preferencias del consumidor en las características del producto y la influencia de los sistemas de producción en dichas características. En este trabajo se pretende relacionar la percepción del consumidor con los datos analíticos, así como realizar una primera prospección sobre la influencia de algunos factores de producción en las características de la carne y en la valoración de las mismas por parte del consumidor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado una encuesta preliminar a 29 consumidores a los que previamente se les había repartido una muestra de producto, una chuleta de carne procedente de animales de la IGP *Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea* correspondientes a terneros machos (14) o hembras (15). Esta chuleta se repartió en las carnicerías a las personas que entraron a comprar, de manera aleatoria, entregándoles junto con la carne información sobre la manera de prepararla, así como las preguntas de la encuesta, que se realizó telefónicamente después del consumo de la carne. En dicha encuesta se han valorado diversas características de la carne, entre ellas el color. Además de ello, se ha analizado el color del músculo con un colorímetro Minolta mediante el sistema CIE L*a*b.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las personas que compran la carne siguen siendo mayoritariamente mujeres; en nuestro caso, los consumidores fueron en un 62% mujeres y en un 34% hombres, con una edad media de 40 años (± 13), valor que osciló entre los 17 y los 70 años. La mayor parte de las personas que iban a comprar carne trabajan fuera del hogar (59%), y el segundo grupo más numeroso es el de amas de casa (28%). Ninguna de las respuestas sobre las características de la carne mostró relación con el sexo de la persona encuestada, a diferencia de lo que encuentran Santaolaria y col. (1997), lo que puede deberse al menor tamaño de muestra del presente trabajo.

En general es destacable la elevada valoración de la carne por parte de los consumidores. En la tabla 1 se observa que el 69% de los consumidores consideraron excelente el color y el 76% consideraron que era excelente la valoración de la carne como "apetecible para la compra". En la grasa interna y externa, la valoración se sitúa en el siguiente grado, "bueno", en un 55 y en un 66% respectivamente.

En el análisis de los parámetros analíticos de color, recogidos en la tabla 2, se observan valores similares a los que Sañudo y col. (1998) y Gil y col. (2001) dan para Pirenaica y para otras razas. Por otra parte, en la misma tabla se observa que sólo existen diferencias significativas en función del sexo de los terneros en el índice de rojo (a*). Analizando las diferencias entre las distintas categorías establecidas por los consumidores, sólo hay diferencias significativas en el índice de amarillo (b*), mientras que no se encontraron diferencias entre machos y hembras en la valoración del color por parte de los consumidores.

Tabla 1: Valoración del consumidor de las características de la carne en la carnicería y en su domicilio (porcentaje de respuesta en cada opción)

	Excelente	Bueno	Regular	Malo
EN LA CARNICERÍA				
Color	69	24	7	0
Cantidad de grasa dentro de la chuleta	38	55	7	0
Cantidad de grasa fuera de la chuleta	34	66	0	0
Apetecible para la compra	76	17	7	0
EN SU DOMICILIO				
Duración en la nevera	44	52	4	0
Liberación de agua en la nevera	59	30	11	0

También las características de conservación de la carne en el domicilio del consumidor y los caracteres organolépticos son muy satisfactorios (tabla 3), sobre todo la valoración del sabor (el 66% de los consumidores encuestados lo encuentra excelente) y la terneza (un 76% considera que la carne no es nada dura). La apreciación global del producto es excelente (66%) o buena (34%).

Resulta indudable que el consumidor es capaz de valorar la calidad de las producciones, como señalan Santaolaria y col. (1997) y que el desarrollo de las figuras de calidad debe basarse en un conocimiento profundo de la influencia de la producción en las características que pide el consumidor para poder satisfacer su demanda.

Tabla 2: Parámetros de color por sexos y por categorías para el consumidor

	L*	a*	b*
Valor medio	35,96	12,65	8,13
Sexo del ternero			
Macho	36,30	13,30 [a]	8,61
Hembra	35,57	11,90 [b]	7,58
Significación	NS	***	NS
Valoración del consumidor			
Excelente	35,32	12,68	8,60 [a]
Bueno	36,27	12,70	7,73 [ab]
Regular	38,49	11,48	5,36 [b]
Significación	NS	NS	**

Significación: medias con distinto superíndice en la misma celda de la tabla difieren significativamente al nivel indicado (NS: No significativo; *** P<0,001; ** P<0,05)

Tabla 3: Valoración del consumidor de las características de la carne
(porcentaje de respuesta en cada opción)

	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Sabor	66	34	0	0
Aroma	55	41	3	0
Jugosidad	55	45	0	0
	Nada	**Poca**	**Mucha**	
Dureza	76	24	0	
Liberación de agua en el cocinado	76	24	0	
	Excelente	**Bueno**	**Regular**	**Malo**
Apreciación global	66	34	0	0

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIL, M.; SERRA, X.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; SAÑUDO, C.; PANEA, B.; OLLETA, J.L.; CAMPO, M.M.; OLIVÁN, M.C; OSORO, K.; GARCÍA CACHÁN, M.D.; CRUZ-SAGREDO, M.R.; IZQUIERDO, M.; ESPEJO, M.; MARTÍN, M.; PIEDRAFITA, J., (2001), "The effect of breed-production systems on the myosin heavy Caín 1,the boichemical characteristics and the colour variables of *Longissimus thoracis* from seven Spanish beef cattle breeds", *Meat Science* 58, pp. 181-188.

MAPA (2001), *Datos de las D.O. y Específicas de Productos Agroalimentarios, Año 2000.* Madrid: MAPA, Dirección General de Alimentación.

SANTAOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; CAMPO, M.M. (1997), "Estudio de la calidad organoléptica de la carne de añojo de siete razas españolas mediante una prueba de consumidores", *ITEA* 93A, nº 2, pp. 89-97.

SAÑUDO, C.; ALBERTÍ,P.; CAMPO, M.M.; OLLETA, J.L.; PANEA, B. (1998),"Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas", *Archivos de Zootecnia* 48, pp. 397-402.

EVOLUCIÓN *POST-MORTEM* DE LA DUREZA INSTRUMENTAL DE LA CARNE DE DISTINTOS GENOTIPOS DE LAS RAZAS BOVINAS ASTURIANAS

Oliván M., Mocha M., Martínez A., Castro P., Osoro K.
S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias. E-mail: mcolivan@serida.org

INTRODUCCIÓN

La dureza es uno de los parámetros más importantes que afectan a la aceptabilidad de la carne de vacuno por el consumidor. También es uno de los parámetros de calidad más variables, ya que se ve afectado tanto por factores intrínsecos del animal (genotipo, raza, sexo, edad), como por factores extrínsecos relacionados con el manejo del animal (alimentación, peso al sacrificio, transporte) y el manejo *post-mortem* de la canal y de la carne.

Inmediatamente tras el sacrificio del animal, se producen en el músculo transformaciones bioquímicas y estructurales, en un proceso que se conoce como maduración de la carne. En este trabajo se analiza el efecto del tiempo de maduración sobre la textura instrumental de la carne de terneros añojos de la razas Asturiana de la Montaña (AM) y de los distintos genotipos de la raza Asturiana de los Valles (AV) en función de la presencia del gen de la hipertrofia muscular.

MATERIAL Y MÉTODOS

En 2002 se manejaron un total de 31 terneros añojos de las razas AM (n = 8) y AV, con sus distintos genotipos respecto al gen de la cularidad: homocigoto culón (n = 8), heterocigoto (n = 7) y homocigoto normal (n = 8), alimentados en cebo intensivo con concentrado a libre disposición y paja de cereal y sacrificados con un peso vivo de 500 a 550 kg. A las 24 h *post-mortem* se extrajo en el matadero el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de la media canal izquierda desde la 6ª costilla hasta la zona lumbar. Se determinó la textura instrumental mediante un equipo Instron 1011 con célula de corte Warner-Bratzler, sobre filetes de 3 cm de grosor obtenidos a nivel de las costillas 8ª, 11ª y 13ª. La carne se envasó al vacío y se mantuvo a 4°C durante 7, 14 y 21 días respectivamente, excepto la de los terneros homocigotos culones, que tuvo un tiempo más corto de maduración (3 días) en el filete extraído de la 13ª costilla.

Se registró el peso del filete en fresco y tras sufrir el proceso de refrigeración, congelación y posterior descongelación (a 4°C durante 24h), para determinar las pérdidas de peso, en porcentaje, durante la conservación. Se cocinó la carne en un baño María a 75°C±0,1 durante 40 minutos y se pesó de nuevo para registrar la pérdida de peso por cocción (%). Se troceó cada filete en porciones de 1 cm^2 de sección y 2 cm de longitud, cortadas de forma paralela a las fibras musculares, con el fin de que el corte de la cuchilla fuera perpendicular a las fibras. El equipo Instron registró la carga máxima (resistencia al corte en kg), el estrés o esfuerzo máximo (carga por unidad de superficie en kg/cm^2) y la dureza (energía por unidad de volumen, expresada en kg/cm^2).

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA, SPSS (1994)) para determinar el efecto del tiempo de maduración, el genotipo y su interacción sobre las variables analizadas. Las diferencias existentes entre los distintos genotipos en cada tiempo de maduración y entre los distintos tiempos de maduración en cada genotipo se analizaron mediante comparación de medias (test de LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron diferencias entre genotipos en cuanto a la evolución *post-mortem* de la textura instrumental de la carne. La interacción genotipo x tiempo de maduración no fue significativa para ninguna de las variables estudiadas. En

el caso de los terneros homocigotos para el gen culón la carne fue significativamente más dura ($p<0,05$) a los 3 días *post-mortem* (4,99 kg de carga, 2,63 kg/cm^2 de dureza) que a los 7 y 14 días, observándose una reducción progresiva de la dureza a lo largo de la maduración (Tabla 1). La carne de los animales heterocigotos para el gen de la hipertrofia muscular mostró una reducción significativa ($p<0,05$) de la carga máxima de corte a los 21 días *post-mortem* (3,84 kg) frente a valores de 4,7 y 4,5 kg a los 7 y 14 días de maduración, respectivamente.

Tabla 1. Evolución *post-mortem* de la dureza instrumental.

RAZA	**AV**			**AM**
GENOTIPO	**Homocigoto Culón**	**Heterocigoto**	**Homocigoto Normal**	**AM**
Nº animales	8	7	8	8
Maduración 3días:				
Carga máxima (kg)	4,99 A			
Estrés máximo (kg/cm^2)	5,06 A			
Dureza (kg/cm^2)	2,63 A			
Maduración 7días:				
Carga máxima (kg)	4,71 B	4,73 A	4,94	4,81
Estrés máximo (kg/cm^2)	4,82 B	4,81 A	5,06 A	4,93
Dureza (kg/cm^2)	2,27 B	2,15 AB	2,27	2,31
Maduración 14 días:				
Carga máxima (kg)	4,22 b B	4,52 ab A	4,67 ab	4,95 a
Estrés máximo (kg/cm^2)	4,26 b B	4,56 ab AB	4,73 ab AB	5,04 a
Dureza (kg/cm^2)	2,12 B	2,25 A	2,24	2,40
Maduración 21 días:				
Carga máxima (kg)		3,84 b B	4,44 ab	4,58 a
Estrés máximo (kg/cm^2)		3,90 b B	4,49 ab B	4,68 a
Dureza (kg/cm^2)		1,90 B	2,14	2,23

Medias seguidas por distinta letra minúscula en la misma línea difieren significativamente ($p<0,05$)
Medias del mismo atributo seguidas por distinta letra mayúscula en cada columna difieren signific. ($p<0,05$)

En cuanto a los terneros homocigotos normales, se observó una tendencia a la reducción de la dureza de la carne a lo largo de la maduración, aunque sólo se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$) en el estrés máximo entre los 7 días y los 21 días *post-mortem*. El tiempo de maduración no afectó de forma significativa sobre la dureza de la carne de los terneros de la raza AM, que fue similar en los controles realizados a los 7 y los 14 días de maduración, observándose cierta reducción a los 21 días *post-mortem*. En ninguno de los tipos de carne estudiados se observó efecto del tiempo de maduración sobre las pérdidas de jugo por conservación o por cocinado (Tabla 2).

Estos resultados parecen indicar que la carne de los terneros de la raza AM y del genotipo normal de la raza AV presenta una evolución lenta de la dureza en el período de maduración *post-mortem* comprendido entre los 7 y los 21 días, que impide que se observe un cambio significativo en los atributos relacionados con la textura instrumental. Sin embargo, la carne de los terneros heterocigotos para el gen culón muestra una reducción significativa de la dureza a los 21 días *post-mortem* y la carne de los homocigotos culones ya muestra dicha reducción significativa a los 7 días *post-mortem*, aunque hay que tener en cuenta que para este genotipo se tiene de referencia el valor de dureza a los 3 días de maduración. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Campo et al. (1999) que al comparar distintas razas españolas observaron que la carne de la raza AV, de tipo culón, mostró una tenderización más rápida y fue la más tierna en los tiempos cortos de maduración.

Tabla 2. Evolución *post-mortem* de las pérdidas de jugo.

RAZA	AV			AM
GENOTIPO	Homocigoto Culón	Heterocigoto	Homocigoto Normal	AM
Pérdidas de jugo por conservación (% peso):				
3 días	6,69			
7 días	7,49	6,91	8,09 A	7,45 A
14 días	7,09	6,64	7,32 AB	6,66 B
21 días		6,07	6,46 B	5,94 C
Pérdidas de jugo por cocinado (% peso):				
3 días	22,34			
7 días	23,79 b	26,47 a	26,76 a	25,41 b
14 días	22,69 b	25,66 a	26,44 a	23,65 b
21 días		24,42	25,44	24,65

Medias seguidas por distinta letra minúscula en la misma línea difieren significativamente ($p<0,05$)
Medias del mismo atributo seguidas por distinta letra mayúscula en cada columna difieren signific. $p<0,05$)

En cuanto al efecto del genotipo en cada tiempo de maduración, a los 7 días no hubo diferencias significativas en los parámetros de dureza (Tabla 1), sólo se encontraron menores pérdidas de jugo por cocinado ($p<0,05$) en la carne de los terneros culones y de la raza AM (Tabla 2). En cambio, a los 14 días *post-mortem*, la carne de los terneros AM destacó por presentar una carga (4,95 kg) y estrés (5,04 kg/cm^2) significativamente superiores ($p<0,05$) que la carne de los terneros culones (4,22 kg y 4,26 kg/cm^2, respectivamente), aunque al expresar los valores como dureza (energía por unidad de volumen) no hubo diferencias significativas entre genotipos. A los 21 días de maduración, al comparar los genotipos homocigoto normal, heterocigoto y AM, se observó de nuevo que la carne de la raza AM tuvo valores significativamente más altos de carga y estrés (4,58 kg y 4,68 kg/cm^2) que la carne de los heterocigotos (3,84 kg y 3,90 kg/cm^2, respectivamente). Las diferencias de dureza mostraron la misma tendencia, pero no fueron significativas.

En las condiciones estudiadas la carne de la raza AM fue la que presentó mayor dureza y una evolución más lenta de la dureza a lo largo de la maduración. Las carnes más tiernas fueron la de los terneros culones a los 14 días de maduración y la de los heterocigotos a los 21 días de maduración, lo cual concuerda con la información existente sobre el efecto del gen culón, que según la bibliografía produce mayor terneza, debido a su diferente composición miofibrilar y estructura del tejido conectivo (Hanset et al. 1982, Bailey et al. 1982, Lazzaroni et al. 1994). Sin embargo, la información es en ocasiones contradictoria. Uytterhaegen et al. (1994) encontraron la carne de los terneros culones más dura que la de los heterocigotos, con 7 días de maduración, al igual que Oliván et al (2003) en un diseño experimental similar al del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailey, Enser, Dransfield, Restall, Avery. 1982. In "Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". Eds. J.W.B. King y F. Ménissier. pp. 178-203.

Campo M.M., Sañudo C., Panea B., Alberti P., Santolaria P. 1999. Meat Science 51: 383-390.

Hanset, Michaux, Dessy-Doize, Burtonboy. 1982. In "Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". Eds. J.W.B. King y F. Ménissier. Pp. 341-349.

Lazzaroni, Semprini, Abrate, Pagano, Toscano-Pagano. 1994. Proc 40th ICoMST.

Oliván, Martínez, Mocha, García, Martínez, Castro, Osoro. 2003. (en este volumen).

Uytterhaegen, Claeys, Demeyer, Lippens, Fiems, Boucqué, Van de Voorde, Bastiaens. 1994. Meat Science 38: 255-267.

SPSS 1994. Advanced Statistics 6.1 SPSS for Windows. Inc. Chicago, IL 60611, USA.

TEXTUROMETRÍA EN CARNE FRESCA. I. ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS (WB Y TPA)

Ruiz de Huidobro F., Onega E., Blázquez B., Miguel E.
IMIA. Apdo. 127. E- 28800 Alcalá de Henares. E-mail: felipe.ruiz@imia.madrid.org

INTRODUCCIÓN

De todos los atributos sensoriales presentes en la carne fresca, los más importantes son la apariencia, la jugosidad, el flavor y la textura (Barton-Gade *et al.*, 1988). La determinación instrumental de la textura de la carne se realiza mediante un texturómetro, que permite conocer la resistencia al corte o a la compresión de los diferentes tejidos que componen el músculo. El método más extendido es el de Warner-Bratzler, casi siempre como única metodología empleada (Warner, 1928; Bratzler, 1932), que es citado en la mayoría de los trabajos (Culioli, 1995), incluso como técnica de aplicación comercial), (Shackelford *et al.*, 1995; Shackelford *et al.*, 1999; Wheeler *et al.*, 1997). El test de ruptura (WB) se utiliza habitualmente como indicador de la dureza sensorial de la carne. Así, Safari *et al.* (2001) encontraron una correlación negativa y muy significativa entre la fuerza máxima (WB) y la terneza sensorial en la carne de ovino. Sin embargo, existe otro método, el análisis del perfil de textura, que aunque conocido y utilizado para otros alimentos (Guerrero y Guàrdia, 1999), está muy poco extendida su utilización en carnes frescas. Se han comparado ambos métodos instrumentales para la determinación de la textura en carne fresca de vacuno, verificando cuál presentaba una mejor correlación con los juicios de los catadores, y predecía mejor la intensidad de las sensaciones experimentadas por éstos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras del músculo *m. longissimus thoracis et lumborum* de 17 animales (9 terneras y 8 añojos), maduradas durante 1, 3 y 6 días *post mortem*, y sometidas a dos tratamientos: crudas o cocinadas (102 muestras en total). Las rodajas de músculo de 1,5 cm de grosor cocinadas se analizaron tras cocción en doble grill hasta los 75ºC de temperatura interna. El análisis de textura se realizó mediante un texturómetro *Texture Analyzer TA-XT2* con sonda de Warner-Bratzler (WB) para la prueba de ruptura (fuerza máxima), y con sonda cilíndrica de ebonita de 10 mm de diámetro para la prueba del perfil de textura o TPA (dureza, elasticidad y masticabilidad). El análisis sensorial se llevó a cabo según la metodología descrita por Onega y Ruiz de Huidobro (1999). El análisis estadístico se hizo mediante el programa Statistica para Windows, versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los coeficientes de variación de cada una de las variables de textura en carne cocinada (Tabla 1) muestran que los resultados del test de WB presentan el mejor coeficiente de variación (casi un 30%) de todos los datos. El TPA presenta unos resultados mucho más agrupados en dos de los parámetros (dureza, 12,92%; y elasticidad, 16,08%), siendo el C.V. de la masticabilidad (25,80%) inferior al de la WB (29,82%). La variación de los datos de TPA (12,92%<C.V.<25,80%) es similar o mejor que la de los datos sensoriales (17,15%<C.V.<26,64%). Esto concuerda con lo hallado en otros trabajos, ya

que en el análisis sensorial se han encontrado coeficientes de variación hasta un 25% (Touraille *et al.*,1990). La fuerza máxima de Warner-Bratzler presentó coeficientes de correlación significativos con los datos sensoriales de dureza, elasticidad y nº de masticaciones (Tabla 2). Sin embargo, los parámetros del TPA presentaron buena correlación con todas las variables sensoriales, aunque la variable "elasticidad TPA" no presentó correlación estadísticamente significativa con ninguna variable sensorial. Las correlaciones entre parámetros de textura sensoriales e instrumentales suelen ser muy bajas, excepto en los análisis imitativos como el TPA, con el que se suelen obtener mejores resultados. Esto se debe a que las condiciones de prueba difieren bastante entre las pruebas instrumentales y las catas (Guerrero y Guàrdia, 1999). Sin embargo, el TPA parece más útil para predecir la textura de la carne fresca que el método de WB, realizando ambos sobre carne cocinada.

Se realizó un análisis de regresión (Tabla 3) de los parámetros instrumentales (WB, regresión simple, y variables del TPA en conjunto, regresión múltiple) respecto de cada una de las variables sensoriales de la carne cocinada, con independencia del tiempo de maduración. La dureza se predijo bastante mejor con el TPA que con el WB; la elasticidad sólo con el WB; la jugosidad sólo se predijo significativamente con el TPA; la sensación grasa se predijo mal, pero mejor con el TPA; y el número de masticaciones mejor con el TPA. En un trabajo nuestro anterior (Onega *et al.*, 2001) ya se había analizado la utilidad de la texturometría realizada sobre carne cruda, y se observó que los valores de fuerza máxima (WB) no se correlacionaban de manera significativa con los de dureza sensorial; sí lo hacían, por el contrario, los valores de dureza, elasticidad y masticabilidad del TPA. Los tres parámetros del TPA por separado también se relacionaban de forma positiva y significativa con la elasticidad sensorial y con el número de masticaciones del análisis sensorial. Aquellos resultados ya apuntaban la conveniencia de la realización de un análisis del perfil de textura (TPA), en lugar de un test de ruptura (WB), para determinar la textura de la carne fresca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barton-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. (1988). En: *Meat Science, Milk Science and Technology*. H.R. Cross y A.J. Overby, (Eds.). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. pp. 141-171.

Bratzler L.J. (1932). Master of Science Thesis. Kansas State College (KA), EE.UU.

Culioli J. (1995). En: *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*. A. Ouali, D.I. DeMeyer y F.J.M. Smulders (Eds.). ECCEAMST, Utrecht. pp. 239-263.

Guerrero L., Guàrdia M.D. (1999). *Eurocarne,* 77: 41-49.

Onega E., Ruiz de Huidobro F. (1999). *XXIV Jornadas Científicas SEOC,* Soria. pp. 475-479.

Onega E., Miguel E., Blázquez B., Ruiz de Huidobro F. (2001). *I Cong. Nal. Ciencia y Tecnol. Alimentos,* Granada. pág. 106.

Safari E., Fogarty N.M., Ferrier G.R., Hopkins L.D., Gilmour A. (2001). *Meat Science, 57:* 153-159.

Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M. (1995). *J. Anim. Sci., 73*(11): 3333-3340.

Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M. (1999). *J. Anim. Sci., 77*(10): 2693-2699.

Touraille C., Aurier B., Lepetit J., Bayle M.C. (1990). *Viandes et produits carnés, 11*(6, 6 bis, 6 ter):291-292.

Warner K.F. (1928). *Proc. Am. Soc. Anim. Prod., 21:* 114.

Wheeler T.L., Shackelford S.D., Johnson L.P., Miller M.F., Miller R.K., Koohmaraie M. (1997). *J. Anim. Sci., 75*(9): 2423-2432 y *75*(10):2827.

Tabla 1. Dispersión de las medidas de los valores de los parámetros de textura instrumentales (carne cocinada) y sensoriales.

	Parámetros	n	C.V. (%)
Instrumentales	Fuerza máxima WB	51	29,82
	Dureza TPA	51	12,92
	Elasticidad TPA	51	16,08
	Masticabilidad TPA	51	25,80
Sensoriales	Dureza	48	17,15
	Elasticidad	48	17,90
	Jugosidad	48	26,64
	Sensación grasa	48	21,96
	Nº de masticaciones	48	21,96

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre los parámetros instrumentales de textura (carne cocinada) y los sensoriales (n=48).

		Dureza AS	Elasticidad AS	Jugosidad AS	Sensación grasa AS	Nº masticaciones AS
Fmáx WB	R^2	0,3047*	0,2875*	-0,2269	-0,0793	0,4133**
	P	0,035	0,048	0,121	0,592	0,004
Dureza TPA	R^2	0,3711**	0,3133*	-0,3195*	-0,2044	0,3617*
	P	0,009	0,030	0,027	0,164	0,012
Elasticidad TPA	R^2	0,0212	0,1008	-0,1678	-0,2012	-0,0150
	P	0,886	0,495	0,254	0,170	0,919
Masticabilidad TPA	R^2	0,2921*	0,2712	-0,3495*	-0,2656	0,2997*
	P	0,044	0,062	0,015	0,068	0,039

* P<0,05. ** P<0,01. AS: análisis sensorial. TPA: texture profile analysis.

Tabla 3. Análisis de regresión entre la fuerza máxima de WB (x) o las tres variables del TPA (x_1, x_2, x_3) y las variables sensoriales (y), en carne cocinada.

Var indep. (x)	Var. dep. (y)	R^2	F(1,46)	P	e.s.e.
WB (fuerza máxima)	Dureza	0,09287	4,7092	0,0352	0,6864
	Elasticidad	0,08264	4,1440	0,0476	0,7413
	Jugosidad	0,05148	2,4966	0,1209	0,7531
	Sensación grasa	0,00629	0,2910	0,5922	0,6047
	Nº masticaciones	0,17085	9,4783	0,0035	3,8223
		R^2	F(3,44)	P	e.s.e.
TPA (dureza + elasticidad + masticabilidad)	Dureza	0,23390	4,4780	0,0079	0,6450
	Elasticidad	0,12138	2,0261	0,1241	0,1241
	Jugosidad	0,18307	3,2868	0,0294	0,7146
	Sensación grasa	0,08573	1,3752	0,2628	0,5931
	Nº masticaciones	0,30243	6,3588	0,0011	3,5847

TEXTUROMETRÍA EN CARNE FRESCA. II. RESULTADOS EN MUESTRAS DE CARNE CRUDA Y COCINADA.

Ruiz de Huidobro F., Blázquez B., Miguel E., Onega E.
IMIA. Apdo. 127. E-28800 Alcalá de Henares. E-mail: felipe.ruiz@imia.madrid.org

INTRODUCCIÓN

Se han comparado dos técnicas instrumentales (prueba de cizallamiento con sonda de Warner-Bratzler y análisis del perfil de textura con sonda cilíndrica de ebonita) para la determinación de la textura de la carne fresca de vacuno, tanto cruda como cocinada. Se verificó cuál de ambos métodos de cocinado presentaba una mejor correlación con los juicios de los catadores, y predecía mejor las sensaciones experimentadas por éstos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras consistieron en rodajas del músculo *m. longissimus thoracis et lumborum* de 1,5 cm de grosor. Los paralelepípedos para análisis se cortaron de cada loncha, y se analizaron en el texturómetro con las fibras perpendiculares a la dirección de la fuerza (como en la masticación). Se utilizaron muestras de 17 animales (9 terneras y 8 añojos), maduradas durante 1, 3 y 6 días *post mortem*, y sometidas a dos tratamientos: crudas o cocinadas (en doble grill hasta los 75ºC de temperatura interna) (102 muestras en total). El análisis de textura se realizó mediante un texturómetro *Texture Analyzer TA-XT2* con sonda de Warner-Bratzler (WB) para la prueba de ruptura (fuerza máxima) y con sonda cilíndrica de ebonita de 10 mm de diámetro para la prueba del perfil de textura o TPA (dureza, elasticidad y masticabilidad) (Anónimo, 1996). El análisis sensorial se llevó a cabo según la metodología descrita por Onega y Ruiz de Huidobro (1999). El análisis estadístico se hizo mediante el programa Statistica para Windows, versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 aparecen los resultados medios, en carne cruda y en cocinada, de los parámetros de la textura instrumental: WB (Fmax) y TPA (dureza, elasticidad y masticabilidad. Los de la textura sensorial aparecen en la Tabla 2.

Tabla 1. Valores (g) de los parámetros de textura instrumental (n=17)

Días	FmaxCr	FmaxCo	durCr	durCo	elCr	elCo	mastCr	mastCo
1	2022	5509,6	2164,6	6860,7	597,2	1042,8	307568,0	3107413,1
3	1865	5599,3	1800,0	5856,0	462,8	889,4	227843,9	2322315,5
6	1941	4445,7	1803,3	6623,8	439,0	1055,0	204027,6	2977255,2

Fmax: fuerza máxima (WB); dur: dureza (TPA); el: elasticidad (TPA); mast: masticabilidad (TPA). Cr: carne cruda; Co: carne cocinada.

Tabla 2. Valores (ptos.) de los parámetros de textura sensorial (n=16).

Días	dureza	elasticidad	jugosidad	sens. grasa	Nº masticaciones
1	4,42	4,52	3,0	2,76	20,16
3	4,22	4,29	2,8	2,69	19,48
6	3,84	4,03	2,8	2,75	17,10

Los valores absolutos aumentan notablemente en la carne cocinada frente a la cruda. Observando la evolución entre el primer y el sexto día (Tablas 1 y 2) no se

observa una pauta clara, aunque la tendencia sea a disminuir. Se han hecho análisis de regresión de las variables sensoriales en función de las instrumentales, en el conjunto de todas las muestras (Tabla 3), y tanto en carne cruda (Tabla 4) como en cocinada (Tabla 5).

Tabla 3. Análisis de regresión entre la fuerza máxima de WB (x) o las tres variables del TPA (x_1, x_2, x_3) y las variables sensoriales (y), en carne cruda y cocinada. N=102.

Var. independiente	Var. depend.	R^2	F(1,94)	P	e.s.e.
WB (fuerza máxima)	Dureza	0,01988	1,90630	0,17065	0,70585
	Elasticidad	0,02024	1,94140	0,16680	0,75793
	Jugosidad	0,01844	1,76620	0,18708	0,75788
	Sens. grasa	0,00469	0,44286	0,50738	0,59874
	Nº mastic.	0,04228	4,14960	0,04446	4,06400
Var. independiente	Var. depend.	R^2 múltiple	F(3,92)	P	e.s.e.
TPA (dureza, elasticidad y masticabilidad)	Dureza	0,01259	0,39089	0,75984	0,71613
	Elasticidad	0,00964	0,29864	0,82629	0,77026
	Jugosidad	0,03881	1,23830	0,30043	0,75809
	Sens. grasa	0,05373	1,74120	0,16405	0,59011
	Nº mastic.	0,00937	0,29003	0,83250	4,17790

Tabla 4. Análisis de regresión entre la fuerza máxima de WB (x) o las tres variables del TPA (x_1, x_2, x_3) y las variables sensoriales (y), en carne cruda. N=48.

Var. independ.	Var. dependiente	R^2	F(1,46)	P	e.s.e.
WB	Dureza	0,02038	0,95712	0,33303	0,71329
	Elasticidad	0,03927	1,88020	0,17696	0,75865
	Jugosidad	0,10099	5,16710	0,02773	0,73316
	Sensación grasa	0,06514	3,20500	0,08000	0,58655
	Nº masticaciones	0,08548	4,29960	0,04375	4,01420
Var. independ.	Var. dependiente	R^2 múltiple	F(3,44)	P	e.s.e.
TPA	Dureza	0,26883	5,39260	0,00300	0,63009
	Elasticidad	0,13710	2,33020	0,08732	0,73515
	Jugosidad	0,02033	0,30440	0,82205	0,78254
	Sensación grasa	0,04942	0,76247	0,52121	0,60475
	Nº masticaciones	0,26470	5,27990	0,00338	3,68030

Tabla 5. Análisis de regresión entre la fuerza máxima de WB (x) o las tres variables del TPA (x_1, x_2, x_3) y las variables sensoriales (y), en carne cocinada. N=48.

Var. independ.	Var. dependiente	R^2	F(1,46)	P	e.s.e.
WB	Dureza	0,09287	4,7092	0,0352	0,6864
	Elasticidad	0,08264	4,1440	0,0476	0,7413
	Jugosidad	0,05148	2,4966	0,1209	0,7531
	Sensación grasa	0,00629	0,2910	0,5922	0,6047
	Nº masticaciones	0,17085	9,4783	0,0035	3,8223
Var. independ.	Var. dependiente	R^2 múltiple	F(3,44)	P	e.s.e.
TPA	Dureza	0,23390	4,4780	0,0079	0,6450
	Elasticidad	0,12138	2,0261	0,1241	0,1241
	Jugosidad	0,18307	3,2868	0,0294	0,7146
	Sensación grasa	0,08573	1,3752	0,2628	0,5931
	Nº masticaciones	0,30243	6,3588	0,0011	3,5847

Utilizando todos los datos, sólo es significativa la ecuación de predicción del número de masticaciones realizada con la fuerza máxima (WB), no habiendo ninguna ecuación que use las variables del TPA que sea significativa. Si se

analizan sólo las determinaciones realizadas en carne cruda, se predicen la jugosidad (r=0,3178) y el número de masticaciones (r=0,2924) con la WB y la dureza (r=0,5185) con el TPA, aunque sólo esta última ecuación de regresión es buena. En el conjunto de datos sobre carne cocinada, sólo el TPA proporciona ecuaciones de predicción altamente significativas para la dureza (r=0,4836), la jugosidad (r=0,4279) y el número de masticaciones (r=0,5499), aunque el WB predice la dureza (r=0,3047) y la elasticidad (0,2875), sólo la predicción del número de masticaciones es útil (r=0,4133).

Hay numerosos trabajos que tratan de la utilización de la prueba de Warner-Bratzler (Warner, 1928; Bratzler, 1932), ya que el test de ruptura se utiliza habitualmente como indicador de la dureza sensorial de la carne, casi siempre como única metodología empleada y es citado en la mayoría de los trabajos (Culioli, 1995), incluso como técnica de aplicación comercial (Shackelford *et al.*, 1995; Shackelford *et al.*, 1999; Wheeler *et al.*, 1997). Sin embargo, no hay trabajos que expongan resultados del TPA en carne. Tampoco son muchos los trabajos que comparan resultados obtenidos en carne cruda y cocinada, ya que el consumo de muestras es excesivo, lo que imposibilita realizarlo en músculos pequeños. Por lo tanto, los resultados aquí expuestos no son comparables con el

Por lo tanto, parece que las variables obtenidas a partir del TPA realizado sobre carne cocinada son las que mejor permiten predecir la textura sensorial en la carne fresca de vacuno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anónimo (1996). Your reference manual for texture analysis. Stable Micro Systems. Surrey, R.U.

Bratzler L.J. (1932). Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear. Master of Science Thesis. Kansas State College, (KA) EE.UU.

Culioli J. (1995). Meat tenderness: Mechanical assessment. En: A. Ouali, D.I. DeMeyer y F.J.M. Smulders (Eds.). *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality.* ECCEAMST, Utrecht (Holanda). pp. 239-263.

Onega E., Ruiz de Huidobro F. (1999). Determinación de los caracteres organolépticos de la carne de cordero II. Aplicación de unas escalas normalizadas. *XXIV Jornadas Científicas de la SEOC.* Soria, 23-25 septiembre.

Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M. (1995). Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from Bos indicus and Bos taurus cattle. *J. Anim. Sci., 73*(11): 3333-3340.

Shackelford S.D., Wheeler T.L., Koohmaraie M. (1999). Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci., 77*(10): 2693-2699.

Warner K.F. (1928). Progress report of the mechanical test for tenderness of meat. *Proc. Am. Soc. Anim. Prod., 21:* 114.

Wheeler T.L., Shackelford S.D., Johnson L.P., Miller M.F., Miller R.K., Koohmaraie M. (1997). A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *J. Anim. Sci., 75*(9): 2423-2432; y J. Anim. Sci., 75(10): 2827.

DIAGNOSTICO DEL SACRIFICIO BOVINO EN LOS MATADEROS INDUSTRIALES DE VENEZUELA (Período 1997-2001).

R. Vitto, M. Maldonado, J. Ciria.
Decanato de Investigación. Dpto. de Ing. de Producción Animal.
Universidad del Táchira. Venezuela.
jvitto@reacciun.ve
vittor19@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El rebaño bovino en Venezuela se caracteriza por un comportamiento productivo y reproductivo deficiente como consecuencia de los múltiples problemas tecnológicos existentes, los cuales comprometen la obtención de máximos rendimientos en la producción de carne y leche, debido a la inadecuada utilización de los recursos en los sistemas de producción (Montilla y Colina, 1998).

De hecho, esta necesidad de aumentar la producción de carne y la importancia de racionalizar el proceso productivo en la empresa ganadera, reclama cada día la aplicación de planes de desarrollo integral que incorporen la tecnología moderna de genética cuantitativa, nutrición, manejo y reproducción (Plasse, 1997).

El presente trabajo presentó los siguientes objetivos: Cuantificar el número de animales beneficiados en los mataderos industriales de Venezuela, calculando la tasa de incremento interanual; Determinar la proporción de machos y hembras beneficiados, evaluando el comportamiento observado durante el período estudiado; Evaluar el beneficio de animales por grupo de edad, determinando la proporción de cada uno de ellos sobre el total de beneficiados y Cuantificar la proporción de animales clasificados y categorizados según el decreto vigente.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se analizó la información relacionada con el sacrificio bovino, realizado en los mataderos industriales existentes en Venezuela período 1997 - 2001. Se evaluaron 31 mataderos industriales, todos pertenecientes a la Asociación de Frigoríficos de Venezuela (Asofrigo).

La base de datos fue obtenida de los archivos de la Unidad Técnica Nacional de la Carne del Ministerio de Producción y Comercio. Dicha información fue revisada detalladamente y resumida en cuadros para su análisis e interpretación, para esto se utilizó el programa Windows Millenium (Excel) y Statixtic mediante estadística descriptiva, creando cuadros que facilitaron el desarrollo del mismo; entre otros puntos se consideró: el número de animales beneficiados y los pesos promedios de dichas canales, la cantidad de machos y hembras y de ellas las preñadas, el total de canales agrupadas por categorías y grupo de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sacrificio bovino en los mataderos industriales de Venezuela

Durante el período 1997-2001 se sacrificaron 7.304.209 cabezas de ganado bovino que produjeron 1.653.036.197 kilogramos de carne con peso promedio en canal de 226 kilogramos. Para el año 1999 se presentó el menor sacrificio con 1.389.376 animales, generando 319.816.622 kg de carne en canal, observándose que la

producción del 2001 es inferior a la de 1997. Se presume que el déficit presentado sea debido a la crisis económica que ha venido sufriendo Venezuela en los últimos años. Por ende, se relaciona con la caída de la demanda de carne por parte del consumidor.

En el boletín informativo de Asofrigo, abril de 2002, se informa que el descenso del sacrificio bovino venezolano es verdaderamente alarmante por lo que se requieren de grandes esfuerzos de todos los integrantes de la cadena cárnica, así como medidas enérgicas por parte del gobierno, que logren de manera definitiva modificar esta tendencia a la baja de la carne, de lo contrario las consecuencias serán catastróficas.

Sacrificio de machos y hembras bovinas

El número de animales sacrificados en los mataderos industriales de Venezuela en los últimos años se encuentra entre un mínimo de 1.389.376 cabezas para 1999 y un máximo de 1.530.177 animales en el 2000, siendo este año el único en el que se observó incremento interanual, ya que en los otros años evaluados, el número de animales sacrificados fue menor respecto al año anterior.

En 1997 ingresó a matadero el menor número de hembras, 435.996 cabezas, 29,8% del total, y el mayor en el 2000, 495.777, 32,4% del total. Sin embargo, el año que se sacrificó el mayor porcentaje de hembras fue 1999 con 33,41%, 464.169 animales. En referencia a los machos, en el 2000 se sacrificó el mayor número, 1.034.400, 67,6% del total y en 1999 la menor cantidad, 925.207, 66,6% del total.

Durante el período en estudio, se beneficiaron 4.962.981 machos, representando el 68% del total, las hembras sacrificadas 2.341.228 son el 32 % restante.

Para el sector frigorífico venezolano Asofrigo, noviembre 2001, el alto porcentaje de sacrificio de hembras se está presentando, debido entre otras razones, a la ausencia de políticas para restringir su matanza, lo que podría afectar a corto y mediano plazo la el inventario bovino venezolano.

En ese sentido, se cuantificó el número de hembras que ingresan gestantes al matadero, representando una media, para el período, del 14%, lo que según Plasse (1991) se traduce en déficit de animales y por ende en disminución en el rebaño a futuro.

Beneficio de animales por grupo de edad

El mayor porcentaje de animales clasificados por grupo de edad, fue alcanzado por los toretes y toros, machos enteros entre 36 y 60 meses, con el 51% del total, seguidos de las vacas con 24,7% y de los novillos, machos castrados de 36 a 48 meses, con el 15,5%.

El decreto 1896 de la Gaceta Oficial 4737 del Ministerio de Agricultura y Cría en 1994, ley vigente de clasificación y categorización de la carne bovina en Venezuela, no incluye toros y toretes como AA-ÓPTIMA máxima categoría, los cuales entran en la categoría A y B.

Clasificación y categorización de carne en canal

Durante el periodo en estudio 3.115.244 canales fueron clasificadas como categoría B-SELECTA, representando el mayor porcentaje 43,2, seguidas por las ubicadas en la categoría A-EXCELENTE con 2.522.418 de canales, el 39,7%. En la clasificación AA-ÓPTIMA se incluyeron 181.096 animales, con un aporte a la producción de carne total del 2,78 %.

El problema del bajo índice en canales tipificadas AA-ÓPTIMA, reside en la relación directa de la categorización con el grado de terneza de la carne, por lo que se recomienda a los productores llevar a beneficio animales con edades inferiores a los 36

meses. Guzmán (1998) indicó que el modelo de clasificación y categorización bovina, involucra factores que influyen en la calidad y rendimiento de las canales, sin embargo, en la actualidad los precios de la carne van marcados por el peso y el sexo y no por la calidad de la canal. Huerta *et al.* (1996) y Mansutti *et al.* (1996), consideran que la principal razón para la poca funcionalidad en los rendimientos de la canal, es no poder definir simultáneamente el rendimiento y la calidad de las canales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASOCIACIÓN DE FRIGORÍFICOS DE VENEZUELA. 2001. Boletín informativo órgano divulgativo de la asociación de frigoríficos y mataderos industriales. Año 1 número 001, noviembre. Caracas, Venezuela.

ASOCIACIÓN DE FRIGORÍFICOS DE VENEZUELA. 2002. Boletín informativo órgano divulgativo de la asociación de frigoríficos y mataderos industriales. Año 2 número 006, abril. Caracas, Venezuela.

GUZMÁN, L. 1998. Clasificación y certificación de ganado y carnes. 1er Encuentro Intersectorial de Circuitos de Carnes Rojas. Valencia, Caracas. pp. 39 – 42.

HUERTA-LEIDENZ, y A. RODAS-GONZÁLEZ. 1996. Efecto del predominio racial sobre las caracteristicas de la canal en bovinos. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Zulia, Venezuela. pp. 46-59.

MANSUTTI, D., MALAVER, y J. GONZALEZ. 1996. Categorización por rendimiento en cortes de canales bovinas distribuidas en la región Nor – Oriental venezolana. Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Maturín, Estado Monagas, Venezuela pp. 54-68.

MONTILLA, J. y J. COLINA. 1998. Productividad del rebaño bovino venezolano. En: D., Plasse, N., Peña de Borsotti y J., Arango (Eds.). XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 23-35.

PLASSE, D. 1991. Aspectos futuristas de la producción bovina en Venezuela. En: D., Montoni, B., Acosta, O., Bautista y J., Sánchez-Torres (Eds.). VII Jornadas Técnicas de la Ganadería en el Estado Táchira. Universidad del Táchira, FOGASOA, San Cristóbal, Venezuela. pp. 174-190.

PLASSE, D. 1997. Estudio de mercado para la carne de origen bovino. Venezuela bovina. Año 14 – No. 41. pp. 24 - 26.

UNIDAD TÉCNICA NACIONAL DE LA CARNE. UTNC. 1998. 1er Encuentro intersectorial de circuitos de carne. pp 18 – 21. Valencia, Venezuela.

UNIDAD TÉCNICA NACIONAL DE LA CARNE. UTNC. 2001. Resumen de clasificación de carne en canal. Lapso 1996 – 2000. Archivo. Caracas, Venezuela.

UNIDAD TÉCNICA NACIONAL DE LA CARNE. UTNC. 2002. Resumen de clasificación de carne en canal. Lapso 1996 – 2001. Archivo. Caracas, Venezuela.

EFECTO DEL SISTEMA DE CEBO, EXTENSIVO vs INTENSIVO, EN LOS CRECIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TERNEROS ASTURIANOS DE LOS VALLES

Martínez A., García P., Menéndez J., García U., Osoro K.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España).

anmartinez@serida.org

INTRODUCCIÓN

Las condiciones de la Cornisa Cantábrica, pareen ideales para el desarrollo de sistemas de cebo en pasto de terneros pasteros procedentes de vacas de cría. En este trabajo se pretende comparar los resultados productivos del cebo de terneros asturianos de los Valles con concentrado en pasto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y manejo

Se emplearon un total de 49 terneros de raza Asturiana de los Valles (AV) nacidos en invierno-primavera y destetados en octubre, 15 de los cuales se manejaron, tras el destete, en régimen de cebo extensivo y 34 en cebo intensivo. El cebo extensivo consistió en pastoreo de otoño (entre octubre y diciembre) suplementado con 1,5 kg de concentrado/ternero y día, estabulación en la fase de invernada (entre diciembre y febrero), recibiendo 1,5 kg de concentrado, 2,5 kg de pulpa de remolacha y 2 kg de paja por animal y día, y pastoreo de primavera a partir de principios de marzo hasta finales de junio en praderas de raigrás y trébol (a finales de mayo se suplementó en el pasto con 2 kg de concentrado/ternero) y por último un acabado de los terneros que no habían alcanzado los 500 kg de peso vivo al final del pastoreo, a base de concentrado ad libitum y paja de cereal. El cebo intensivo consistió en la alimentación de los animales estabulados con concentrado a libre disposición y paja de cereal.

Controles

Pesos. Los terneros se pesaron dos días consecutivos a la semana del inicio del cebo, cada 6 semanas y previo al sacrificio, así como pesadas simples intercaladas cada 3 semanas.

Alimento. Se controló diariamente el alimento suministrado, y se valoró su coste.

Canal. En matadero se realizaron valoraciones del engrasamiento y la conformación de la canal siguiendo los criterios de valoración establecidos por la UE (1991), tomando la 6ª costilla para su posterior disección en músculo, hueso, grasa (subcutánea e intermuscular) y desecho (Oliván *et al*, 2001). Se determinó el índice de compacidad como el cociente entre el peso de canal fría en kg y la longitud de la canal en cm.

Análisis de datos. Se realizó un análisis de varianza (SPSS, 1989) para el factor sistema de cebo y las variables dependientes relativas a las ganancias de peso, rendimiento a la canal, conformación, engrasamiento y componentes en la disección de la 6ª costilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados ponen de manifiesto el mayor crecimiento medio de los terneros en cebo intensivo (1,35 kg/día) frente a los alimentados en base a pasto (1,00 kg/día), como es de esperar, por lo que los días de cebo precisos para alcanzar similar peso de sacrificio (575 vs 552 kg) se incrementan significativamente ($p<0,001$) de 209 a 308 días (Tabla 1). La ganancia de peso vivo al día, si bien en el cebo intensivo es bastante constante, debido a que también lo es la composición del alimento suministrado, en el cebo extensivo varía con las fases del manejo, pasando de 1,12 kg/día en la otoñada a 0,89 en el invierno, 1,08 en el pastoreo de primavera y 1,02 en la fase de acabado.

El rendimiento a la canal no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los dos sistemas de cebo.

La Tabla 2 muestra, que la conformación de los canales de los terneros cebados en uno y otro sistema no fue diferente, pero sí el nivel de engrasamiento de la canal, que si bien era bajo en general, algo característico de la raza AV, fue mayor ($p<0,01$) en los cebados en intensivo (2- vs 1+). La castración reduce los crecimientos pero incrementa el nivel de engrasamiento (Osoro *et al* 2001).

No hubo diferencias en el área del lomo y la disección de la 6ª costilla reflejó mayor cantidad de músculo y grasa y menor de hueso en las canales de los terneros cebados en intensivo.

Por último indicar que el coste de alimentación de los terneros (Tabla 3) en intensivo (361 euros/ternero) fueron muy superiores al de los terneros en extensivo (170 euros).

En resumen podemos indicar que el cebo en extensivo resulta más largo aunque inferior a 365 días, pero considerablemente más económico y permitiría ir a pesos de sacrificio más altos para un mismo nivel de engrasamiento, lo que probablemente incrementará la rentabilidad del proceso. Por otra parte el sistema extensivo, si bien presenta el inconveniente de los MER, su producción sale en una época (verano-otoño), que debido a la estacionalidad de las parideras, hay carencia de carne propia en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVÁN, M., MARTÍNEZ, A., GARCÍA, P., NOVAL, G., OSORO, K., 2001. Estimation of the carcass composition of yearling bulls of "Asturiana de los Valles" breed from the dissection of a rib joint. *Meat Science*, **57**: 185-190.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., GARCÍA, M.J., OLIVÁN, M. y CASTRO, P., 2001. Efecto de la raza, la castración y el acabado en los crecimientos, características de la canal y calidad sensorial de la carne de añojos cebados en pastoreo. *ITEA*. Vol. Extra, **22**, nº 2. 535-537.
SPSS, 1989. SPSS for Windows, Release 5.0.1. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.
UE, 1991. Reglamento comunitario de clasificación de canales. R. Nº 1026/91.

Tabla 1. Parámetros productivos de terneros de raza Asturiana de los Valles cebados de forma extensiva e intensiva.

	Extensivo	Intensivo	esd	Significación
Pesos (kg):				
Inicio	268	270	7,6	NS
Sacrificio	575	552	6,0	NS
Canal	331	315	4,2	NS
Rendimiento canal (%)	57,4	57,1	0,30	NS
Duración del cebo (días)	308	209	8,2	***
Crecimiento (kg/día)	1,00	1,35	0,039	***

Tabla 2. Características de la canal y porcentajes de músculo, grasa y hueso resultante de la disección de la 6ª costilla de terneros de raza Asturiana de los Valles cebados de forma extensiva o intensiva.

	Extensivo	Intensivo	esd	Significación
Conformación	U	U	0,224	NS
Engrasamiento	1+	2-	0,201	**
Ind. Compacidad	2,5	2,4	0,292	NS
Área lomo (cm^2)	57,1	57,2	1,390	NS
Disección 6ª costilla				
Músculo (%)	74,9	76,2	0,437	NS
Grasa subcut. (%)	1,4	2,3	0,140	**
Grasa intermuscular (%)	7,2	9,5	0,345	**
Grasa total (%)	8,6	11,9	0,448	***
Hueso (%)	15,0	10,4	0,435	***
Desecho (%)	1,5	1,5	0,054	NS

Tabla 3. Consumo de alimentos y su coste por ternero cebado de forma extensiva o intensiva.

	Extensivo	Intensivo
Consumo de alimentos		
Pienso sin grasa	97	0
Pienso con grasa	487	1586
Pulpa de remolacha	161	0
Paja de cereal	213	276
Valor alimentos (Euros)	170	361

Valoración: Pienso sin grasa: 0,20 Euros/kg; Pienso con grasa: 0,21 Euros/kg; Pulpa de remolacha: 0,17 Euros/kg; Paja de cereal: 0,10 Euros/kg.
En el sistema extensivo hay que tener en cuenta el coste del abonado de las praderas que fue de 30 Euros/ternero.

DIFERENCIAS EN LOS CRECIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL SEGÚN PRESENCIA DEL GEN DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR

Martínez A., García P., García U., Menéndez J., Castro P., Osoro K.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España).

anmartinez@serida.org

INTRODUCCIÓN

Los programas de mejora genética han estado enfocados hacia la mejora de los crecimientos y la conformación de los terneros, sin embargo ello ha podido también afectar a la composición de la canal. En el caso de la raza Asturiana de los Valles (AV) hay una presencia significativa de animales con el gen de la hipertrofia muscular en heterocigosis o homocigosis. En el presente trabajo se estudia el efecto de la presencia de dicho gen en los crecimientos de los terneros y en las características de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y manejo

El trabajo se desarrolló durante dos años en los que un total de 49 terneros de raza Asturiana de los Valles (AV) con distinto grado de presencia del gen de la hipertrofia muscular (16 libre de gen, 18 en heterocigósis y 15 en homocigósis) y 17 terneros de raza Asturiana de la Montaña (AM) nacidos en invierno-primavera y destetados a principios de octubre fueron sometidos a cebo intensivo (concentrado a libre disposición más paja de cereal) hasta alcanzar un peso vivo al sacrificio en torno a los 550 kg. La composición del concentrado fue de un 84% de harina de cebada, un 10% de torta de soja, un 3% de grasas vegetales y el restante 3% de sales minerales, oligoelementos y vitaminas.

Controles

Genotipo. Previamente al inicio del ensayo se tomaron muestras de sangre de terneros de raza Asturiana de los Valles para determinar el grado de presencia del gen responsable de la hipertrofia muscular mediante la técnica expuesta por Grobet *et al.*, (1997) y distribuirlos en lotes según genotipos.

Pesos. Los terneros se pesaron dos días consecutivos a la semana de haber iniciado el periodo de cebo, cada 6 semanas y previo al sacrificio. También se realizaron pesadas simples intercaladas cada 3 semanas.

Alimento. Se controló diariamente el alimento suministrado.

Canal. En matadero se realizarán valoraciones del engrasamiento y la conformación de la canal siguiendo los criterios de valoración seguidos por la UE (1991), tomando la 6ª costilla

para su posterior disección en músculo, hueso, grasa (subcutánea e intermuscular) y desecho (Oliván *et al,* 2001). Se calculó el índice de compacidad mediante el cociente entre el peso de la canal en kg y la longitud de la canal en cm.

Análisis de datos. Se realizó un análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico SPSS (1989) para el factor genotipo (4 genotipos: 3 AV y 1 AM) siendo las variables dependientes: crecimientos, rendimientos, índices de conversión y conformación, engrasamiento de la canal y composición de la 6ª costilla.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La ganancia diaria de peso vivo de los terneros AM (1,1 kg/día) fueron significativamente ($P<0,05$) menores que las de los homocigotos (1,48 kg/día), de los libres de gen (1,38 kg/día) y de los heterocigotos (1,32 kg/día), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre estos genotipos de la raza AV.

El rendimiento a la canal presenta diferencias significativas entre los distintos genotipos. El mayor rendimiento fue el de los terneros homocigotos (63 %), siendo el de los libres de gen y el de los heterocigotos igual (57 %) y el menor el de los AM (55 %).

Por lo que al consumo de concentrado por kg de ganancia de peso vivo se refiere los homocigotos culones necesitaron 4,9 kg, los libres de gen precisaban 5,6 kg y los heterocigotos 6,0 kg. En los AM se requería el consumo de 6,3 kg por kg de incremento del peso vivo.

La conformación de la canal de los terneros de genotipo culón (E), como es obvio, era significativamente mejor que la de los heterocigotos y normales (H^- y R^+) y a su vez la conformación de las canales AM, fue significativamente menor (R-) que la de estos últimos. Sin embargo en cuanto al nivel de engrasamiento de las canales (2 a 2) no había diferencias entre los tres últimos genotipos, presentando los culones canales con nivel de engrasamiento significativamente menor. Este menor engrasamiento de las canales de culón también se reflejó en la disección de la 6ª costilla, tanto en grasa subcutánea (1,1) como intermuscular (5,0). Entre los normales y heterocigotos no se observaron diferencias en el porcentaje de grasa subcutánea (2,5 vs 2,2), siendo la de los AM (3,3) superior a todos los demás genotipos. En la intermuscular el porcentaje superior fue el de los normales (10,7), seguido del de los AM (10,5) y por último el de los heterocigotos (8,5). El porcentaje de músculo mantiene estrecha correlación con el grado de presencia del gen de la hipertrofia muscular, oscilando desde el 84,4% de los culones, al 75% en normales AV y AM. El área del lomo mantuvo también la misma tendencia que el porcentaje de músculo, siendo de 76 cm^2 en los de genotipo culón y de 53 y 50 cm^2 en los AV normales y AM.

En resumen, el gen de la hipertrofia muscular mejora significativamente las características carniceras y reduce la grasa tanto subcutánea como intermuscular. A diferencia de lo observado en trabajos previos, en éste los culones consiguen mayores ganancias diarias, aunque no significativas, frente a los otros genotipos, y tiene un índice de conversión significativamente mejor.

Tabla 1. Parámetros productivos de terneros con distinta presencia del gen de la hipertrofia muscular en Asturianos de los Valles (AV) y en Asturianos de la Montaña (AM).

	AV					
	Libre Gen	Heterocigoto	Homocigoto	AM	esd	
Pesos (Kg)						
Inicio	240 b	296 a	258 b	226 b	6,5	***
Sacrificio	537 b	565 a	558 ab	508 c	5,2	***
Canal	305 c	324 b	353 a	277 d	4,3	***
Rendimiento canal (%)	57 b	57 b	63 a	55 c	0,4	***
Duración cebo (días)	217 b	202 b	204 b	256 a	4,2	***
Ganancia (Kg/día)	1,38 a	1,32 a	1,48 a	1,11 b	0,032	***
Ind. conv. (Kg conc/Kg pv)	5,6 a	6,0 a	4 9 a	6,3 a	0,14	**

Medias seguidas de distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

Tabla 2. Características de la canal y resultados de la disección de la 6ª costilla en terneros con distinta presencia del gen de la hipertrofia muscular en Asturianos de los Valles (AV) y en Asturianos de la Montaña (AM).

	AV					
	Libre Gen	Heterocigoto	Homocigoto	AM	esd	
Conformación	10,4 b	10,7 b	14,1 a	7,6 c	0,32	***
Engrasamiento	4,3 a	4,7 a	2,1 b	4,9 a	0,19	***
Área lomo (cm^2)	53 c	61 b	76 a	50 c	1,6	***
Índice compacidad	2,4 c	2,5 b	2,8 a	2,2 d	0,03	***
Disección 6ª costilla						
Músculo (%)	75 c	77,3 b	84,4 a	74,7 c	0,562	***
Grasa sub. (%)	2,5 b	2,2 b	1,1 c	3,3 a	0,124	***
Grasa int. (%)	10,7 a	8,5 b	5,0 c	10,5 a	0,362	***
Hueso (%)	10,2 a	10,5 a	8,4 b	9,9 a	0,196	***
Desecho (%)	1,6 a	1,4 a	1,2 b	1,6 a	0,043	***

Medias seguidas de distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GROBET, L., 1997. Nature Genetics. Vol **17**: 71-7.

OLIVÁN, M., MARTÍNEZ, A., GARCÍA, P., NOVAL, G. y OSORO, K., 2001. Estimation of the carcass composition of yearling bulls of "Asturiana de los Valles" breed from the dissection of a rib joint. *Meat Science*, **57**: 185-190.

SPSS, 1989. SPSS for Windows, Release 5.0.1. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

UE, 1991. Reglamento comunitario de clasificación de canales. R. Nº 1026/91.

EFECTO DE LA CASTRACIÓN EN LOS CRECIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN TERNEROS ASTURIANOS DE LOS VALLES NACIDOS EN OTOÑO SOMETIDOS A CEBO INTENSIVO.

Martínez A., García P., García U., Menéndez J., Castro P., Osoro K.
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España).
anmartinez@serida.org

INTRODUCCIÓN

La castración no es una práctica habitual en España, a diferencia de otros países europeos. Se conoce que afecta a los crecimientos y características de la canal y de la carne de los terneros cebados en extensivo. Sin embargo apenas se dispone de información de los efectos en los terneros cebados de forma intensiva, en especial en los nacidos a final del verano.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de la castración en el crecimiento y en las características de la canal de terneros nacidos a final del verano, destetados a principios del verano siguiente, momento en que se castran, y sometidos a cebo intensivo en el post-destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y manejo

Se emplearon un total de 110 terneros (97 enteros y 13 castrados tras el destete) de raza Asturiana de los Valles nacidos a final del verano y destetados a principios del verano siguiente, que fueron sometidos a cebo intensivo con concentrado 84% harina de cebada, 10% torta de soja, 3% grasas vegetales y 3% sales minerales, oligoelementos y vitaminas) a libre disposición más paja de cereal.

Controles

Pesos. Los terneros se pesaron dos días consecutivos a la semana de haber iniciado el periodo del cebo, cada 6 semanas y previo al sacrificio, así como pesadas simples intercaladas cada 3 semanas.

Alimento. Se controló diariamente el alimento suministrado.

Canal. En matadero se realizaron valoraciones del engrasamiento y la conformación de la canal siguiendo los criterios de valoración seguidos por la UE (1991), tomando la 6ª costilla para su posterior disección en músculo, hueso, grasa (subcutánea e intermuscular) y desecho (Oliván *et al*, 2001). Se determinó el índice de compacidad como el cociente entre el peso de canal fría en kg y la longitud de la canal en cm.

Análisis de datos. Se realizó un análisis de varianza para el factor castración y las variables dependientes relativas a las ganancias de peso, índices de conversión, rendimientos,

conformaciones, engrasamientos y componentes en la disección de la 6ª costilla, utilizando el paquete estadístico SPSS (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ganancias de peso vivo medias diarias, fueron significativamente (P<0,01) mayores en los terneros enteros (1,48 kg) que en los castrados (1,20 kg). La relación kg de concentrado consumidos por kg de peso vivo ganados también es más favorable en los terneros enteros (5,8) que en los castrados (6,7) (P<0,01), por lo que el coste de alimentación por kg en los castrados se sitúa en torno al 15% por encima de los enteros. Para ir a pesos de sacrificio similares los castrados, dadas las diferencias de peso, también precisarían 2-3 semanas de cebo.

El rendimiento a la canal fue significativamente (P<0,001) superior en los enteros (58,0) que en los castrados (53,5). El índice de compacidad también fue significativamente (P<0,001) mayor en los terneros enteros (2,36) que en los castrados (1,94).

En las características de la canal no se observaron diferencias significativas ni en la conformación ni en el engrasamiento, si bien los castrados mostraron una tendencia hacia una menor conformación (9,9 vs 9,1) y un mayor nivel de engrasamiento (4,4 vs 4,8). Esta escasa diferencia pudo deberse al significativo menor (P<0,001) peso de canal de los terneros castrados (237 kg) frente a los enteros (302 kg), además de que el periodo de cebo post-castración pudo ser corto para manifestarse las diferencias de forma significativa.

En los terneros castrados el peso de la 6ª costilla (1474 g) y el área del lomo (48 cm^2) era significativamente (P<0,015) menor que en los enteros (1923 g y 58 cm^2 respectivamente).

Sin embargo el porcentaje de músculo era mayor (P<0,05) en los castrados por el menor contenido porcentual en hueso (P<0,001), a pesar de que el peso total del músculo en la costilla fue 270 g superior en los terneros enteros. Los porcentajes de grasa intermuscular y total no fueron significativamente diferentes, aunque el porcentaje de grasa subcutánea resultó ser mayor (P<0,01) a la costilla de los castrados frente a los enteros.

En resumen, la castración en el momento del destete de estos terneros nacidos a final del verano, destetados al principio del verano siguiente, y cebados de forma intensiva, redujo significativamente las ganancias de peso y el rendimiento a la canal, incrementando el índice de conversión, al igual que lo observado en cebo extensivo. Sin embargo, a diferencia, en este caso no se observa una modificación de la composición de la canal incrementando el porcentaje de grasa intermuscular. La menor edad de sacrificio (14 meses) y el periodo relativamente corto entre la castración y el sacrificio, además de las diferencias en peso podrían ser las razones de la ausencia de diferencias claras en la composición de la canal, en

lo que a nivel de engrasamiento se refiere. Aunque bien es cierto que en terneras de la misma raza sacrificadas directamente del pasto a los cinco meses de haber sido castrados con pesos poco más altos (476 kg) sí se observaron diferencias en el porcentaje de grasa intermuscular (Osoro *et al*, 2001).

Tabla 1. Parámetros productivos de terneros enteros o castrados de raza Asturiana de los Valles nacidos en otoño sometidos a cebo intensivo.

	Entero	Castrado	esd	Significación
Pesos (kg):				
Inicio	337	280	5,3	***
Sacrificio	521	444	4,6	***
Canal	302	237	3,2	***
Rendimiento canal (%)	58,0	53,5	0,28	***
Duración del cebo (días)	140	137	4,0	NS
Crecimiento (kg/día)	1,48	1,20	0,031	**
Ind. conversión (kg)	5,8	6,7	0,10	**

Tabla 2. Características de la canal y porcentajes de músculo, grasa y hueso resultante de la disección de la 6ª costilla de terneros enteros o castrados de raza Asturiana de los Valles nacidos en otoño y sometidos a cebo intensivo.

	Entero	Castrado	esd	Significación
Conformación	9,9	9,1	0,29	NS
Engrasamiento	4,4	4,9	0,25	NS
Ind. compacidad	2,4	1,9	0,04	***
Peso 6ª costilla (g)	1923	1474	63,7	***
Área lomo (cm^2)	58	48	1,9	**
Disección 6ª costilla:				
Músculo (%)	70,3	73,5	0,75	*
Grasa subcut. (%)	2,1	3,2	0,18	**
Grasa intermuscular (%)	10,7	10,8	0,43	NS
Grasa total (%)	12,8	14	0,56	NS
Hueso (%)	15,7	10,5	0,56	***
Desecho (%)	1,1	2	0,1	***

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVÁN, M., MARTÍNEZ, A., GARCÍA, P., NOVAL, G., OSORO, K., 2001. Estimation of the carcass composition of yearling bulls of "Asturiana de los Valles" breed from the dissection of a rib joint. *Meat Science*, **57**: 185-190.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., GARCÍA, M.J., OLIVÁN, M. y CASTRO, P., 2001. Efecto de la raza, la castración y el acabado en los crecimientos, características de la canal y calidad sensorial de la carne de añojos cebados en pastoreo. *ITEA*. Vol. Extra, **22**, nº 2. 535-537.

SPSS, 1989. SPSS for Windows, Release 5.0.1. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

UE, 1991. Reglamento comunitario de clasificación de canales. R. Nº 1026/91.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 64-66

ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE VACUNO Y DEL VALOR COMERCIAL DE LA CANAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ULTRASONIDOS.

INDURAIN G., GOÑI M. V., SARRIES M. V., INSAUSTI K., ESQUIROZ M., ALFONSO L., BERIAIN M. A., PURROY A.
Escuela Técnico Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadia. 31006-Pamplona

INTRODUCCIÓN

La estimación del despiece de la canal vacuna, así como la determinación de la composición química de ésta, son dos importantes objetivos en los campos de la producción animal y de los productos cárnicos. En este sentido, durante los últimos treinta años la tecnología de ultrasonidos se ha revelado como una de las herramientas más útiles para alcanzar estos objetivos, por un lado mediante la estimación del grado de veteado (Whittaker *et al.,* 1992) por su influencia sobre la palatabilidad de la carne de vacuno (Jeremiah, 1996), y por otro, para la estimación del espesor de la grasa dorsal y del área del *longuissimus dorsi* (May *et al.,* 2000), por su relación con el despiece de la canal.

La mayoría de los autores que han estudiado la utilidad de la técnica sonográfica para la estimación de distintas propiedades de la canal y de la carne, han utilizado razas y sistemas de producción distintos a los españoles. El objetivo del presente trabajo es estudiar la aplicación de esta tecnología en animales de raza Pirenaica criados en Navarra según el sistema tradicional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 40 terneros tipo añojo de raza Pirenaica procedentes de 3 explotaciones de Navarra. Todos los terneros permanecieron con la madre hasta el momento del destete, para a continuación ser alimentados con pienso concentrado y paja, ambos *ad libitum.* El sacrificio de los animales se llevó a cabo en el matadero homologado (64/433/CE) *La Protectora* en Pamplona. Se tomo el peso de la canal oreada y las canales fueron clasificadas según su estado de conformación y grado de engrasamiento por el sistema SEUROP (CEE 1208/81). Al final de la cadena de sacrificio, las canales fueron escaneadas en distintos puntos de la canal (Sonovet 600V, sonda 3,5 Mhz/120 mm, gel eco-conducente Echoultragel). A las 24 horas *post-mortem* se midió el espesor de la grasa dorsal (EGD) a la altura de la 6ª costilla (EGD) y se realizó el despiece comercial de la canal, teniéndose en cuenta para este trabajo los cortes que forman la bola y la espalda por ser las partes de mayor valor comercial. Además, se extrajo el músculo *longuissimus dorsi* a la altura de la costilla 6ª, obteniéndose un filete de 1,5 cm de espesor utilizado para medir el área del *longuissimus dorsi* (área ld) y el veteado por medio de la técnica de análisis de imagen (software Optimas 6.5 (Media Cybenetics) cámara C-Mount (3-CCD), cámara de vídeo a color KY-F55 BE (JVC), objetivo de 28 mm (Cosina)). En otro filete adyacente se analizó la composición química (ISO R-936 cenizas, ISO R-1443 grasa intramuscular, ISO R-937 proteína). Las ecografías obtenidas de la canal fueron evaluadas con el software Optimas 6.5 y en ellas se midió el nivel de gris en el *longuissimus dorsi* de las imágenes tomadas a la altura de la 4ª vértebra dorsal (G4), la 12ª torácica (G12) y la 3ª lumbar (G3), y la profundidad del músculo *longusisimus dorsi* en las ecografías tomadas en la 4ª vértebra dorsal (P4) y la 12ª torácica (P12). El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS10.0. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y

Sperman entre variables según casos. También se calcularon las ecuaciones de regresión lineal para predecir el despiece, el veteado y la composición química, utilizándose dos modelos que incluyen las siguientes variables:

A: peso canal oreada, espesor de grasa dorsal y área del músculo *longuissimus dorsi*

B: peso canal oreada, espesor de grasa dorsal, área del músculo *longuissimus dorsi* y las medidas ultrasonográficas de profundidad de músculo y nivel de gris.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los estadísticos de las variables descriptoras de la calidad de la canal y de la carne. En la tabla 2 se muestran los coeficientes de correlación de las variables veteado y composición química (que se han elegido como indicadoras de la calidad sensorial de la canal) y de las partes de la canal de mayor valor económico, con aquellas variables tomadas directamente de la canal o con el ecógrafo. Estas últimas se utilizarían como predictoras de las anteriores.

Tabla1: Medias y desviación típica (SD) de variables descriptoras de la calidad de la canal y de la carne.

	N	media	SD
Peso canal (kg)	40	333,92	36,23
área ld (cm^2)	40	81,53	15,19
EGD (cm)	36	0,30	0,17
veteado (%)	26	3,51	1,29
bola (kg)	26	44,24	7,82
espalda (kg)	40	23,70	3,73
grasa intramuscular (%)	40	1,66	0,82
proteína (%)	40	22,27	1,23
cenizas (%)	40	1,27	0,22

Tabla 2: Coeficientes de correlación entre el veteado, el peso de la bola y de la espalda y el análisis químico, y distintas variables predictoras

	veteado	bola (kg)	espalda (kg)	grasa intramuscular (%)	proteína (%)	cenizas (%)
Peso canal (kg)	-0,16	0,63**	0,67**	-0,03	0,09	0,15
área ld (cm^2)	-0,28*	-0,05	-0,28	0,22	0,21	0,26
EGD (cm)	0,13	0,03	0,47*	0,63**	0,23	0,06
engrasamiento	0,31*	0,09	0,35	0,35*	-0,02	0,29
conformación	0,10	0,21	0,31	0,15	0,07	0,26
P4	-0,14	0,02	0,06	-0,23	-0,04	0,13
P12	0,01	0,38*	0,56**	-0,10	0,08	-0,04
G4	0,39*	-0,29	-0,15	0,06	-0,24	0,26
G12	0,63**	-0,53**	-0,22	0,19	-0,26	-0,05
G3	0,17	-0,19	0,13	0.28	0,15	0,14

*:$p \leq 0,05$; **:$p \leq 0,01$

De las variables que son utilizadas en la actualidad para la valoración de las canales bovinas (SEUROP), la nota de conformación no presentó coeficientes de correlación significativos ni con el veteado, ni con el despiece, ni con el análisis químico (tabla 2). Por el contrario, las medidas obtenidas de las ecografías en distintos puntos del animal sí mostraron correlaciones significativas tanto con el despiece comercial, como con el veteado. Los coeficientes más elevados fueron encontrados en las ecografías obtenidas a la altura de la costilla 12. Estos coeficientes entre las medidas realizadas con el ecógrafo y el peso de las piezas de mayor valor económico son similares a los encontrados por Blanco *et al.* (2001) en localizaciones similares en el caso de la 12ª vértebra torácica (0,3-0,5). En el caso del veteado y el porcentaje de grasa intramuscular, las medidas de ultrasonidos alcanzaron coeficientes de correlación con el veteado algo inferiores a los descritos por Herring *et al.* (1998) (0,2-0,7), mientras que en el caso de la grasa extraída por métodos químicos el coeficiente mayor es de 0,2, que es el más bajo de los coeficientes encontrados por estos autores. Estos bajos coeficientes de correlación podrían explicarse por el rango de engrasamiento de los animales del presente estudio respecto a los utilizados en otros estudios, tal como indican Renand y Fisher (1997). Las proporciones de variabilidad explicada (R^2) por los dos modelos lineales utilizados fueron los que se indican en la tabla 3, siendo mayores en el modelo B. De los resultados obtenidos, podemos concluir que la tecnología de ultrasonidos es relativamente adecuada para la estimación de la palatabilidad de la carne de vacuno y del despiece comercial de la canal, aunque sería necesario profundizar en la estimación de la composición química de la carne.

Tabla 3. R^2 ajustada de los modelos utilizados en la estimación del veteado,el despiece de la canal y la composición química de la carne

	veteado	bola (kg)	espalda (kg)	grasa im (%)	proteína (%)	cenizas (%)
modelo A	0,15	0,45	0,61	0,37	0,02	0,03
modelo B	0,69	0,84	0,71	0,57	0,27	0,09

REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS

-Blanco Roa N. e., Santa-Martina J., Hetenyl L., Demo P., Huba J., Polak P., Sloniewski K., 2001. Utilización de la ultrasonografía en la predicción in vivo de la canal de ganado bovino. ITEA IX Jornadas sobre Producción Animal, 22(2), 541-543.

-Herring W. O., Kriese L. A., Bertrand J. K., Crouch J., 1998. Comparison of four ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. J. Anim. Sci., 76, 364-370.

-Jeremiah L. E., 1996. The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef. Food Res. Int., 29 (5-6), 513-520.

-May S. G., Miles W. L., Edwards J. W., Harris J. J., Morgan J. B., Garret R. P., Williams F. L., Wise J. W., Cross H. R., Savell J. W., 2000. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. J. Anim. Sci., 78(5), 1255-1261.

-Renand G., Fisher A. V., 1997. Comparison of methods for estimating carcass fat content of young charolais bulls in performance testing station. Livest. Prod. Sci., 51, 205-213.

-Whittaker A. D., Park B., Thane B. R., Miller R. K., Savell J. W., 1992. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. J. Anim. Sci., 70, 942-952.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS INSTRUMENTAL Y LA ESPECTROSCOPÍA EN EL INFRARROJO CERCANO PARA IDENTIFICAR LA RAZA DE ORIGEN DE LA CARNE

Oliván M.[1], Martínez-Cerezo S.[2], de la Roza B.[1], Osoro K.[1], Alberti P.[3], Mocha M.[1], Martínez M.J. [1], Panea B.[2], Olleta J.L.[2], Sañudo C.[2],
[1]S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias. E-mail: mcolivan@serida.org
[2] Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza
[3] SIA. Avda Montañana 930, 5016 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La situación actual del mercado agroalimentario, en particular en el caso de la carne de vacuno, avanza de forma imparable hacia el desarrollo de marcas de calidad que pretenden garantizar la calidad y homogeneidad de los productos en base a su lugar de origen, raza, edad y/o sistema productivo.

En este contexto se precisa el desarrollo de métodos que permitan asegurar la "trazabilidad" o "rastreabilidad" del producto desde el origen hasta el consumidor. Se ha estudiado la utilidad de la metodología NIRS para determinar la composición química de la carne e incluso su textura y calidad sensorial. En este estudio se propone analizar la capacidad de la espectroscopía por transmitancia en el infrarrojo cercano (NIT) para identificar la raza de origen de la carne picada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron muestras de carne del músculo *Longissimus thoracis* de un total de 92 terneros añojos: 34 de las raza Asturiana de los Valles (AV), 35 de la raza Asturiana de la Montaña (AM) y 23 de la Pirenaica (PI). Los terneros fueron manejados en cebo intensivo y sacrificados con un peso vivo de 500 a 550 kg. Las variables analizadas fueron: pH a las 24 h *post-mortem* sobre la canal, a nivel de la 5ª vértebra lumbar; contenido de humedad (ISO 1442-1973), grasa intramuscular (ISO 1443-1973) y mioglobina (Hornsey, 1956) a nivel de la 6ª costilla a los 7 días *post-mortem* y textura instrumental (carga máxima por célula de corte Warner-Bratzler (WB), estrés máximo y dureza) medida en un equipo Instron sobre un filete extraído de la 8ª costilla y madurado durante 7 días.

Para el análisis NIT se recogieron, por duplicado, los espectros de la carne destinada al analisis químico (6ª costilla, 7 días *post-mortem*). Se registraron los espectros como log 1/T, siendo T la medida de la transmitancia, en un equipo Feed Analyzer 1265 de Infratec Foss-Tecator, con un rango de lectura entre 850 y 1050 nm, a intervalos de 2 nm. Tras promediar los espectros de cada muestra, se centró la población y se aplicó un análisis discriminante (PLS) de las variables espectrales y físico-químicas mediante el software WinISI II (v. 1,02). Dicho análisis se realizó sobre el espectro bruto (None 0,0,1) o tras aplicar la corrección "Standard normal variate and detrend" (Barnes et al., 1989), con la 2ª derivada espectral y 4 puntos espectrales para los segmentos y espacios intersectales (SNVD 2,4,4). Como opciones para la separación de grupos se utilizaron 8 factores y 4 grupos de validación cruzada.

Se aplicó un análisis de varianza (comparación de medias, test de Scheffé) para estudiar las diferencias existentes entre las razas en cuanto a la composición química y textura de la carne. Se utilizó un análisis discriminante, basado en la distancia de Mahalanobis, con el fin de evaluar qué variables físico-químicas permiten clasificar correctamente cada muestra de carne en su grupo racial. Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La raza AM presentó un pH 24h significativamente inferior ($p<0,05$) y un contenido de grasa intramuscular y de mioglobina significativamente superior

($p<0,05$) a las otras dos razas (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con la información existente sobre las características de la carne de estas razas. Las razas AV y PI destacan por su aptitud cárnica, elevada nota de conformación, bajo engrasamiento de la canal y elevado rendimiento cárnico (Alberti et al., 1997; Osoro et al., 2001; Piedrafita et al., 2003). En cambio, la raza AM, de menor formato, se caracteriza por un elevado engrasamiento de la canal (Martínez et al., 1999a; b; Piedrafita et al., 2003) y una carne más roja, con mayor contenido de pigmentos hemínicos y con más grasa intramuscular (Oliván et al., 2001).

La carne de la raza PI presentó menor humedad que la de las razas asturianas (75,1 *vs* 75,9, $p<0,05$), aunque esto pudo deberse al diferente manejo de las muestras (en las razas AV y AM se picó la carne en fresco y posteriormente se conservó a −20°C, sin embargo la carne de la raza PI se picó tras haber sufrido el filete el proceso de congelación y descongelación).

Tabla 1. Composición química y textura de la carne de las razas estudiadas.

	RAZAS		
	AV	**AM**	**PI**
N° muestras	34	35	23
pH 24h	5,62 a	5,43 b	5,61 a
Humedad (%)	75,89 a	75,94 a	75,11 b
Grasa (% respecto a materia fresca)	1,27 b	1,88 a	1,23 b
Mioglobina (mg/kg)	3,72 b	5,14 a	3,67 b
Carga máxima WB (kg)	5,11	4,78	5,52
Estrés máximo (kg/cm^2)	4,67 b	4,43 b	5,18 a
Dureza (kg/cm^2)	2,17	2,27	2,05

Medias seguidas por distinta letra dentro de cada fila difieren significativamente ($p<0,05$)

En cuanto a la textura, no se observaron diferencias significativas entre las razas respecto a la carga máxima de cizallamiento (WB) ni la dureza, aunque la raza PI presentó mayor estrés máximo al corte por unidad de superficie ($p<0,05$).

El análisis discriminante de los resultados analíticos de laboratorio demostró que la composición química de la carne (humedad, grasa intramuscular y mioglobina) permitía clasificar un 73,9% de las muestras en su grupo racial (Tabla 2), siendo la concentración de mioglobina la variable con mayor peso en la discriminación.

Tabla 2. Número de muestras y porcentaje (entre paréntesis) clasificado en cada raza (en filas) según las variables analíticas utilizadas.

		Composición química : humedad, grasa, mioglobina			**Composición química + pH**			**Composición química + pH + textura**		
Raza	**N**	**AV**	**AM**	**PI**	**AV**	**AM**	**PI**	**AV**	**AM**	**PI**
AV	34	21 **(61,8)**	4 (11,8)	9 (26,5)	21 **(61,8)**	4 (11,8)	9 (26,5)	28 **(82,4)**	2 (5,9)	4 (11,8)
AM	35	6 (17,1)	29 **(82,9)**	0 (0,0)	0 (0,0)	35 **(100)**	0 (0,0)	1 (2,9)	34 **(97,1)**	0 (0,0)
PI	23	3 (13,0)	2 (8,7)	18 **(78,3)**	5 (21,7)	1 (4,3)	17 **(73,9)**	4 (17,4)	0 (0,0)	19 **(82,6)**

AV: Asturiana de los Valles, AM: Asturiana de la Montaña, PI: Pirenaica

Cuando se tuvo en cuenta el pH 24 h además de la composición química, se clasificaron correctamente el 100% de las muestras de la raza AM. Al introducir en el análisis discriminante todas las variables (composición química, pH y textura) mejoró el porcentaje de muestras bien clasificadas en las razas AV y PI, clasificándose correctamente un 88% de casos, aunque una muestra de la raza AM quedó clasificada como AV.

En cuanto a la clasificación de la carne basada en el análisis quimiométrico de los datos espectrales NIT, el espectro bruto (None 0,0,1) permitió clasificar adecuadamente en su grupo racial un 85,9% de las muestras (Tabla 3), alcanzándose el porcentaje más alto de aciertos en la raza Pirenaica (91,3%).

Tabla 3. Número de muestras y porcentaje (entre paréntesis) clasificado en cada raza (en filas) por análisis quimiométrico y espectral NIT, según el tratamiento aplicado

Tratamiento		None 0,0,1			SNVD 2,4,4		
Raza	N	AV	AM	PI	AV	AM	PI
AV	34	29 **(85,3)**	3 (8,8)	2 (5,9)	27 **(79,4)**	6 (17,7)	1 (2,9)
AM	35	6 (17,1)	29 **(82,9)**	0 (0,0)	8 (22,9)	27 **(77,1)**	0 (0,0)
PI	23	2 (8,7)	0 (0,0)	21 **(91,3)**	0 (0,0)	0 (0,0)	23 **(100)**

AV: Asturiana de los Valles, AM: Asturiana de la Montaña, PI: Pirenaica

La aplicación de la corrección SNVD y la 2ª derivada al espectro NIT (SNVD 2,4,4) permitió clasificar con total precisión todas las muestras de la raza PI (100%) sin embargo se redujo el poder de discriminación entre las razas asturianas. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de la segunda derivada y el pretratamiento SNVD permiten obtener mejores calibraciones de predicción de la composición de la carne (Oliván et al., 2002) y mejoran la diferenciación de especies animales (pollo, ternera, canguro) en la carne picada (Ding y Xu 1999; Ding et al., 1999) ya que se corrige la posible dispersión de la radiación debido a fenómenos físicos como la textura, el tamaño y la geometría de las partículas de la muestra. Esta podría ser la causa de que incremente el poder de discriminación de la raza PI, que fue la carne que sufrió un manejo diferente previo al picado. Sin embargo, la observación de los espectros muestra que la aplicación del tratamiento SNVD 2,4,4 atenuó las diferencias existentes entre las poblaciones, lo cual pudo ocasionar una menor discriminación entre las razas asturianas.

La metodología NIT permitió una mejor discriminación de la carne de la raza PI que todos los valores analíticos conocidos sobre su composición. Esto podría indicar que el espectro NIT aporta información más completa sobre la composición de la carne que permite distinguir la raza PI de las dos razas asturianas, como podría ser el contenido en colágeno y su solubilidad, la composición de ácidos grasos o el nivel de oxidación de lípidos y pigmentos (Windham y Morrison 1998; Garrido et al., 2002; Mitsumoto et al., 2002). En cambio, el mayor nivel de discriminación entre las razas AV y AM se consiguió al incluir en el análisis la medida de pH registrada en la canal a las 24 h *post-mortem*, mientras que el espectro NIT recogido a los 7 días de maduración no permitió una discriminación tan clara, posiblemente por no reflejar con una precisión adecuada el pH de la carne (Mitsumoto et al., 1991).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberti P., Sañudo C., Campo M.M., Franco J., Lahoz F., Olleta J.L. 1997. ITEA Vol 18: 745-747.

Barnes R.J., Dhanoa M.S., Lister S.J. 1989. Appl. Spectrosc. 43: 772-777.

Ding H.B., Xu R.J. 1999. J. Food Sci. 64 (5): 814-817.

Ding H.B., Xu R.J., Chan D.K. 1999. J. Sci. Food Agric. 79: 1382-1388.

Garrido, Pérez-Marín, Gómez, Guerrero, de Paz, Delgado. 2002. 10th Int. Conf. NIRS. pp: 313-317.

Hornsey H.C. 1956. J. Sci. Food Agric. 7: 534-540.

Martínez A., García J., Noval G., de Diego V., Castro P., Osoro K. 1999a. ITEA Vol 20: 26-28.

Martínez A., García J., Noval G., de Diego V., Castro P., Osoro K. 1999b. ITEA Vol 20: 95-97.

Mitsumoto M., Maeda S., Mitsuhashi T., Ozawa S., 1991. J. Food Sci. 56: 1493-1496.

Mitsumoto M., Sasaki K., Murakami H., Ozutsumi K. 2002. 10th Int. Conf. NIRS. pp: 213-216.

Oliván M., Mocha M., Martínez M.J., Montes A., García P., Martínez A., Osoro K. 2001. ITEA Vol 22: 538-540.

Oliván M., de la Roza B., Mocha M., Martínez M.J. 2002. 10th Int. Conf. NIRS. Korea, pp: 197-202.

Osoro K., Martínez A., García M.J., Oliván M., Castro P. 2001. ITEA Vol 22: 535-537.

Piedrafita et al. 2003. Livestock Production Science 80 (en prensa).

SPSS 1994. Advanced Statistics 6.1 SPSS for Windows. Inc. Chicago, IL 60611, USA.

Windham W., Morrison W.H. 1998. J. Near Infrared Spectroscopy 6: 229-234.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 70-72

CARACTERIZACIÓN DE SIETE RAZAS BOVINAS ESPAÑOLAS POR ANÁLISIS MULTIVARIANTE A PARTIR DE MEDIDAS DE ANÁLISIS QUÍMICO, INSTRUMENTAL, SENSORIAL Y DESARROLLO DEL TEJIDO GRASO

Albertí P[1]., Sañudo C[2]., Mendizabal J.A[3]., Ripoll G[1]., Olleta J.L[2]., Panea B[2]., Alzón, M[3]., Indurain, G[3].
[1]Servicio de Investigación Agroalimentaria, Avda. Montañana, 930, 50016 Zaragoza. palberti@aragob.es
[2]Facultad de Veterinaria, C/ Miguel Servet, 176, 50013 Zaragoza. csanudo@posta.unizar.es
[3]Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía, 31006 Pamplona. jamendi@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

Con el fin de definir la calidad de la carne se pueden realizar análisis físicos, químicos o sensoriales de la misma, de tal manera que cada uno de ellos nos describe una determinada propiedad, aunque a veces es difícil obtener una visión de conjunto, e incluso a algunos resultados pueden parecer contradictorios. La aplicación del análisis de componentes principales a mútiples medidas analíticas de calidad de la carne permitió caracterizar varias razas bovinas europeas e incluso discriminar animales hipertróficos (Destefanis *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad de la carne de siete razas bovinas faenadas a dos pesos comerciales, mediante análisis de componentes principales a partir de medidas analíticas, sensoriales y de desarrollo del tejido graso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 158 canales, 82 pertenecientes a la categoría comercial "*Ternero*" y 76 de "*Añojo pesado*" de terneros de siete razas: Asturiana de los Valles (**AS**), Avileña (**AV**), Morucha (**MO**), Parda (**PA**), Pirenaica (**PI**), Retinta (**RE**) y Rubia Gallega (**RG**). Los terneros habían sido cebados con pienso y fueron sacrificados al alcanzar el peso establecido por categoría comercial. Para la categoría comercial "*Ternero*" los animales fueron sacrificados al alcanzar un peso medio de 300 a 350 kg y 550 kg para "*Añojo pesado*".

Tras el sacrificio del animal y posterior oreo de la canal (24 h), se extrajo el *longissimus dorsi* de la canal izquierda, y se tomaron muestras de grasa para la determinación del diámetro (D) de los adipocitos de los depósitos grasos omental (OM), pelvicorrenal (PR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM), y número (N), de adipocitos en los depósitos OM y PR, siguiendo la metodología de Mendizabal *et al.* (1999).

El pH se midió con un pHmetro Crisson con electrodo de penetración 24h *postmortem*. La medida del color del músculo se hizo a las 24 h del corte a nivel de la 10ª costilla mediante un espectrocolorímetro Minolta CM-2002. Para la determinación del color de la grasa subcutánea se realizaron tres lecturas de la región dorso lumbar, a las 24 h del sacrificio con un colorímetro CR-200b. Se utilizó el sistema de coordenadas de color CIE (1976), con sus valores de L* (claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo) y se calculó la saturación y el tono (Hue).

El análisis sensorial se llevó a cabo mediante un panel de once catadores entrenados utilizando una escala de 10 puntos, determinándose la intensidad del olor (Intolo), terneza (Terz), jugosidad (Jug), intensidad del flavor, calidad del flavor y apreciación global (Apglo). La determinación de materia seca (MS), proteína (N), grasa, cenizas (CENZ), colágeno y el colágeno soluble. El análisis de textura se

realizó por medio de un INSTRON serie 4301 dotado de una célula Warner-Bratzler en carne con siete días de maduración sobre carne cocinada a "baño María" durante 45 minutos a 75 °C. De la muestra cocinada se cortaron un mínimo de 8 paralepípedos de 3 cm de longitud siguiendo el eje paralelo a las fibras musculares, 1 cm de ancho y 1 cm de alto. El corte de la cizalla se realizó de forma perpendicular a la dirección de fibras musculares, determinándose la Carga máxima, kg (CMx), el Esfuerzo máximo, kg/cm^2, (EMx) la Deformación máxima, mm/mm (DMx), Carga en el límite elástico o *Yield*, kg y la Dureza, kg/cm^2 (Dur). Se determinó la concentración de pigmentos hemínicos del músculo por el método de Hornsey (Hor).

La capacidad de retención de agua (CRA) se realizó por medio del método de presión de Grau y Hamm.

Para el tratamiento estadístico de los datos se realizó un análisis discriminante previo, y con las variables seleccionadas se realizó un análisis multivariante por componentes principales utilizando el paquete SAS v. 8.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 32 variables iniciales el análisis discriminante seleccionó 14 en la categoría *Ternero* (DIM, DPR, NOM, MS, N, CENZ, PH24, TERZ, APRGLOB, INTFLAV, INTOLO, YIELD, DMx, DUR) y 10 en la categoría *Añojo Pesado* (NOM, DOM, MS, CRA, HOR, HUEG, HUEM, JUG, DUR, INTFLAV).

El análisis de componentes principales mostró que al sacrificar los animales a peso ligero, la varianza observada a partir de las variables seleccionadas quedó explicada en un 62 %. El primer factor explicó el 44% de la varianza y recogió las variables de textura, relacionadas positivamente, tales como Deformación (DEF), Dureza (DUR) y Carga en el límite elástico (YIELD).

Figura 1. Representación de 7 razas bovinas faenadas a categoría *Ternero*.

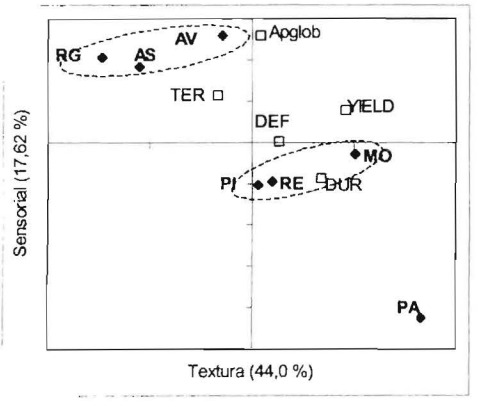
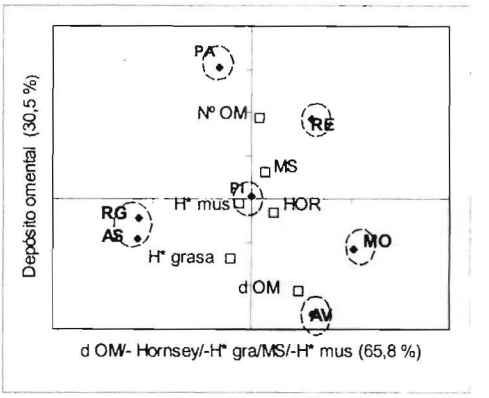


Figura 2. Representación de 7 razas bovinas faenadas a categoría *Añojo pesado*.



El segundo factor, que explicó el 17,6% de la varianza, reunió con mayor correlación positiva las variables del análisis sensorial Apreciación global (APGLO) y Terneza (TER) y además el diámetro de los adipocitos intermusculares. Las carnes de las razas RG, AS y AV quedan agrupadas en un cuadrante de carnes con buena

calificación en el análisis sensorial y bajos valores de Textura. En el cuadrante opuesto, quedan el resto de razas, quedando PA aislada con notas bajas en la cata y valores altos de textura.

Cuando los animales se sacrificaron en la categoría *Añojo pesado*, la varianza observada quedó explicada en un 96% por las variables analizadas. El primer factor que explicó el 65,8 % de la varianza, agrupó las siguientes variables relacionadas positivamente, el diámetro de los adipocitos del depósito omental, la concentración de pigmentos hemínicos en el músculo y la materia seca de la carne y relacionadas negativamente, el tono de la grasa subcutánea y el tono del músculo a las 24 h.
El segundo factor, que explicó el 30,5% de la varianza, agrupó negativamente el diámetro y positivamente el número de los adipocitos en el depósito omental.

A este peso toman mayor importancia las variables relacionadas con la grasa. RG y AS quedaron separadas por el primer factor ya que son carnes pálidas con grasa que tiene valores altos de tono y con pocos depósitos grasos. En el otro extremo AV y MO se caracterizaron como carnes rojas con celulas adiposas hipertrofiadas. En otros cuadrantes RE de carne roja y PA con carne no tan roja y ambas con mucha grasa omental debido más al gran número de células que no tanto a su tamaño. La raza PI se caracterizó por sus características intermedias entre las otras razas.

Al comparar los resultados del análisis multivariante de la carne a las dos categorías comerciales se aprecia que en la carne de ternero, las diferencias vienen dadas por la textura instrumental y la terneza. Sin embargo, con el aumento de peso, las características de la carne ligadas a la textura instrumental y terneza sensorial pierden importancia, posiblemente debido a que los animales de mayor edad poseen un sistema enzimático más potente que durante la maduración de la carne homogeniza las diferencias de textura.
Por otro lado, con el incremento de peso, los animales tienden a depositar más grasa y menos músculo proporcionalmente, de forma que las diferencias entre razas de Añojo pesado vienen dadas por variables relacionadas con al desarrollo del tejido adiposo, condicionada por su precocidad de desarrollo corporal.
Entre los 300 y 550 kg de peso vivo se evidenciaron importantes diferencias entre las razas estudiadas en el desarrollo del tejido adiposo, debido principalmente a la hipertrofia de los adipocitos, como consecuencia de la mayor actividad de las enzimas lipogénicas Este proceso fue más acusado en los depósitos omental y pelvicorrenal que en el subcutáneo e intermuscular (Indurain, 2002).

Agradecimientos: Este trabajo pertenece al proyecto SC-97-019 financiado por el INIA.

BIBLIOGRAFÍA

Indurain G., 2002. Evolución del tamaño y del número de adipocitos de diferentes depósitos grasos en terneros de razas autóctonas españolas sacrificadas a diferentes pesos. Tesis Master CIHEAM 138 págs.
Destefanis G., Barge M.T., Brugiapaglia A., Tassone S. 2000. The use of principal components analysis (PCA) to characterize beef. Meat Science, 56, 255-259.
Mendizabal J.A., Albertí P., Eguinoa P., Arana A., Soret B., Purroy A. 1999.
Adipocyte size and lipogenic enzyme activities in different adipose tissue depots in steers of local Spanish breeds. Animal Science. 69, 115-121.

COLOR DEL MÚSCULO Y DE LA GRASA SUBCUTÁNEA DE CANALES BOVINAS DE SIETE RAZAS FAENADAS A TRES PESOS DIFERENTES

Albertí, P[1]., Ripoll, G[1]., Sañudo, C[2]., Olleta, J.L[2]., Panea, B[2]., Lahoz, F[1].
[1] Servicio de Investigación Agroalimentaria, Avda. Montañana, 930, 50.016 Zaragoza palberti@aragob.es
[2] Facultad de Veterinaria, C/Miguel Servet, 176, 50.013 Zaragoza csanudo@posta.unizar.es

INTRODUCCIÓN

El color de la carne, englobando el color del músculo y de la grasa, es uno de los factores más determinantes para el consumidor a la hora de la compra. La elección de una pieza se hará en función de las expectativas del consumidor, que asocia el aspecto de la carne con la calidad sensorial. En los sistemas de cebo intensivo con pienso, serán la raza y el peso de sacrificio los factores determinantes del color del músculo y la grasa, salvo en caso de animales estresados o que han recibido aditivos, ya que entonces se afectará la coloración del músculo.

El objetivo de este trabajo fue clasificar el color del músculo y de la grasa de siete razas bovinas sacrificadas en las categorías comerciales "*Ternero*", "*Añojo*" y "*Añojo pesado*".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 277 canales, 82 pertenecientes a la categoría comercial "Ternero", 119 de "Añojo", y 76 de "Añojo pesado" de terneros de siete razas: Asturiana de los Valles (**AS**), Avileña (**AV**), Morucha (**MO**), Parda (**PA**), Pirenaica (**PI**), Retinta (**RE**) y Rubia Gallega (**RG**). Los terneros habían sido cebados con pienso y fueron sacrificados al alcanzar el peso establecido por categoría comercial. Para la categoría comercial "*Ternero*", los animales fueron sacrificados al alcanzar un peso entre 300 y 350 kg, los de categoría "*Añojo*" al alcanzar 460 kg, y 550 kg para "*Añojo pesado*".

Tras el sacrificio del animal y posterior oreo de la canal (24 h), se extrajo la 10ª costilla de la media canal izquierda. La medida del color del músculo se hizo en el momento del corte, a los 15 minutos, a las 4, 24 y 48 h, así como a los 6, 9 y 13 días del corte mediante un espectrocolorímetro Minolta CM-2002. En este trabajo estudiaremos el color a las 24 h del corte puesto que entre 24 y 48 h el músculo alcanza su punto máximo de color por efecto de la oxidación de la mioglobina. Para la determinación del color de la grasa subcutánea se realizaron tres lecturas de la región dorso lumbar, a las 24 h del sacrificio con un colorímetro CR-200b.

Se utilizó el sistema de coordenadas de color CIE (1976), con sus valores de L* (luminosidad o claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo), calculándose el croma $C^*=((a^*)^2+(b^*)^2)^{0.5}$ y el tono como H*=arcotan (b*/a*)x57,29 (Albertí, 2000).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete SAS v. 8.1 analizando los parámetros de color en función del efecto año, raza y peso o categoría y sus interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

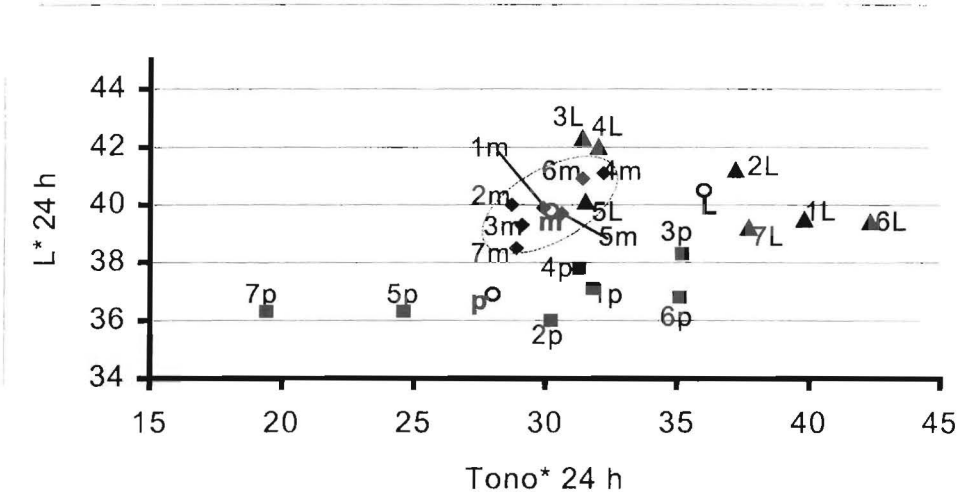
-Color del músculo:

Los efectos de la categoría y de la raza fueron significativos para L*, a*, b*, C* y H*. Se dieron interacciones significativas entre raza y categoría para b* y H*. En la Figura 1, se representa L* y el H* ya que este último engloba a a* y b* y permite una representación bidimensional más sencilla de interpretar. La carne de Ternero (L) presentó mayor luminosidad (40,5) y tono amarillento (36,0), la carne de Añojo

pesado (p) fue la de menor luminosidad (36,9) y de tono rojizo (28,0), mientras que la carne de Añojo (m) tuvo valores intermedios entre ambas categorías.
Al representar los valores de cada raza y su categoría, se observa como el color del músculo de *Añojo pesado* de las siete razas quedan diferenciados de *Ternero* y *Añojo*, quedando agrupados en la zona inferior de la gráfica. Los valores de claridad variaron entre 36 y 38 mientras que el tono varió entre RG, PA, AS, PI y AV con valores superiores a 30, mientras que MO y RE tuvieron valores menores a 25.
La carne de *Añojo* se caracterizó por tener valores de luminosidad y tono intermedios, quedando agrupadas todas las razas en una zona central, con pequeñas diferencias en claridad entre razas.
La carne de *Ternero* quedó en una zona de mayores valores de luminosidad o de tono, siendo el tono la variable que originó diferencias significativas entre razas. La carne de RG, AS, MO y AV de tono más amarillento se diferenció de la carne más roja y con tendencia a mayor claridad en el caso de PI, RE y PA.

Las carnes de las razas MO y RE fueron las más rojas a los tres pesos estudiados.

Figura 1. Color de músculo *longissimus dorsi* a 24 h del corte en función de la claridad (L*) y del Tono, de siete razas bovinas faenadas a tres pesos.



1=AS, 2=AV,3=PA,4=PI,5=RE,6=RG,7=MO; L=*Ternero*, m=*Añojo*, p=*Añojo pesado*

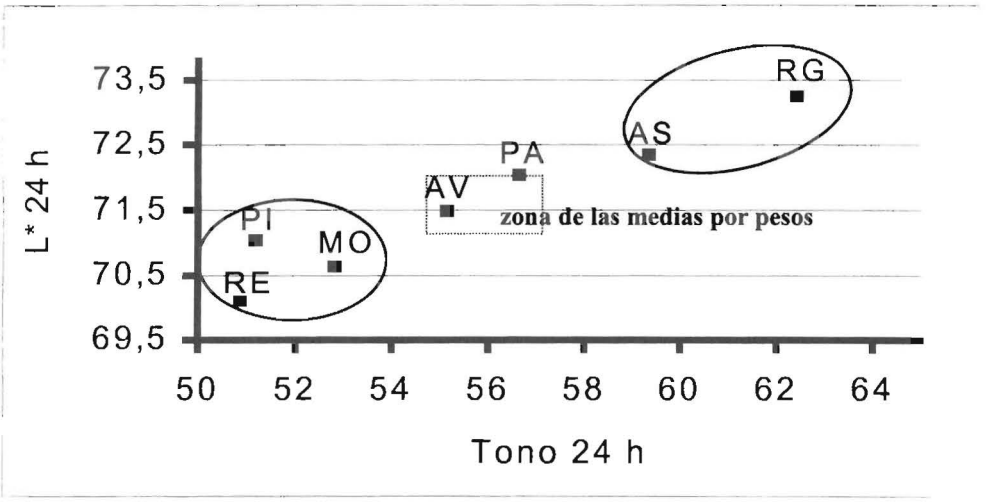
-Color de la grasa subcutánea:
Las variables del color de la grasa estuvieron condicionadas por la raza o por el peso de forma distinta. Con el aumento del peso de sacrificio la saturación del color junto con a* y b* disminuyeron significativamente, mientras que L* y H* no mostraron diferencias significativas (Cuadro 1). Mientras que la raza sólo tuvo efecto significativo en L*, H* y en menor medida en a*. Por ello, se han agrupado los valores de L* y H* de cada raza obtenidas en las tres categorías, dando un solo valor medio y realizando su representación gráfica en la Figura 2.

Cuadro 1. Parámetros de color de la grasa subcutánea, según categorías o pesos.

	L* claridad	a* rojo	b* amarillo	Saturación C*	Tono H*
Ternero	71,9	$4,5^{a}$	$6,9^{a}$	$8,3^{a}$	57,3
Añojo	71,4	$4,0^{b}$	$5,6^{b}$	$6,9^{b}$	54,6
Añojo Pesado	71,5	$3,7^{b}$	$5,3^{b}$	$6,6^{b}$	55,1
	ns	***	***	**	ns

Existe una correlación significativa entre la claridad (L*) y el tono (R^2=0,5452; P<0,0001). Por ello, las razas con grasa más luminosa son también las de mayor tono, como es el caso de AS y RG, mientras que la grasa subcutánea de las razas RE, MO y PI fue menos luminosas y de menor tono, las razas AV y PA se muestraron con grasa de valores intermedios.

Figura 2. Color de la grasa subcutánea de siete razas bovinas a 24 h del sacrificio en función de la claridad (L*) y del Tono.



CONCLUSIONES

En las siete razas estudiadas a los tres pesos de sacrificio se midieron valores de color de músculo y grasa que no evidenciaron defectos de color.

El color del músculo en la categoría *Añojo* de las siete razas dio valores más agrupados, mientras que en las categorías *Ternero* y *Añojo pesado* se apreció una mayor dispersión, donde el tono marcó en mayor medida las diferencias entre razas.

A medida que aumenta el peso de sacrificio, el color del músculo tiende a disminuir su claridad y tono, asimismo en la grasa subcutánea también disminuyeron la saturación, a* y b*. Para cada categoría el color del músculo puede variar según la raza. La raza MO y RE presentaron la carne más roja respecto a las otras razas en las tres categoría estudiadas. Las razas RG, AS presentan la grasa de mayor tono, mientras que RE, PI y MO presentaron la grasa con un tono menor.

BIBLIOGRAFÍA

Albertí P. 2000. Medición del color, págs. 157-166, en Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, Monografías INIA: Ganadera N.1 Coordinadores Cañeque y Sañudo.

Agradecimientos: Este trabajo pertenece a los proyectos SC 93-053 y SC-97-019 financiados por el INIA.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 76-78

ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE CARNE DE LA CANAL A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN Y DE LAS MEDIDAS MORFOLÓGICAS DE LA CANAL DE TERNEROS Y AÑOJOS DE SIETE RAZAS

Albertí, P[1]., Ripoll, G[1]., Lahoz, F[1]., Sañudo, C[2]., Olleta, J.L[2]., Panea, B[2]., Pardos J.J[2].
[1] Servicio de Investigación Agroalimentaria, Avda. Montañana, 930, 50016 Zaragoza palberti@aragob.es
[2] Facultad de Veterinaria, C/Miguel Servet, 176, 50013 Zaragoza csanudo@posta.unizar.es

INTRODUCCIÓN

La composición tisular de la canal de bovinos y porcinos es la base para establecer el precio a pagar o su valor comercial. Por un lado existen los distintos sistemas de clasificación por conformación y engrasamiento de las canales que deben estar correlacionados con los rendimientos en músculo y grasa. Para ello es preciso hacer costosos trabajos de disección de bastantes canales y establecer ecuaciones de regresión.

Por otro lado se viene estudiando por distintos sistemas la forma de predecir la composición tisular de la canal, a partir de medidas morfológicas de la canal, a partir de la conformación y el engrasamiento, a partir de medidas de espesor de grasa o peso de depósitos grasos.

Hoy también se está intentando abordar la predicción por medio de técnicas de video y fotografía digital y el tratamiento de la imagen mediante técnicas de inteligencia artificial.

Para las canales de porcino se han desarrollado sondas que a partir de punciones en la zona lumbar de la canal y por medio de transmitancia u otros ondas/sistemas permite mediante ecuaciones de predicción conseguidas a partir de disecciones obtener el porcentaje de magro de la canal. No obstante, comparadas con las de bovino, las canales de porcino son muy uniformes dado que proceden de cruces de dos o tres razas y un peso canal estandarizado entre 75 y 100 kg. Sin embargo, las razas bovinas son muchísimas, los cruces innumerables, de conformación muy diversa, los peso de las canales comerciales pueden ir de menos de cien a más de trescientos kilos y el estado de engrasamiento varía con la dieta y las demandas del mercado.

Todo ello hace que el avance en bovino sea lento y además muchos de los resultados obtenidos para una raza bovina o un peso de faena no sean aplicables directamente a otos, sino que cada raza o mejor cada tipo comercial exige su ecuación de predicción.

El objetivo de este trabajo fue buscar ecuaciones de predicción del porcentaje de carne comercializable y de las categorías de esa carne de canales bovinas ligeras y pesadas a partir del peso canal, de su clasificación comercial, de las medidas morfológicas de la canal, o de la disección de la 10ª costilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 158 canales, 82 pertenecientes a la categoría comercial "Ternero", 76 de "Añojo pesado" de terneros de siete razas: Asturiana de los Valles (**AS**), Avileña (**AV**), Morucha (**MO**), Parda (**PA**), Pirenaica (**PI**), Retinta (**RE**) y Rubia Gallega (**RG**). Los terneros habían sido cebados con pienso y fueron sacrificados al alcanzar el peso establecido por categoría comercial.

Para la categoría comercial "*Ternero*", los animales fueron sacrificados al alcanzar un peso entre 300 y 350 kg, y 550 kg para "*Añojo pesado*".
Tras el sacrificio del animal y posterior oreo de la canal (24 h), se realizó la clasificación comercial de la canal. A partir del peso canal caliente se calculó el peso canal oreado (PCO) aplicando una pérdida del 2%. Se clasificaron comercialmente las canales según las notas de conformación EUROP y engrasamiento (R CEE nº 2930/81), transformadas a una escala numérica de 1 a 15.
Se tomaron las medidas morfológicas siguientes: longitud de la canal (LC), ancho de la canal (AC), longitud de la pierna (LP), ancho de la pierna (AP), perímetro de la pierna (PP) y profundidad de la pierna (PFP) de la forma descrita por De Boer *et al.* (1974).
Se realizó el despiece comercial de la media canal izquierda, separando el hueso y la grasa de recorte de las piezas comerciales, que fueron clasificadas en su categoría Extra (solomillo), Primera (lomo, babilla, culata de contra, tapa, contra, cadera, redondo, aguja, espaldilla y pez), la suma de ambas categorías corresponde a la carne de mayor valor comercial (CMVC), Segunda (morcillos, brazuelo y llana) y Tercera (falda, diafragma, filete de rellenar, pescuezo, costillar, aleta y recortes). Se calcularon los porcentajes de carne comercializable, carne de las distintas categorias comerciales, grasa de recorte y hueso sobre el peso canal, y las relaciones carne/hueso (C/H) y grasa/hueso (G/H).
Asimismo se realizó la disección de la 10ª costilla, calculándose los porcentajes de músculo (PM), grasa (PG) y hueso (PH).

Se calcularon las ecuaciones de regresión para los porcentajes de carne comercializable y sus distintas categorías, grasa de recorte, hueso, C/H, G/H y también el rendimiento canal, en función de: 1º del peso canal oreada y de las medidas morfológicas, 2º de la clasificación comercial y 3º a partir de la composición tisular de la 10º costilla. Se utilizó la opción *stepwise* del procedimiento *Regresion* del paquete estadístico SAS v. 8.1. Estas ecuaciones se calcularon para cada raza individualmente, por grupos de razas según su aptitud carnicera, agrupando razas por la categoría comercial de ligeros y pesados y todas las razas agrupadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Predicción por métodos no destructivos (medidas, peso canal y clasificación)
La predicción del porcentaje de carne comercializable se predice con menor error en canales ligeras que en pesadas, a partir unas veces de las medidas o de la clasificación otras.
7 razas de canales ligeras $R^2 = 0.66$ RSD = 1.64
%Carne Comercial = 66,45+1.07CONF-0.73ENG

7 razas de canales pesadas $R^2 = 0.36$ RSD = 3.56
%Carne Comercial = 74.33-0.58AC+0.29PP

7 razas de canales ligeras y pesadas $R^2 = 0.44$ RSD = 2.88
%Carne Comercial = 67.14+0.92CONF-0.54ENGR

Cuando se agruparon razas según su aptitud, sólo se obtuvo una buena ecuación para las razas RG y AS ligeras $R^2 = 0.48$ RSD = 0.80
%Carne Comercial = 90.94+0.04LC-0.28AC-0.19PFP+0.02PCO

Para el resto de razas, pesos o agrupaciones de razas según su peso o aptitud las ecuaciones de predicción tuvieron un coeficiente de determinación menor o una mayor desviación estándar residual, lo mismo ocurre al intentar predecir los porcentajes de carnes de distintas categorías comerciales o las relaciones C/H y G/H.

Predicción por métodos destructivos (disección 10ª costilla)
La predicción del porcentaje de carne comercializable se predijo con menor error en canales ligeras o en canales ligeras y pesadas juntas, que en las pesadas solas.

7 razas de canales ligeras $R^2 = 0.89$ RSD = 0.55
%Carne Comercial = 23.59 + 0.71PM

7 razas de canales pesadas $R^2 = 0.87$ RSD = 0.74
%Carne Comercial = 35.13 +0.64PM – 0.29PH

7 razas de canales ligeras y pesadas $R^2 = 0.87$ RSD = 0.69
%Carne Comercial = 34.76 +0.63PM – 0.25PH

Únicamente se obtuvo una buena ecuación para las razas PA y PI de canales ligeras y pesadas, $R^2 = 0.79$; RSD = 0.63; %Carne Comercial =47.98 +0.47PM – 0.34PH.

La predicción del porcentaje de carne comercial a partir de la disección de la 10ª costilla fue de mayor precisión que la obtenida con técnicas no destructivas. Sin embargo, esto implica un coste económico que para trabajos de investigación puede ser de interés pero no para un uso práctico comercial. Los resultados obtenidos en este trabajo a partir de métodos no destructivos fueron similares a los publicados por Kempster y Harrington (1980) con cruces de toros de razas continentales por vacas de razas británicas y Frisona.
Para mejorar la predicción, en especial de canales pesadas, se tendrán que introducir nuevas variables o utilizar nuevas técnicas instrumentales en próximos trabajos.

CONCLUSIONES

Se han hallado ecuaciones de predicción de la cantidad de carne comercializable de canales de vacuno por medio de tecnicas no destructivas a partir de ecuaciones cuyas variables fueron el peso canal y estimaciones subjetivas de clasificación por conformación y engrasamiento, o las medidas de la canal. Las mejores ecuaciones tuvieron un coeficiente de determinación no demasiado alto y las desviaciones estándar residuales bastante más altas de lo deseado, aunque del mismo orden al encontrado por otros autores con otras razas.

Agradecimientos: Este trabajo pertenece al proyecto SC-97-019 financiado por el INIA.

BIBLIOGRAFÍA

Modelo comunitario de clasificación de canales bovinos pesados. R(CEE)nº 2930/81.
De Boer, H., Dumont, B.L., Pomeroy, R.W., Weniger, J.H. 1974. *Liv. Sci.*, 1, 151-164.
Kempter A.J. y Harrington G. 1980. *Livest. Prod. Sci.* 7, 361-372.

DETERMINACIÓN MEDIANTE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO DE LOS ATRIBUTOS RELEVANTES PARA LA CLASIFICACION OFICIAL SEUROP DE CANALES BOVINAS LIGERAS Y PESADAS

Jorge Díez[1,2], Iván Fernández[2], Antonio Bahamonde[1], Jaime Alonso[1] Luis José Royo[2], Isabel Álvarez[2] y Félix Goyache[2*]

[1] Centro de Inteligencia Artificial de la Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, 33271 Gijón (Asturias); [2]SERIDA-CENSYRA-Somió, C/ Camino de los Claveles 604, 33203 Gijón (Asturias); *e-mail: fgoyache@serida.org

INTRODUCCIÓN

Nuestro grupo aplica técnicas de Aprendizaje Automático a la clasificación de la conformación bovina tanto en animales vivos (GOYACHE et al., 2001a) como en canal (GOYACHE et al., 2001b). El Aprendizaje Automático es uno de los aspectos básicos de la Inteligencia Artificial y puede utilizarse para determinar qué atributos de la canal tienen mayor importancia para la obtención de una calificación concreta sin importar que las relaciones existentes entre los diferentes atributos entre sí y con la nota de clasificación pueda no ser lineal. El sistema de clasificación oficial de canales bovinas SEUROP se diseñó para ser utilizado en canales provenientes de animales a partir de 300 kg de peso vivo. Este hecho hace que se comparen entre sí animales de muy distinto grado de madurez fisiológica lo que puede inducir a un aumento en el error de las clasificaciones. La conformación de las canales de animales en los primeros momentos de la pubertad es difícilmente comparable con las de animales con suficiente madurez fisiológica. El objetivo de la presente comunicación es comprobar la validez de la metodología SEUROP en canales bovinas ligeras y pesadas en el marco del proyecto MCyT TIC2001-3579.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos procedentes de 29 canales ligeras y 68 canales pesadas. En la clasificación de la conformación SEUROP (±) participaron tres clasificadores de la Empresa Asturiana de Servicios Agrarios (EASA) responsable del control de la D.O. "Ternera Asturiana". Cada clase de conformación se puntuó numéricamente de 1 (P) a 6 (S). Los signos + y – se consideraron como +0.25 o –0.25 puntos de conformación respectivamente, sobre la puntuación de la clase correspondiente. Cada clasificación individual ha sido considerada como un ejemplo independiente por lo que el conjunto de entrenamiento del sistema de AA incluyó 65 ejemplos de canales ligeras y 162 de canales pesadas. Siguiendo la práctica habitual en mercados de referencia como los de Binefar o Lleida se consideraron canales ligeras aquellas con un peso canal menor de 200 kg. Los clasificadores de EASA obtuvieron tres fotografías digitales de cada canal en vistas dorsal, lateral interna y lateral externa. Esas fotografías se procesaron mediante la aplicación informática descrita en DÍEZ et al. (2001) marcándose en cada canal 21 puntos y 5 perfiles para obtener los siguientes atributos de cada canal: anchura del muslo, longitud del muslo, ratio entre la anchura y longitud del muslo, longitud de la pierna, longitud de la espalda, anchura de la espalda, altura lateral de la espalda, área de la espalda, volumen de la espalda, perfil de la pierna, perfil de la espalda, perfil de la tapa, longitud del lomo, anchura anterior del lomo, anchura posterior del lomo, ratio entre la anchura anterior

y posterior del lomo, anchura lateral del lomo en la cadera, anchura lateral del lomo en la cruz, ratio entre las anchuras laterales del lomo, volumen del lomo, perfil de la cadera, perfil del muslo, perfil del morrillo, longitud de la canal, profundidad del pecho, profundidad del flanco. Estos atributos se añadieron al peso de la canal y a la nota de conformación obtenida por cada clasificador, por lo que los conjuntos de entrenamiento incluían finalmente 27 atributos y una clase (nota de conformación). La búsqueda de atributos relevantes para obtener los conjuntos de entrenamiento utilizables como entrada de los algoritmos de aprendizaje se realizó mediante la combinación de herramientas las herramientas BETS y FA que se describen en GOYACHE et al. (2001b). BETS permite establecer una ordenación de los atributos en función de su relevancia (calidad de las reglas clasificatorias) permitiendo distinguir entre atributos relevantes e irrelevantes. FA estudia el conjunto de atributos seleccionados por BETS eliminando de forma iterativa el atributo menos relevante y comprobando la bondad del conjunto resultante mediante una validación cruzada aplicando el método del vecino más próximo. El conjunto de atributos adoptado finalmente como solución será aquel que menor error genere. Si se admite un cierto incremento en el error obtenido con el conjunto de partida cuando se reduce el número de atributos se realiza un *filtrado agresivo*. Los conjuntos de entrenamiento de canales ligeras y pesadas se analizaron con tres sistemas de AA independientes: Cubist, SAFE y BETS. Todos estos sistemas generan reglas de regresión que permiten obtener un valor numérico de las categorías y están descritos someramente en GOYACHE et al. (2001a,b). Para medir la calidad del aprendizaje en la clasificación de las canales de cada sistema de AA se calculó el error absoluto medio cometido mediante validaciones cruzadas. Cada conjunto de entrenamiento se dividió en 10 particiones. Cada una de esas particiones se utilizó sucesivamente como test del aprendizaje realizado con las 9 restantes. Cada experimento se repitió 5 veces considerándose la media de los errores obtenidos como una correcta estimación del rendimiento de los diferentes sistemas de AA empleados. Además, se analizaron los conjuntos de entrenamiento seleccionados mediante regresión lineal (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El acierto de los sistemas de predicción de la se evaluó como la desviación sobre la media de la clasificación de los expertos. Las clasificaciones individuales de los expertos se desviaban, a su vez, de la media en torno a 0,40 puntos. El error obtenido en la clasificación mediante regresión lineal es mayor que con los sistemas de AA especialmente cuando se reduce el número de atributos incluidos en el conjunto de entrenamiento. Cubist y BETS presentan un comportamiento similar para ambos tipos de canales, en cualquier caso comparable al error cometido individualmente por los expertos. El número de funciones utilizadas para obtener las clasificaciones señala que las relaciones entre atributos no es lineal, aunque este aspecto aparece más destacado en las canales pesadas. Los atributos utilizados para realizar la clasificación de canales pesadas es coherente con la metodología SEUROP al utilizar exclusivamente atributos de perfiles (tapa) y, especialmente, desarrollos musculares. Para la clasificación de canales ligeras los clasificadores usan atributos que caracterizan el desarrollo esquelético del animal (profundidad del flanco) y de desarrollo esquelético. Los clasificadores parecen experimentar cierto grado de incertidumbre al clasificar canales ligeras, lo que les lleva a tener en cuenta el grado de desarrollo del animal. Además de usar atributos diferentes los

clasificadores los aplican con criterios distintos. La utilización de las reglas de aprendizaje obtenidas con las canales ligeras sobre el conjunto de entrenamiento de canales pesadas y viceversa produjo un error inaceptable en el entorno del 1,0. Nuestros resultados sugieren que las canales ligeras son un producto diferente de las canales pesadas que debería tener un sistema de clasificación propio que evitara errores en la clasificación y permitiera la normalización de un mercado importante en la cuenca mediterránea. Por otra parte, nuestros resultados afectan a los sistemas de selección de sementales por la conformación de la canal de sus hijos.

Tabla 1: Errores medios absolutos y número de funciones seleccionadas para la predicción de la conformación en canales bovinas ligeras o pesadas obtenidos mediante regresión lineal y dos sistemas de AA mediante validación cruzada.

Numero de atributos	Regresión lineal	BETS		SAFE		Cubist	
	Error	Error	Prototipos	Error	Funciones	Error	Funciones
Canales ligeras							
27	0,58	0,38	9,58	0,37	1,34	0,40	3,54
11*	0,34	0,35	10,30	0,34	1,72	0,37	2,22
10**	0,33	0,32	11,04	0,35	1,96	0,36	1,92
3***	0,57	0,40	9,40	0,45	4,32	0,40	4,58
Canales pesadas							
27	0,45	0,44	24,06	0,43	3,06	0,42	5,58
8*	0,51	0,42	22,60	0,47	5,92	0,45	5,52
7**	0,53	0,44	23,78	0,46	6,54	0,44	6,00

*filtrado normal; ** primer filtrado agresivo, *** segundo filtrado agresivo

Tabla 2: Lista de atributos seleccionados para aprender a clasificar canales ligeras y pesadas tras un procedimiento de estimación de la relevancia

Canales	Número de atributos	Atributos utilizados
ligeras	3	Profundidad del flanco, anchura del muslo, relación largo/ancho del muslo
pesadas	7	Longitud del muslo, perfil de la espalda, anchura posterior del lomo, longitud del lomo, mantenimiento de la anchura del lomo, perfil de la tapa, desarrollo muscular de la espalda

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DÍEZ, J., ALONSO, J., LÓPEZ, S., BAHAMONDE, A., GOYACHE, F 2001. Variables de conformación que influyen en la clasificación oficial SEUROP de canales bovinas. ITEA, 22 Vol. Extra II, 550-552.

GOYACHE F., DEL COZ J.J., QUEVEDO J.R., LÓPEZ S., ALONSO J., RANILLA J., LUACES O., ALVAREZ I., BAHAMONDE A. 2001a. Using artificial intelligence to design and implement a morphological assessment system in beef cattle, Animal Science, 73, 49-60

GOYACHE, F., BAHAMONDE, A. ALONSO, J., LÓPEZ, S., ALONSO, J., DEL COZ J.J., QUEVEDO, J.R., RANILLA, J., LUACES, O., ALVAREZ, I., ROYO, L. DÍEZ J. 2001b, The usefulness of Artificial Intelligence techniques to assess subjective quality of products in the food industry. Trends in Food Science and Technology, 12: 370-381.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 82-84

EFECTO DEL TRANSPORTE DE LARGA DURACION SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL Y LA CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINO TIPO AÑOJO. RESULTADOS PRELIMINARES[1].

G.A. María, M. Villarroel, G. Chacón, S. García-Belenguer, C. Sañudo y J.L. Olleta
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. España

L. Liotta, V. Chiofalo, B. Chiofalo y L. Nani Costa
Dip. MO.BI.FI.PA. Fac. Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Messina. Italia

INTRODUCCION

Aragón exporta anualmente más de 20.000 añojos vivos de alta calidad al sur de Italia. Esta carne es muy apreciada por los consumidores Italianos, quienes prefieren que los animales sean sacrificados en mataderos locales. La Comunidad Europea pretende establecer limitaciones adicionales a las ya existentes al transporte de animales en pie con el objetivo aparente de preservar el bienestar animal y la calidad de la carne. Son numerosos los estudios que han estudiado el efecto del tiempo de transporte sobre el bienestar de los animales y a la calidad del producto (Warris, 2000). No obstante, no existe una relación lineal entre tiempo de transporte y su efecto sobre el bienestar y la calidad de la carne (Tarrant et al., 1992; Honkavaara et al., 1999). El objetivo de este estudio es analizar el efecto del transporte internacional de larga duración sobre el bienestar animal y la calidad de la carne de bovinos tipo añojo. Los resultados presentados son preliminares al no haber concluido la totalidad del estudio.

MATERIAL Y METODOS

Hasta el momento, se han estudiado un total de 24 animales tipo añojo de raza Limousine de 14 meses de edad y 600 kg de peso vivo, cebados en una granja colaboradora de Pina de Ebro (Aragón, España) y transportados en grupos de 8 en tres viajes (1/8/2002; 18/9/2002 y 23/1/2003) hasta un matadero situado en la localidad de Gangi (Sicilia, Italia). En cada viaje, el camión fue completado hasta 32 animales a una densidad de 1.7 m^2 por animal (compartimentos de 8 animales). El transporte se efectuó por carretera en un camión comercial semi-trailer. El tiempo de viaje fue de aproximadamente 52 horas. Se tomaron muestras de sangre 1 semana antes de la carga, a la descarga y al sacrificio después de 24 horas de descanso en el matadero. Los animales pertenecían a un mismo grupo de cebo y no fueron mezclados en ningún momento. Se evaluaron los siguientes indicadores fisiológicos de bienestar animal: Cortisol (actividad del eje HPA en la respuesta de estrés); Glucosa, Lactato y NEFA (status energético del animal); CK (actividad y daño muscular) y Hematocrito (deshidratación). El primero se evaluó mediante ELISA y los restantes mediante kit comerciales con multianalizador. El hematocrito se valoró por centrifugación. Al sacrificio se midió el pH a 1 y 24 horas *post mortem*. A las 24 horas *post mortem*, se tomaron muestras del músculo *l. dorsi* (T6-T10) para efectuar el análisis instrumental de la carne. Sevaluó la capacidad de retención de agua, la terneza mediante Warner Bratzler y el color en el sistema CIE L*a*b*. Este último fue evaluado a las 24 horas y a los 7 días de blooming. El tiempo de maduración fue de 8 días.

[1] El presente estudio es parte del Proyecto Europeo CATRA PL1507 "Minmising stress inducing factors on cattle during handling & transport to improve animal welfare and meat quality" financiado por la Comisión Europea.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados para los indicadores fisiológicos de bienestar animal. Los niveles de cortisol a la descarga fueron significativamente más altos que el control ($p \leq 0.01$). No obstante éstos niveles bajaron a los valores originales después de la espera en matadero. Los niveles de glucosa, lactato y NEFA se vieron significativamente ($p \leq 0.01$) incrementados después del transporte, indicando una alteración del metabolismo energético. La enzima Creatinina Kinasa se incrementó, indicando un elevado nivel de actividad muscular durante el viaje y durante la espera en matadero. Por su parte, el hematocrito aumentó significativamente ($p \leq 0.01$) por efecto del transporte, lo que indica cierta deshidratación de los animales por efecto del viaje. Los resultados obtenidos hasta el momento sugieren que el transporte ha sido un factor estresor para los animales, pero que los indicadores estudiados no exceden los valores aceptables para un manejo normal de los animales en granja. Por tanto podemos decir que el bienestar de los mismos no se ha visto seriamente comprometido, siendo los mecanismos de adaptación de los animales eficaces para poder adaptarse a una situación de estrés, como sin duda es el transporte.

Los resultados de calidad de la carne indican que ésta no se vio comprometida por efecto del transporte, siendo en todos los animales de un nivel aceptable. Los valores de pH indican una excelente caída del pH a las 24 horas post mortem, con valores claramente por debajo de los límites de las carnes DFD. No obstante, habría que resaltar que tanto los valores de terneza como los de color, indican una carne algo más dura y más oscura, si la comparamos con resultados obtenidos recientemente en este mismo proyecto en viajes de menos de 6 horas (María et al., 2003). Sin embargo, en estos estudio el tipo de animal fue el típico sacrificado en España con canales más pequeñas proveniente de cruces con razas más precoces.

En general los resultados indican una moderada influencia del transporte en los parámetros fisiológicos de bienestar analizados. Obviamente, el transporte supone un estrés adicional para los animales. Sin embargo, el rango de valores observados en nuestro estudio hasta el momento, no implican un serio efecto negativo sobre el bienestar de los animales, si se lo compara con estudios de la literatura. Cuando las condiciones de transporte son apropiadas el nivel de estrés no es mayor que el observado en un manejo normal en granjas comerciales o por el manejo de rutina de los Veterinarios (Grandin 2000).

Los análisis de carne demuestran que el transporte de larga duración, si se efectúa correctamente, tiene muy poco efecto sobre la calidad de la misma. El transporte a estas distancias no afecta el valor económico final de la carne, indicado por los excelentes valores de pH obtenidos. Entrenamiento y educación es probablemente la manera más efectiva y económica para mejorar el bienestar de los animales durante el proceso de transporte. Esto es aún más evidente si tenemos en cuenta que en nuestro estudio el transporte incrementó los niveles de estrés de los animales, pero prácticamente no afectó la calidad de la carne, lo que indica que estamos frente a un aspecto ético mas que económico. Estos resultados pueden complicar la manera de entender los aspectos de bienestar animal relacionados con el transporte por parte de la industria de la carne. Sin embargo, debemos llamar la atención que las condiciones de transporte de los animales estudiados fueron óptimas, y que otros transportes comerciales en efectuados en peores condiciones, podrían afectar negativamente la calidad del producto.

Tabla 1. Bienestar animal: resultados (media ±sd) para los indicadores fisiológicos de bienestar animal evaluados en la granja (control), a la descarga y al sacrificio.

Indicador de	Variable	Granja (control)	Descarga	Sacrificio
Actividad eje HPA	Cortisol (ng/ml)	5.70±1.46a	13.82±1.45b	5.89±1.45a
Metab. energético	Glusosa (mg/dl)	71±4.50a	85±4.40b	87±4.30b
Metab. energético	Lactato (mg/dl)	30.50±4.40a	38.37±4.42b	47.50±4.39c
Metab. energético	NEFA (meq/l)	0.75±0.09a	1.07±0.08b	1.06±0.08b
Actividad muscular	CK (UI/l)	502±648a	2262±648b	2264±643b
Deshidratación	Hematocrito (%)	36.70±1.38a	45.25±1.36b	46.42±1.49b

Letras diferentes dentro de fila representan deferencias significativas ($p \leq 0.01$)

Tabla 2. Calidad de carne: resultados (media ±sd) para pH, capacidad de retención de agua y terneza evaluada por Warner Bratzler

Viaje	pH 1 hora *p.m.*	pH 24 hora *p.m.*	CRA %	WBF (kg f/cm^2)
1 n=8	6.68±0.10	5.48±0.08	4.79±1.61	9.16±3.04
2 n=8	6.62±0.23	5.56±0.07	3.50±0.87	12.73±3.52
3 n=8	6.57±0.24	5.34±0.19	2.15±0.53	7.78±2.96
N=24	6.62±0.18	5.46±0.19	3.48±0.99	9.89±3.16

Tabla 3. Calidad de carne: resultados (media ±sd) para color (parámetros L*a*b*) con 24 y 7 dias de blooming.

	Color 24 h *p.m.*			Color 7 dias *p.m.*		
Viaje	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1 n=8	34.70±4.44	20.26±1.55	6.95±2.68	38.43±6.04	22.80±1.32	7.09±3.56
2 n=8	35.74±4.87	22.81±1.66	10.50±2.55	39.23±4.64	25.21±1.78	11.34±2.22
3 n=8	37.94±5.03	23.60±2.26	9.63±3.24	39.42±4.38	26.45±2.84	6.90±3.38
N=24	36.13±4.78	22.23±1.81	9.03±2.82	24.82±5.02	24.82±1.98	8.44±3.05

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los Hermanos Loriente (Pina de Ebro) y del Sr. Giaconia (Gangi) por su colaboración en el estudio. Agradecen también al Dr. J.L. Blasco de la Asociación de Productores de Carne de Vacuno de Aragón por su ayuda en la toma de muestras de sangre.

BIBLIOGRAFIA

Honkavaara, M., Leppavouri, A., Rintasalo, E., Eloranta, E. & Ylonen, J. (1999). Evaluation of animal stress & welfare during long distance transport of cattle in Finland. 45th Interantional Congress on Meat Science. Yokohama. Japan. Paper 2 pp. 62-53.

Grandin, T. (2000). Livestock handling and transport. 2nd Ed. Wallingford, CABI Publishing.

María, G., Villarroel, M, Sañudo, C., Olleta, J.L. & Grebesenbet, G. (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. Meat Science (*in press*).

Tarrant, P.V., Kenny, F.J., Harrington, D. & Murphy, M. (1992). Long distance transportation of steers to slaughter. Livestock Production Science, 30:223-238.

Warris, P.D. (2000). Meat Science: an Introductory text. Wallingford, Oxon, CABI Publishing.

EFECTOS DE DISTINTOS TIPOS DE BOLOS DE IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA SOBRE SU PERMANENCIA EN EL RETÍCULO-RUMEN DE TERNEROS DE CARNE[1].

Ghirardi J., Caja G., Garín D., Hernández-Jover M.
Grup de Recerca en Remugants, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

La identificación electrónica (IDE) de bovinos ha recibido especial atención en los últimos años como consecuencia del Reglamento 1760/2000 de la Comisión Europea, sobre identificación y registro de bovinos con vistas a la trazabilidad de la carne. Entre los diferentes sistemas utilizados en la IDE de bovinos (Caja *et al.*, 1999; Lambooij *et al.*, 1999; Conill *et al.*, 2000; Fallon, 2001) destacan, por su interés y eficacia, los bolos ruminales que han sido evaluados, con resultados satisfactorios, en el Proyecto IDEA de la Comisión Europea (Ribó *et al.*, 2001). Con este motivo han aparecido en el mercado distintos tipos de bolos de características diferentes, y de los que no se conocen los resultados de permanencia en el retículo-rumen, siendo ésta la principal característica que valora su utilidad en la identificación de los rumiantes (Fallon, 2001; Garín *et al.*, 2003). Sobre este punto se ha indicado que para lograr retenciones del 100%, la gravedad específica tendría que ser > 3 (Caja *et al.*, 1999; Fallon, 2001; Ghirardi, 2002), pero poco se ha dicho sobre la influencia de las dimensiones y el peso total del bolo sobre la permanencia en el retículo-rumen.

Este trabajo estudia los efectos de las dimensiones de distintos tipos de bolos utilizados en la IDE de bovinos, con objeto de establecer una ley que explique su permanencia en los pre-estómagos de los rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 12 tipos de bolos ruminales de cerámica de alta densidad fabricados de acuerdo a la patente de The European Community *et al.* (1998). Para ello se tomó como referencia el bolo utilizado en el Proyecto IDEA en España (bolo 1; 68.0×21.0 mm) y se fabricaron 5 prototipos experimentales de iguales medidas externas pero de distinta cavidad interna (bolos 2 a 6). Así mismo se utilizaron 6 bolos comerciales, con diferentes dimensiones (bolos 7 a 12). En laboratorio se midieron sus dimensiones y se calculó su gravedad específica (GE) en agua destilada. Las características de los distintos bolos utilizados figuran en la **Tabla 1**. Todos los bolos contenían un transpondedor de 3.8 x 32.5 mm encapsulado en cristal biocompatible, de tecnología HDX (Tiris, Almelo, Holanda).

Los bolos se aplicaron en un total de 782 terneros de cruce industrial, alojados en diferentes lotes, de acuerdo a su fecha de ingreso en 2 cebaderos de Cataluña. La aplicación la realizó una sola persona, previamente entrenada, en la semana posterior al ingreso de los terneros en el cebadero (edad 15-30 d), mediante un aplicador de bolos Rumitag (Gesimpex Com. SL, Barcelona) con los terneros inmovilizados en el cornadizo de alimentación láctea. Durante el cebo, los terneros fueron alojados en grupos de 20-30 animales por sexos y alimentados con pienso granulado (1.89 Mcal EN_f; 15% PB) y paja de cebada *ad libitum*. El período de cebo se extendió hasta los 380-400 kg PV (9-10 meses) para las hembras y 480-500 kg PV (<12 meses) para los machos.

[1] Resultados del Proyecto QLK1-CT-2001-02229 (EID+DNA Tracing).

Para las lecturas de control se utilizaron lectores portátiles (Gesreader 2S, Gesimpex), estas se realizaron a las 24 h posteriores a la aplicación, a la semana, otra al mes, a los 5, y a los 7 meses, respectivamente, de acuerdo con el procedimiento descrito por Caja *et al.* (1999) y Conill *et al.* (2000). Al sacrificio, además de recuperar el bolo, se midió el diámetro del orificio retículo-omasal en un grupo de 70 machos y 42 hembras a fin de estimar las posibilidades de paso a tramos posteriores del tracto digestivo. Para esta medición se utilizó un instrumento cónico (178.5 g) con una escala de 0.5-4.0 cm, con marcas cada 0.5 cm.

Para analizar la retención de los bolos se realizó un análisis de varianza mediante el PROC CATMOD de SAS (v. 8.1). A partir de los datos de retención y los pesos de los distintos bolos se realizaron ajustes no lineales, utilizando el PROC NLIN del programa SAS, para calcular su ley de retención en terneros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de bolos aplicados, sólo pudieron ser controlados hasta el sacrificio 753 terneros. Los restantes correspondieron a bajas (n = 8; 1,02%) y sacrificios sin notificación previa. La mayor parte de los bolos se aplicaron en la primera semana de estancia en el cebadero. Sin embargo, en los bolos 1 a 6 (68×21mm), se desistió aplicar 3 terneros (0.6%; cruces de Asturiana de los Valles y Limousin) debido a la imposibilidad de deglutirlos, lo que podría estar relacionado con su desarrollo. Estos terneros fueron aplicados en un segundo intento una semana después. Los valores retención de los diferentes tipos de bolos aparecen recogidos en la **Tabla 1**.

Al comparar los bolos de iguales dimensiones entre sí (bolos 1 a 6), sólo se observaron diferencias a $P < 0.05$ en la retención del bolo 1 y 2. Respecto a los demás tipos de bolos (7 a 12), se observaron diferencias entre el 7 y los bolos 9, 10 y 11. Así mismo, se observaron diferencias de retención a $P < 0.08$ entre los bolos 7, 8 y los restantes. Un total del 97.7% de los bolos fueron recuperados en el matadero, con un reparto retículo:rumen de 84:16. Dos bolos (1 y 11) se recuperaron del abomaso. Por otro lado, el diámetro del orificio retículo-omasal resultó ser de 3.25 ± 0.14 y 2.99 ± 0.13 cm, para machos y hembras respectivamente.

Tabla 1. Características de los distintos tipos de bolos utilizados y valores de permanencia en retículo-rumen de terneros de cebo.

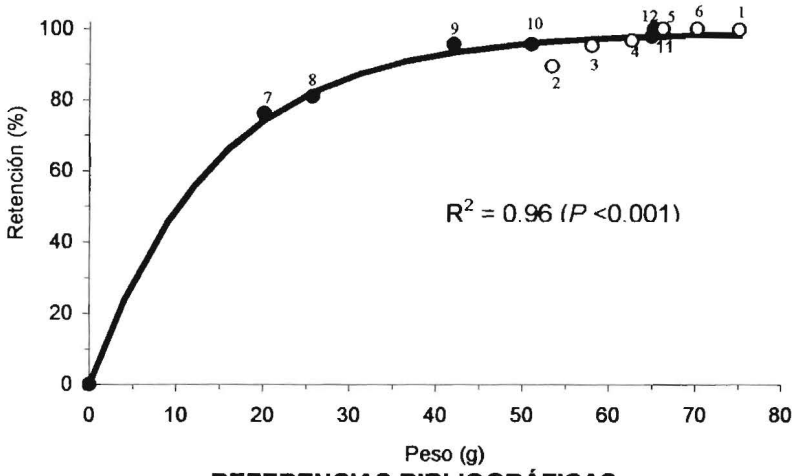
Tipo de	Dimensiones			Item (n)			Retención
bolo	L × Ø (mm)	Peso (g)	GE	Aplicados	Pérdidas	Fallos[1]	(%)
1	68.0 × 21.0	75.1	3.36	372	1	0	99.7 [a]
2	" "	53.4	2.39	21	2	0	89.5 [b]
3	" "	58.0	2.59	41	2	0	95.2 [ab]
4	" "	62.6	2.79	32	1	0	96.9 [ab]
5	" "	66.2	2.95	33	0	0	100 [2]
6	" "	70.2	3.12	25	0	0	100 [2]
7	39.1 × 15.0	20.1	3.08	21	5	0	76.2 [be]
8	50.5 ×15.0	25.7	3.03	20	4	0	80.9 [bd]
9	64.2 × 16.1	42.0	3.63	24	1	0	95.7 [abc]
10	67.8 × 17.2	25.7	3.60	25	1	0	95.7 [abc]
11	62.0 × 19.5	64.9	3.59	94	2	1	97.8 [ac]
12	66.0 × 20.5	65.1	3.11	45	0	0	100 [2]

[1]: Fallos electrónicos; [2]: No incluido en el análisis por la ausencia de pérdidas.
[a, b]: letras distintas indican diferencias significativas a $P<0.05$
[c, d, e]: letras distintas indican diferencias significativas a $P<0.08$.

El peso crítico para estas dimensiones sería semejante al del bolo 5 de (66 g) y la GE mínima de 2.96. Este valor es superior a lo establecido por Riner *et al.* (1982) y Allen *et al.* (1985) que la situaron entre 1.8-2.5. Sin embargo, la retención de los bolos de diferentes características (7 a 12), entre los que aparecen bolos de pequeño tamaño, pone de manifiesto que el valor de GE debería ser >3.3 y éste no es el único factor a tener en cuenta para lograr óptimas retenciones. Así, este es el caso de los bolos 7 a 11, que con GE > 3, muestran valores de retención < 98% que es el valor requerido por ICAR (Comité internacional de identificación y registro de animales). En la **Figura 1** se muestra el resultado del ajuste no lineal realizado a fin de determinar una ley biológica que explica la relación entre la retención y el peso de los bolos.

Como conclusión, todo parece indicar que, por un lado, la retención de los bolos depende del peso cuando GE > 3.3, y por otro, que las dimensiones externas de los bolos también resultan criticas, especialmente en lo que se refiere a su tránsito hacia el abomaso. Determinar los valores críticos de estas dimensiones es de especial interés para la IDE con bolos ruminales, ya que permitirá reducir su tamaño para una aplicación en animales mas jóvenes, manteniendo bajas las pérdidas por regurgitado o por tránsito a través del omaso al llegar a la edad adulta.

Figura 1. Curva de retención de diferentes bolos en el retículo-rumen de terneros.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen W.M.,Sansom B.F.,Mallison C.B.,Stebbing R.J.,Drake C.F.1985. Vet.Rec.116:175-177.

Caja G., Conill C., Nehring R., Ribó O. 1999. Comp. Elec. Agric. 24:45-63.

Conill C., Caja G., Nehring R., Ribó O. 2000. J. Anim. Sci. 78:3001-3009.

Fallon R.J. 2001. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 20:480-490.

Garín D. 2002. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.139 pp.

Garín D., Caja G., Conill C. 2003. Livest. Prod. Sci. 76:*in press.*

Ghirardi J.J. 2002. Tesis de Master. Universitat Autònoma de Barcelona, 76 pp.

Lambooij E., Van't Klooster C., Rossing W., Smits A. 1999. Comp. Elec. Agric. 24:81-90.

Ribó O., Korn C., Meloni U., Cropper M., De Winne P., Cuypers M. 2001. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 20:426-436.

Riner J.L., Byford R.L., Stratton L.G., Hair J.A. 1982. Am. J. Vet. Res. 43:2028-2030.

The European Community, Caja g., Vilaseca J.F., Korn C. 1998. PCT patent No. 98/01025.

LA SALIVA EN LA EVALUACIÓN DEL EJE CORTICOTROPO EN GANADO VACUNO.

G. Chacón Pérez[1], S. García-Belenguer Laita[1], J. C. Illera del Portal[2], J. Palacio Liesa[3]

[1] Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

[2] Dpto. Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid.

[3] Dpto. Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada (Valencia).

INTRODUCCIÓN

Cuando se produce una situación de estrés, el organismo sufre una serie de cambios internos para adaptarse a esa nueva situación. El eje corticotropo (hipotálamo-hipófisis-adrenal) y el sistema nervioso simpático y meduloadrenal desempeñan un papel fundamental en la repuesta de adaptación. (García-Belenguer y Mormède, 1993).

El cortisol es una hormona esteroide sintetizada en la corteza adrenal bajo el control del eje corticotropo, esta hormona se encuentra elevada en situaciones de estrés. Su cuantificación es, por tanto, de gran utilidad en el campo de producción animal para valorar el estado de bienestar animal.

La determinación de cortisol suele realizarse en plasma o en suero; sin embargo, se tiende a la utilización de otro tipo de muestras biológicas. Según algunos autores las muestras de saliva tiene ventajas sobre el plasma, como es la recogida no cruenta, disminuyendo el estrés que se causa a los animales. Por otro lado, a la saliva sólo se filtra la fracción de cortisol libre (no unida a proteínas trasportadoras), que es la fracción con actividad biológica (Vinning et al., 1983; Fell et al., 1985; Cooper et al., 1989; Cook et al., 1997).

El objetivo de este trabajo es valorar la utilidad de la determinación de cortisol salival en la especie bovina mediante una técnica EIA (enzimoinmunoensayo) como una alternativa a las técnicas de RIA (radioinmunoensayo) y a la utilización de plasma como muestra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la determinación de las concentraciones basales de cortisol en plasma y saliva de ganado vacuno se utilizaron muestras de un total de 63 animales de ambos sexos y 4 razas diferentes: Parda Alpina, Pirenaica, Holstein y Blonde Aquitaine. Estos animales se dividieron en 2 grupos según la edad: 40 animales jóvenes de menores de 1 año y 23 animales de más de 1 año de edad.

Todas las muestras fueron recogidas a la misma hora del día, por la tarde, cuando las concentraciones de cortisol son menores. Para la toma de muestra de plasma se hicieron pasar a los animales por la manga de contención, estando previamente habituados. Las muestras se obtuvieron mediante la extracción de sangre por punción en la vena caudal y su posterior centrifugación a 1500 g. durante 15 min. conservándose el plasma en viales eppendorf a -30º C hasta su análisis.

La toma de muestras de saliva se hizo en presencia de comida para estimular la salivación, sin necesidad de introducir a los animales en la manga. Las muestras se obtuvieron mediante la introducción de torundas de algodón a nivel de las desembocaduras del conducto de Stenon de la glándula parótida y de las glándulas sublinguales. Posteriormente se centrifugaron los algodones a 1500 g. durante 30 min., tras lo que se distribuyó la saliva en viales eppendorf y se conservaron a -30º C.

La determinación de cortisol en plasma y saliva se realizó mediante una técnica de EIA puesta a punto y validada en el laboratorio de Medicina Interna de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. La técnica tiene un límite de detección de 0,024 ng/ml y la recuperación es de 92,60-103,96% y de 91,36-126,5% en plasma y saliva respectivamente. La precisión intraensayo de 3,47-6,63% en plasma y de 1,47-7,30% en saliva, mientras que la precisión interensayo es de 3,92-9,93% en plasma y de 2,40-9,78% en saliva.

Se valoró igualmente las posibles interferencias del tipo de muestra en la determinación directa en el EIA. Esto se realizó mediante pruebas de paralelismo de la curva estándar con curvas estándar a las que se les añadieron plasma o saliva libres de esteroides. Así mismo se evaluó la correlación de la técnica de EIA con una técnica comercial de RIA (ICN Biomedical, ICN, Costa Mesa, CA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar las concentraciones basales para ganado bovino, obtenidas con esta técnica EIA (tabla 1) con los datos aportados por otros autores (Gardy-Godillot et al., 1989; Cooper et al., 1989; Van der Kolk et al., 1991; Schrama et al., 1996; Morrow et al., 2000) se observan niveles similares aunque ligeramente superiores a nivel plasmático. Hay que reseñar, sin embargo, que la concentración basal varía considerablemente de un autor a otro, debido a las diferencias de razas, edades, estado reproductor y técnicas analíticas utilizadas (García-Belenguer y Mòrmede, 1993). Así mismo hay que destacar que en este estudio se ha encontrado una gran variabilidad entre los individuos dentro de una misma raza y grupo de edad, por ello a la hora de diseñar un estudio experimental es imprescindible obtener el nivel basal de los animales que van a ser utilizados para tomarlo posteriormente como muestras control.

Tabla 1: Valores basales de cortisol en ganado vacuno.

		N	Media (ng/ml)	D.E.	Intervalo de confianza
Animales < 1 año	**Plasma:**	40	8,911	11,158	0 - 31,23
	Saliva:	40	1,220	1,227	0 - 3,674
	sv-pl:	40	13,69%		
Animales > 1 año	**Plasma:**	23	14,174	7,916	0 - 30,52
	Saliva:	23	1,324	0,852	0 - 3,028
	sv-pl:	23	10,31%		

A pesar de la variabilidad interindividual, las concentraciones de cortisol basal en la especie bovina son menores a las encontradas en otras especies domésticas (Fell et al., 1985; Beerda et al., 1996; Cook et al., 1997; Van der Kolk et al., 2001). De hecho, las técnicas de RIA disponibles en el mercado no tienen un rango de detección suficientemente sensible (de 10 a 100 ng/ml) para la determinación de las muestras de saliva y de las muestras más bajas de plasma. Ambas técnicas están altamente correlacionadas (r de Pearson=0,793; p<0,001; n=34).Por todo ello, a la hora de elegir la técnica de determinación de cortisol en la especie bovina, las técnicas de EIA deberían ser las de elección al tener unas características de sensibilidad óptimas.

Respecto a la relación entre el cortisol plasmático y salival, cabe destacar la alta correlación entre ambos parámetros (r de pearson=0,746, p<0,001, n=63), (figura 1), por lo que a la hora de diseñar un experimento se pueden utilizar ambos parámetros indistintamente. La concentración de cortisol en saliva respecto al plasma se encuentra en torno al 10% (10,31 y 13,69% en animales mayores y menores de 1 año

respectivamente). Estos resultados concuerdan con los aportados para la especie humana (Vinnig et al., 1983; Rijnberk y Mol, 1989; Lac, 1998).

Figura 1: Correlación saliva-plasma mediante la técnica de EIA.

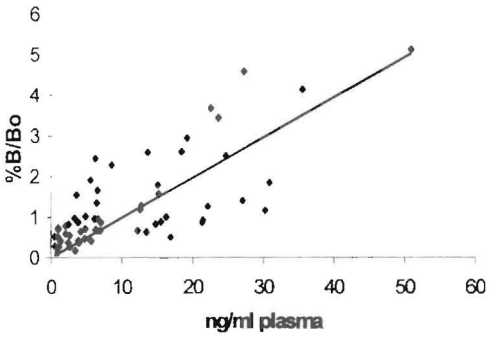
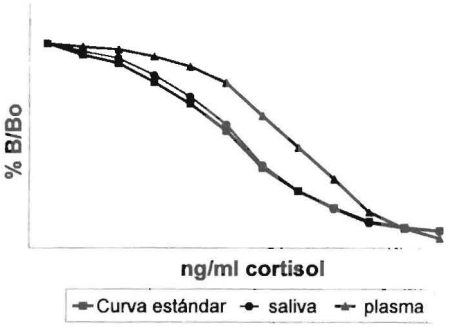


Figura 2: Paralelismos de la curva estándar con las curvas realizadas en plasma y saliva.



La determinación de cortisol salival presenta ventajas respecto a su determinación en plasma. Los componentes de la saliva no produce interferencia sobre el ensayo, como se observa en la figura 2, mientras que el plasma sí provoca una pequeña interferencia. A esto hay que añadir la menor necesidad de sujeción de los animales y por tanto, el menor estrés al que se les somete para obtener la muestra de saliva, y el hecho de determinar la fracción de cortisol biológicamente activa. Todo ello la convierte en un tipo de muestra con grandes posibilidades de aplicación en los estudios de bienestar animal en la especie bovina.

BIBLIOGRAFÍA

Beerda B., Schilder M.B.H., Janssen N.S.C.R., Mol J.A., 1996. Horm. Behav. 30, 272-279.

Cook N.J, Schaefer A.L., Lepage A., Morgan Jones S., 1997. J. Agri. Food Chem. 45, 395-399.

Cooper T.R., Trunkfield H.R., Zanella A.J., Booth W.D., 1989. J. Endocr. 123, R-13, R-16.

Fell L.R., Shutt D.A., Bentley C.J., 1985. Australian Vet. J. 62 (12), 403-406.

Garcia-Belenguer S., Mòrmede P., 1993. Investi. Agr.: Prod. Y Sanid. Anim. 8(2), 87-110.

Gardy-Godillot M., Durand D., Dalle M., Bauchart D., 1989. J. Dairy Sci. 72, 1842-1846.

Lac G., 1998. Science And Sports 13, 55-63.

Morrow C.J., Kolver E.S., Verkerk G.A., Matthews L.R., 2000. Proceeding. Of The New Zealand Of Anim. Production. 60, 218-221.

Rijnberk A., Mol J.A., 1989. En: J. Kaneko. Clinical Biochemistry Of Domestic Animal, 4ª Ed. Academic Press Inc. San Diego, California, Pp: 610-629.

Schrama J.W., Heetkamp M.J.W, Verstegen M.W.A, Schouten W.G.P., Van Der Veen F., Helmond F.A., 1996. J. Anim. Sci. 63, 79-89.

Van Der Kolk J.H., Breukink H.J., Wensing T., Mol J.A., 1991. The Vet. Quarterly 13(3), 144-147.

Van Der Kolk J. H., Nachreiner R.F., Schott H.C., Refsal K.R., Zanella A.J., 2001. Equine Vet. J. 33(2), 211-213.

Vining R.F., Mcginley R.A., Maksvytis J.J., Hok Y., 1983. Ann. Clin. Bioch. 20, 329-335.

RESPUESTA A LA ESTIMULACIÓN CON ACTH EN DOS RAZAS DE GANADO BOVINO.

G. Chacón Pérez[1], J. Palacio Liesa[2], S. García-Belenguer Laita[1], A. Sanz Pascua[3], R. Revilla Delgado[3].

[1] Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.
[2] Dpto. Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada (Valencia).
[3] Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores se ha estudiado la capacidad de respuesta a situaciones estresantes de 2 razas de ganado bovino de montaña (Parda de Montaña y Pirenaica). La raza Pirenaica muestra una peor adaptación, tanto a situaciones de estrés biológico (en la subida estacional al pasto, con una mayor sensibilidad a problemas musculares) (García-Belenguer et al., 1996), como en la respuesta a tests de comportamiento (Palacio, 2000).

A nivel basal, la raza Pirenaica presenta concentraciones de cortisol más elevadas que la Parda de Montaña (García-Belenguer et al., 1996). El cortisol es una hormona esteroide sintetizada por la corteza adrenal, su producción aumenta en situaciones de estrés, considerándose en estos casos indicador del estado del bienestar animal (Cook et al., 1996). En este aspecto se recurre, cada vez más a menudo, a la realización de pruebas dinámicas para evaluar la capacidad de respuesta del eje corticotropo. La estimulación con hormona adrenocorticotropa (ACTH) es un test más especifico que la determinación del nivel basal de cortisol, ya que el primero puede revelar diferencias en la actividad funcional que no se observan al comparar los niveles basales de cortisol (Dantzer et al., 1983).

El objetivo de este estudio se centra en la valoración de la respuesta del cortisol salival y plasmático tras la estimulación con ACTH en dos razas bovinas teniendo en cuenta las diferencias respecto al efecto de la raza y de la edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 56 animales de la especie bovina, de los cuales 40 animales fueron sometidos a la prueba de supresión y estimulación del eje corticotropo y 16 animales pertenecientes al grupo control. El grupo experimental estaba formado por 20 hembras multíparas vacías en periodo de lactación de 2 razas diferentes de aptitud cárnica (Parda de Montaña y Pirenaica) con una edad de 4 a 12 años y sus respectivos terneros (con la misma proporción de machos y hembras dentro de cada raza), todos ellos con una edad comprendida entre los 4 y 4,5 meses. El grupo control estuvo formado por 4 animales de cada raza y edad. Ambas razas se criaron en idénticas condiciones de alimentación y manejo en un sistema de estabulación libre y en régimen de doble tetada.

El diseño experimental consistió en una prueba mixta de supresión con dexametasona seguida de una estimulación con ACTH. A cada animal se le tomó una muestra basal de saliva y plasma tras lo cual se les inyectó 20 μg/kg p.v. de dexametasona (Cortexona, Syva) vía i.m. A las 8 horas se les administró 0,5 mg (madres) ó 0,25 mg (terneros) de ACTH vía i.m. (Nuvacthen Depot, Novartis). Una hora tras la administración de ACTH se procedió a la extracción de sangre y saliva.

Los animales control se sometieron al mismo manejo que al resto de animales pero administrándoles solución salina fisiológica en vez de ACTH o dexametasona.

La determinación de cortisol en plasma y saliva se realizó mediante una técnica de EIA puesta a punto y validada en el laboratorio de Medicina Interna de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. La técnica tiene un límite de detección de 0,024 ng/ml y la recuperación es de 92,60-103,96% y de 91,36-126,5% en plasma y saliva respectivamente. La precisión intraensayo de 3,47-6,63% en plasma y de 1,47-7,30% en saliva, mientras que la precisión interensayo es de 3,92-9,93% en plasma y de 2,40-9,78% en saliva.

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS v.9.0. Al tener un número pequeño de muestras en cada lote, el estudio de los resultados se llevó a cabo con pruebas no paramétricas. Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para estudiar la diferencias debido a la raza y la edad y la prueba W de Wilconxon para muestras pareadas para estudiar el efecto producido por el tratamiento realizado con la ACTH. Por último las correlaciones entre los parámetros se observaron mediante la prueba de la R de Spearman.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al igual que en trabajos previos (García-Belenguer et al., 1996), a nivel basal se observan concentraciones de cortisol más elevadas en la raza Pirenaica que en la raza Parda de Montaña (tabla 1).

Tabla 1: Parámetros basales y tras la estimulación con ACTH. Letras indican diferencias significativas entre razas ($p<0,05$) y asteriscos diferencias significativas entre extracciones ($p<0,05$).

		Nivel Basal		Post ACTH	
		Parda de Montaña n=10	Pirenaica n=10	Parda de Montaña n=10	Pirenaica n=10
ADULTOS	Cortisol Plasmático (ng/ml)	$8,41 \pm 6,35^{a*}$	$18,97 \pm 8,12^{b*}$	$49,22 \pm 6,05$	$49,84 \pm 6,84$
	Cortisol salival (ng/ml)	$1,24 \pm 1,04^{*}$	$2,13 \pm 0,93^{*}$	$4,95 \pm 1,30$	$4,52 \pm 1,63$
	Relación cortisol saliva/plasma	14,74%	11,23%	10,06%	9,07%
JOVENES	Cortisol Plasmático (ng/ml)	$4,43 \pm 2,49^{*}$	$9,32 \pm 7,85^{*}$	$22,49 \pm 5,02$	$14,52 \pm 12,10$
	Cortisol salival (ng/ml)	$1,02 \pm 0,60^{a*}$	$1,67 \pm 1,07^{b}$	$4,88 \pm 3,19$	$2,77 \pm 0,83$
	Relación cortisol saliva/plasma	23,02%	17,92%	21,70%	19,08%

Existen diferencias significativas ($p<0,05$) entre los 2 grupos de edad, (tanto en la extracción basal como en la post ACTH) con menores concentraciones de cortisol en los terneros que en los animales adultos, lo cual puede deberse a diferentes factores: edad, estado fisiológico, alimentación, manejo, o tipo de estabulación. Sin embargo al calcular la respuesta tras la estimulación con ACTH, mediante el incremento del cortisol (figuras1-4), no se observan diferencias significativas respecto a la edad del animal. Por lo que el factor edad no influye en la capacidad de respuesta del eje corticotropo.

Las concentraciones de cortisol plasmático y salival post ACTH no muestran diferencias significativas entre razas. Pero al estudiar los incrementos de cortisol se observa como la raza Parda de Montaña tiene un aumento de cortisol de mayor intensidad (plasma= 880,28% ± 836,32; saliva 493,50% ± 261,95; n=20) que la raza Pirenaica (plasma=179,56% ± 209,44; saliva=235,21% ± 330,70; n=20).

La respuesta a la ACTH exógena da una idea de la habilidad del individuo para responder al estrés, la imposibilidad de aumentar o mantener el nivel de cortisol frente a un estímulo reduce su capacidad de adaptación a esa situación estresante. Los animales sometidos a un estrés crónico tienen menos capacidad de elevar el nivel de cortisol tras un estímulo estresante, lo que contribuye a la aparición de diversas enfermedades asociadas a estrés crónico (Gwazdauskas et al., 1980).

Las concentraciones basales de cortisol más altas en la raza Pirenica pueden estar produciendo un mayor feed back negativo diario en el eje corticotropo; por lo que su respuesta a estímulos exteriores puede encontrarse disminuida respecto a la raza Parda de Montaña, como se observa en la prueba de estimulación con ACTH (figuras1-4). Todos estos datos indican que la raza Parda de Montaña tiene una mayor capacidad de adaptación a estímulos estresantes que la raza Pirenaica, siendo esta última una raza más sensible a las situaciones de estrés.

Sin embargo, hay que destacar la gran variabilidad interindividual encontrada. Debido a ello, al comparar las diferencias entre razas en el incremento de cortisol salival, resulta significativo cuando tomamos el total de los 20 animales, no siéndolo si estudiamos el efecto dentro de cada grupo de edad (figuras 2 y 4). Esta variabilidad se puede disminuir administrando la ACTH via i.v. en vez de i.m, aunque la via i.v. produce un pico de cortisol de menor intensidad (Veissier y Le Neindre, 1988)

Figura 1: Incremento del cortisol plasmático tras la estimulación con ACTH en animales adultos de 2 razas de aptitud cárnica de la especie bovina.

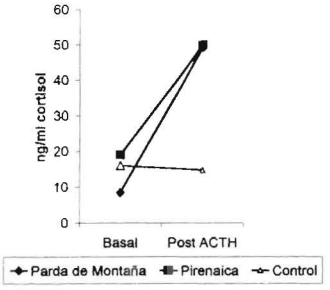


Figura 2: Incremento del cortisol salival tras la estimulación con ACTH en animales adultos de 2 razas de aptitud cárnica de la especie bovina.

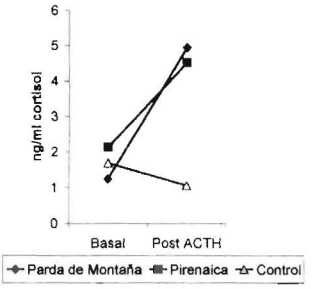


Figura 3: Incremento del cortisol plasmático tras la estimulación con ACTH en terneros de 2 razas de aptitud cárnica de la especie bovina.

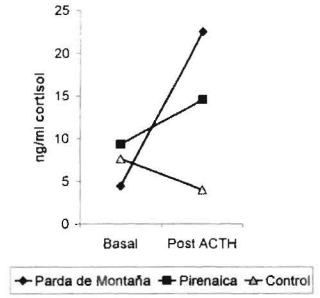
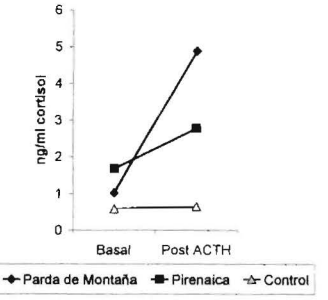


Figura 4: Incremento del cortisol salival tras la estimulación con ACTH en terneros de 2 razas de aptitud cárnica de la especie bovina.



Respecto al tipo de muestras hay que indicar la alta correlación entre las concentraciones de cortisol en plasma y saliva ($r=0,837$; $p<0,001$; $n=80$), siendo posible el uso de cualquiera de ellas. Sin embargo, la respuesta del cortisol plasmático tras la estimulación con ACTH es más clara a la producida en saliva.

Este resultado se puede deber a que las proteínas trasportadoras (CBG) no llegaron a saturarse con el aumento de cortisol; manteniendo la misma proporción de cortisol libre/unido que en condiciones basales. Puesto que a la saliva sólo se filtra la fracción libre de cortisol, el incremento en plasma es mayor, al reflejar ambas fracciones. La relación cortisol saliva/plasma confirma esta teoría, ya que permanece estable tras la estimulación (tabla 1). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en ganado porcino (Mendl et al., 1993; Cook et al.,1996).

Por tanto, las muestras de plasma ponen de manifiesto, de forma más evidente, las diferencias entre cortisol basal y post ACTH, así como las debidas a la raza. Pero no reflejan con exactitud la concentración de cortisol que realmente tiene actividad biológica en el organismo.

Como conclusión del presente trabajo, no se observaron diferencias en las edades del estudio (terneros/adultos) y la raza Pirenaica mostró una concentración basal de cortisol más alta y una menor respuesta ante la estimulación del eje corticotropo con ACTH.

BIBLIOGRAFÍA

Cook N.J, Schaefer A.L., Lepage A., Morgan Jones S., 1996. Canadian J. Anim. Sci. 76, 329-335.
Dantzer R., Mormède P., Bluthe R.M., Soissons J., 1983. Reprod Nutr Dévelop. 23 (3), 501-508.
García-Belenguer S., Palacio J., Gascón M., Aceña C., Revilla R., Mormède P., 1996 Vet. Research 27, 515-526.
Gwazdauskas F.C., Paape M.J., Peery D.A., McGilliard M.L., 1980. Am. J. Research 41(7), 1052-1056.
Mendl M.T., Broom D.M., Zarella A. J.,1993 Proceed. IV concentry conference U.K. American Soc. of Agricultura Engineers. St Joseph M.I: 461-467.
Palacio J., 2000. Tesis doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.
Veissier I., Le Neindre P., 1988. Reprod. Nutr. Develop. 28, 553-562.

METODOS DE DERIVATIZACION DE ACIDOS GRASOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS LINOLEICO CONJUGADOS EN CARNE

Aldai N.[1], Nájera AI.[2], Osoro K.[1]
[1]S.E.R.I.D.A., Apdo. 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias. E-mail: naldai@serida.org
[2] Área de Tecnología de Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad de País Vasco/Euskal-Herriko Unibertsitatea, Paseo de la Universidad 7, 01006 Vitoria

INTRODUCCION

En la actualidad son abundantes los trabajos de investigación que destinados al conocimiento de la calidad de la carne se centran en el estudio cualitativo de la grasa, y concretamente en la identificación y cuantificación de los ácidos grasos totales. Este tipo de estudios comprenden las siguientes etapas: extracción previa de los lípidos, derivatización de los grupos acilo para su conversión en moléculas menos polares y más volátiles, purificación en caso necesario y finalmente su identificación y cuantificación por cromatografía de gases, siendo ésta la técnica empleada de forma rutinaria tanto por su rapidez como por su alta resolución y sensibilidad (Horning *et al.*, 1964). La etapa de derivatización, reacción química a primera vista sencilla, se convierte en etapa clave cuando se requiere la cuantificación de los ácidos linoleico conjugados (CLA).

Los CLA engloban a una gran variedad de isómeros geométricos y posicionales del ácido α-linoleico ($C_{18:2}$) que se encuentran predominantemente en la grasa de origen animal, fundamentalmente en especies rumiantes. Su síntesis tiene lugar en el rumen de los animales debido a la biohidrogenación bacteriana del ácido α-linoleico (Kepler and Tove, 1967), la cual se ve favorecida en condiciones de ingestión de pasto (Dhiman *et al.*, 1996; Kelly *et al.*, 1998). La importancia de la determinación de los CLA radica en que diversos autores han reconocido su actividad terapeútica, especialmente del isómero *c*-9, *t*-11 $C_{18:2}$ (Ha *et al.*, 1990; Chin *et al.*, 1992).

En este trabajo se recoge una extensa revisión bibliográfica sobre los métodos de derivatización de los ácidos grasos, así como una valoración de las ventajas e inconvenientes en la aplicación para la determinación de CLA.

METODOS DE DERIVATIZACION

Derivatización en una o en dos etapas con empleo de catalizadores ácidos o alcalinos:

1) Transesterificación directa. Implica un único paso con catalizador ácido o alcalino.
2) Saponificación seguida de metilación. Implica una saponificación o hidrólisis alcalina para liberar los ácidos grasos en forma de acilglicéridos, seguido de una metilación en presencia de un catalizador ácido.

A) Métodos de catálisis ácida.

Tanto las transesterificaciones como las metilaciones con saponificación previa son posibles con catalizadores ácidos. Los más empleados son el trifloruro de boro, ácido clorhídrico y ácido sulfúrico, todos ellos en metanol. Estos esterifican tanto los ácidos grasos libres como los acilglicéridos, para lo cual se emplean

temperaturas bastante elevadas (100°C) que conllevan la posible pérdida de moléculas inestables al calor como pueden ser los CLA (Park *et al.*, 2002). Además, en varios estudios recientes se comprueba que cambian la distribución de los dobles enlaces conjugados, es decir producen isomerización en el que las combinaciones de isómeros *c, t* y *t, c* pasan a *t, t* al ser esta última más estable que las anteriores, y además producen artefactos de tipo metoxi (Kramer *et al.*, 1997; Yamasaki *et al.*, 1999; Park *et al.*, 2001). Esto ocurre sobre todo cuando junto a las altas temperaturas se emplean tiempos prolongados de reacción. Sin embargo, cuando se aplican temperaturas más suaves con tiempos prolongados, aunque la isomerización y la formación de artefactos disminuyen notablemente, la esterificación de los acilgliceridos puede no ser completa (Werner *et al.*, 1992; Yurawecz *et al.*, 1999). Para evitar la isomerización de los linoleicos conjugados Park *et al.* (2002) proponen la adición de antiisomerizantes como el dimetilsulfoxido (DMSO) y el dimetilformamida (DMF) en la mezcla de reacción, los cuales parecen inhibir la interacción entre los alcoholes protonados y los dobles enlaces. Aunque diversos autores aconsejan la utilización de métodos combinados en dos etapas como alternativa a la metanolisis ácida y evitar sus defectos, con una saponificación previa y metilación ácida posterior más suave siguen produciéndose los procesos de isomerización y formación de artefactos (Shantha *et al.*, 1993; Kramer *et al.*, 1997).

B) Métodos de catálisis alcalina

Se trata básicamente de transesterificaciones con catalizadores básicos, donde una de las condiciones más estrictas es la ausencia de agua en la mezcla de reacción ya que su presencia implicaría la saponificación de los ácidos grasos como reacción irreversible anulando la metilación de los mismos (Christie, 1989; Hammond, 1993; Shantha *et al.*, 1993).

Los más empleados, entre otros, son el metóxido sódico, el hidróxido potásico en metanol y la tetrametilguanidina en metanol. En general las reacciones se dan a temperaturas suaves (50°C), incluso a veces a temperatura ambiente, por lo que no se produce la isomerización de los linoleicos conjugados ni artefactos tipo metoxi (Shantha *et al.*, 1993; Kramer *et al.*, 1997). En cambio, estos esterifican únicamente los acilglicéridos y no los ácidos grasos libres ni los que llevan un enlace tipo amida (esfingolípidos o glucoesfingolípidos). Y tampoco esterifican los ácidos grasos de cadena corta, (Christie, 1982; Banni *et al.*, 1995). Además, en estos casos es muy importante tener en cuenta el lavado de las muestras antes de inyectarlos en el cromatógrafo para evitar que se produzcan picos extraños debidos a restos de reactivo en la muestra a analizar (Bannon *et al.*, 1982).

Como alternativa a los catalizadores ácidos y alcalinos, en la bibliografia de los ultimos años (Enser *et al.*, 1999, 2000; Fritsche *et al.*, 2000; Scollan *et al.*, 2001) se hace referencia al empleo de diazometano para la determinacion de CLA en alimentos como leche y carne y sus derivados. Se trata de un gas tóxico que se obtiene por destilación y se recoge normalmente en éter dietílico. Hoy día, debido a su alta toxicidad y peligrosidad en su obtención, se comercializa estabilizado en forma de solución de trimetilsilildiazometano en hexano o en éter dietílico (Sigma-Aldrich), cuya efectividad ya fue corroborada por Hashimoto y colaboradores en el año 1981. Únicamente esterifica los ácidos grasos libres con lo cual es importante hidrolizar previamente la muestra con un álcali o aplicar una transesterificación

alcalina al final para acabar de esterificar los acilglicéridos (Christie, 1982). La esterificación es instantánea en presencia de metanol y trimetilsilildiazometano en exceso en la mezcla de reacción, y se monitoriza fácilmente con el control de la desaparición del color amarillento peculiar que aporta este reactivo. Además, trabaja en condiciones suaves, no produce isomerización de los ácidos linoleicos conjugados y según Kramer *et al.* (1997) no produce artefactos de tipo metoxi. Sin embargo, en el estudio llevado a cabo por Park *et al.* (2001) se detectaron artefactos debidos a moléculas de trimetilsilil e impurezas al inicio de los cromatogramas que podrían interferir con ácidos grasos de cadena corta, por otra parte, de poca importancia en la carne.

A la vista de los resultados publicados, el empleo del trimetilsilildiazometano parece ser una buena alternativa para la determinación de los ácidos linoleicos conjugados en alimentos como la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Banni S., Day BW., Evans RW., Corongiu FP., Lombardi B. 1995. J. Nutr. Biochem. 6: 281-289.

Bannon CD., Breen GJ., Craske JD., Hai NT., Harper NL., O'Rourke KL. 1982. J. Chromatogr. 247: 71.

Chin SF., Liu W., Storkson JM., Ha YL., Pariza WM. 1992. J. Food Compos. Anal. 5: 185-197.

Christie WW. 1982. 2nd edn., Pergamon Press, Oxford.

Christie WW. 1989. The Oily Press Ltd., Ayr, Scotland.

Dhiman TR., Anand GR., Satter LD., Pariza MW. 1996. J. Dairy Sci. 79 (S1): 137.

Enser M., Richardson RI., Wood JD., Gill BP., Sheard PR. 2000. Meat Sci. 55: 201-212.

Enser M., Scollan ND., Choi NJ., Kurt E., Hallett K., Wood JD. 1999. Anim. Sci. 69: 143-146.

Fritsche J., Fritsche S., Solomon MB., Mossoba MM., Yurawecz MP., Morehouse K., Ku Y. 2000. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 102:667-672.

Ha YL., Storkson J., Pariza MW. 1990. Cancer Res. 50: 1097-1101.

Hammond EW. 1993. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Hashimoto N., Aoyama T., Shioiri T. 1981. Chem. Pharm. Bull. 29(5): 1475-1981.

Horning EC., Ahrens EH Jr., Lipsky SR., Mattson FH., Mead JF., Turner DA., Goldwater WH. 1964. J. Lipid Res. 5: 20-27.

Kelly ML., Kolver ES., Bauman DE., Van Amburgh ME., Muller LD. 1998. J. Dairy Sci. 81: 1630-1636.

Kepler CR., Tove SB. 1967. J. Biol. Chem. 242: 5686-5692.

Kramer JKG., Fellner V., Dugan MER., Sauer FD., Mossoba MM., Yurawecz MP. 1997. Lipids 32: 1219-1228.

Park SJ., Park CW., Kim SJ., Kim JK., Kim YR., Park KA., Kim JO., Ha YL. (2002). J. Agric. Food Chem. 50: 989-996.

Park Y., Albright KJ., Cai ZY., Pariza MW. 2001. J. Agr. Food Chem. 49: 1158-1164.

Scollan ND., Choi NJ., Kurt E., Fisher AV., Enser M., Wood JD. 2001. British J. Nutr. 85: 115-124.

Shantha NC., Decker EA., Hennig B. 1993. JAOAC International 76(3): 644-649.

Werner AS., Luedecke LO., Shultz TD. 1992. J Agric. Food Chem. 40: 1817-1821.

Yamasaki M., Kishihara K., Ikeda I., Sugano M., Yamada K. 1999. JAOCS 76(8): 933-938.

Yurawecz MP., Sehat N., Mossoba MM., Roach JAG., Kramer JKG., Ku Y. 1999. Fett/Lipid 101(8): S277-282.

COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE POTRO PRODUCIDA EN NAVARRA.

Sarriés MV., Indurain G., Goñi V., Insausti K., Pérez de Muniain A*, Beriain MJ.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UPNA. 31006 Pamplona.
(*)ITG.G. S.A. Ctra Sadar s/n 31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La carne de potro es un producto de interés ya que su sistema de producción se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales de las zonas donde se crían.

La composición de los ácidos grasos en la carne constituye uno de los aspectos más relevantes para la aceptabilidad y el consumo de la carne ya que su concentración y su composición influye de manera importante en las propiedades organolépticas de la carne: textura, jugosidad, sabor, aroma, color, etc. (Cobos et al., 1994). Además, la relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados (AGP/AGS), y $\omega 6/\omega 3$ que están presentes en la grasa intramuscular determinan la bondad nutricional de la misma.

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar la composión, la concentración y la calidad nutricional de los ácidos grasos que están presentes en la carne de potro que actualmente se cría en Navarra en régimen de alimentación intensivo y extensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se han empleado 53 potros criados en dos sistemas de producción diferentes. 22 animales (11 machos y 11 hembras) se criaron en un régimen intensivo recibiendo leche materna hasta los 8 meses de edad y tras el destete se alimentaron a base de concentrado y paja hasta el momento del sacrificio (15-16 meses). 30 animales (22 machos y 8 hembras) se criaron en condiciones extensivas permaneciendo con sus madres hasta los 13-14 meses de edad. Posteriormente, fueron finalizados durante 4 meses a base de concentrado y paja hasta el momento del sacrificio (17-18) meses.

Las medidas de la calidad de la grasa de la carne se realizaron en la 11ª chuleta del músculo *Longissimus dorsi* de la media canal izquierda. La carne se maduró durante 4 días en la pieza sin cortar (2ºC) y posteriormente, una vez cortada y en condiciones de vacío (2ºC, EGAR VAC, 99%) las muestras fueron congeladas a –20ºC.

La grasa intramuscular presente en la carne se extrajo empleando el método de Bligh y Dyer (1959). Posteriormente, se procedió a la metilación de este extracto mediante el método de Morrison y Smith (1964). Se utilizó un cromatógrafo de gases (ISO, 1990) HP 5890 (Hewlett-Packard, España) serie II equipado con detector de ionización de llama (FID) con un sistema de inyección automático (modelo 7673, Hewlett-Packard, España). La separación de los ácidos grasos se realizó usando una columna capilar Supelco (SP ^{TM} 2560). Como gas portador se empleó helio con flujo de 1ml/min y se utilizó la inyección en modo splitless. El volumen de inyección fue de 1 µl. Para la identificación de los metil-ésteres de los ácidos grasos procedentes de las muestras de carne se empleó una mezcla de patrones de la marca Nu-Check-Prep, Inc (GLC Reference Standard 534, Elysian, MN 56028). Se utilizó el ácido heneicosanoico (C21:0) como patrón interno. Para calcular el porcentaje de grasa intramuscular se utilizó el método Soxhlet (ISO 1443-1973B). Por último, se determinó el total de ácidos grasos poliinsaturados (AGP), monoinsaturados (AGM), saturados (AGS), $\omega 6$, $\omega 3$ y la relación entre AGP/AGS, AGM/AGS y $\omega 6/\omega 3$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la tabla 1 se muestran las medias mínimo cuadráticas con las desviaciones estándar de los porcentajes de ácidos grasos totales en la carne de potros criados en Navarra en sistemas de

alimentación intensivo y extensivo. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en ningún ácido graso debidas al sexo pero, sin embargo, los sistemas de cría estudiados afectaron al porcentaje de un amplio número de ácidos grasos, especialmente en el caso de los AGP ($p<0,05$) (Tabla 1). Se observa que la grasa de la carne de potro está constituida aproximadamente por un 42% de AGS siendo el ácido palmítico, el esteárico, el mirístico y el behénico los AGS que se encuentran de mayor concentración. Existieron diferencias entre los dos sistemas en el porcentaje de AGM, presentando los animales criados en extensivo mayor porcentaje de MUFA (32%) que los criados en intensivo (28%). Estas diferencias se podrían deber a la mayor edad con que fueron sacrificados los potros del sistema extensivo. Entre los MUFA destaca el ácido oleico como el más abundante seguido del palmitoleico. Finalmente, los AGP representaron alrededor del 26% de los AG totales, siendo los ácidos linoleico, eicosadienoico, araquidónico y linolénico los mayoritarios. En relación con la calidad nutricional de la grasa de la carne de potro se observa que en ambos sistemas de cría la relación entre AGP/AGS es superior a la recomendada por el Ministerio de Salud del Reino Unido (AGP/AGS=0,45). En este sentido la carne de potro presenta una buena calidad nutricional en relación con la composición de su grasa. Atendiendo al índice de calidad nutricional propuesto por Budowski (1988), se observa que los animales de extensivo presentan mejor relación entre los ácidos $\omega 6/\omega 3$ que los de intensivo ($p<0,001$). Esto se explicaría porque el contenido de ácidos $\omega 6$ ($p<0,05$) fue superior en los potros criados en intensivo, y el contenido de ácidos grasos $\omega 3$ ($p<0,01$) fue superior en los de extensivo. En la figura 1 el análisis discriminante diferencia la carne de los animales criados en intensivo de los de extensivo, con el 98,1% de los casos correctamente clasificados, debido a que los primeros presentan mayores cantidades de ácidos saturados y poliinsaturados que los de extensivo. Este hecho puede deberse al mayor engrasamiento de los potros criados en extensivo frente a los de intensivo (5,24 $\pm$ 3,35 % *vs* 3,02 $\pm$ 0,99 %) $p<0,05$, respectivamente), debido a su mayor edad en el momento de sacrificio.

Tabla 1.- Medias mínimo cuadráticas, desviación estándar y contrastes de hipótesis entre sistemas de producción de los porcentajes de ácidos grasos totales en la carne de los potros criados en extensivo y intensivo.

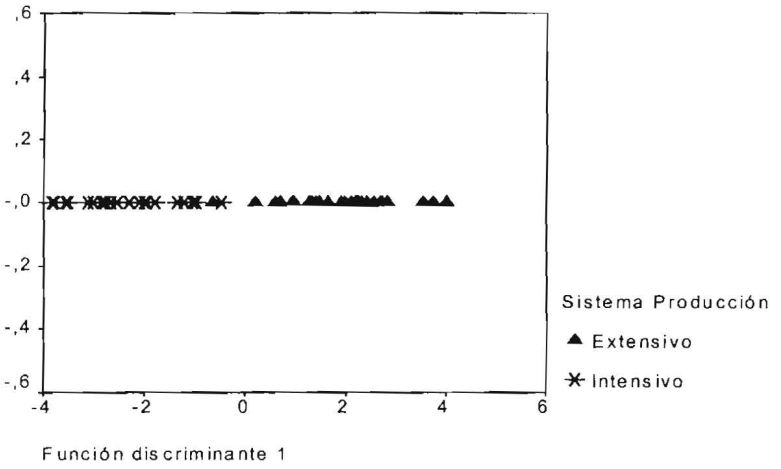
	EXTENSIVO		INTENSIVO		
	media	ds	media	ds	Sig.
Ácidos grasos saturados					
laúrico (C12:0)	0,28	0,10	0,27	0,18	ns
mirístico (C14:0)	3,24	0,88	2,61	0,89	*
pentadecanoico (C15:0)	0,26	0,07	0,25	0,07	ns
palmítico (C16:0)	28,99	2,20	29,29	3,04	ns
heptadecanoico (C17:0)	0,31	0,08	0,29	0,05	ns
esteárico (C18:0)	6,52	2,79	8,42	2,33	*
araquídico (C20:0)	0,15	0,13	0,14	0,05	ns
behénico (C22:0)	1,49	1,21	1,59	0,91	ns
lignocérico (C24:0)	0,40	0,31	0,44	0,23	ns
Ácidos grasos monoinsaturados					
miristoleico (C14:1w5)	0,35	0,11	0,27	0,14	*
palmitelaídico (C16:1t)	0,15	0,09	0,13	0,07	ns
palmitoleico (C16:1)	5,40	2,19	4,35	2,08	ns
heptadecenoico (C17:1)	0,21	0,11	0,25	0,14	ns
elaídico (C18:1t)	0,81	0,51	0,76	0,38	ns
oleico (C18:1w9c)	23,45	6,31	20,50	5,05	ns
vaccénico (C18:1w11c)	1,60	0,33	1,68	0,35	ns
eicosenoico (C20:1w9c)	0,30	0,06	0,25	0,06	**
erúcico (C22:1)	0,13	0,09	0,20	0,14	*

(Continuación Tabla 1)

	EXTENSIVO		INTENSIVO		
	media	ds	media	ds	Sig.
Ácidos grasos poliinsaturados					
linoelaídico (C18:2tt)	0,16	0,13	0,16	0,09	ns
linoleico (C18:2w6c)	15,83	3,62	18,11	3,69	*
gamma linolénico (C18:3w6)	0,06	0,03	0,07	0,03	ns
linolénico (C18:3w3)	2,20	1,34	0,90	0,75	***
eicosadienoico (C20:2w6)	3,76	2,11	3,22	1,78	ns
homo-gamma linolénico (C20:3w6)	0,61	0,56	0,77	0,42	ns
eicosatrienoico (C20:3)	0,14	0,05	0,12	0,08	ns
araquidónico (C20:4w6)	1,61	0,89	2,47	0,96	**
docosadienoico (C22:2w6)	0,16	0,09	0,24	0,14	*
eicosapentanoico (C20:5)	0,11	0,06	0,17	0,07	**
narvónico (C24:1w9)	0,39	0,19	0,62	0,32	**
docosatetranoico (C22:4)	0,40	0,25	0,62	0,38	*
docosahexanoico (DHA, C22:6w3)	0,38	3,57	0,68	0,36	**
AGS	41,69	4,46	43,35	4,16	ns
AGM	32,42	8,36	28,43	6,96	*
AGP	25,87	5,02	28,21	5,13	ns
AGM/AGS	0,80	0,27	0,67	0,21	*
AGP/AGS	0,62	0,09	0,65	0,13	ns
w3	2,58	1,26	1,58	0,74	**
w6	22,05	5,03	24,91	5,06	*
w6/w3	11,15	6,96	19,16	10,17	**

(ns, no significativo; *, p< 0,05; **, p<0,01; ***, p<0,001)

Figura 1.- Análisis Discriminante de los ácidos grasos de la carne de potro. Representación gráfica de la función 1 canónica discriminante de acuerdo al criterio de clasificación: sistemas de producción



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bligh and Dyer (1959). Ca. J. Biochem. Physiol., 37, 911. **Budowski** (1988). World Rev. Nutr. Diet, 57, 214. **Cobos** (1994). Ciencia y tecnología de los alimentos *34 (1):35-51* **ISO 1443** (1973B). **Morrison and Smith** (1964). J. Lipid Research, 5, 600.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 100-102

CARACTERIZACIÓN DE DOS CORDEROS LECHALES MADRILEÑOS (COLMENAREÑO Y RUBIO DE EL MOLAR). I. CALIDAD DE LAS CANALES

Blázquez B., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Onega E.
IMIA. Apdo. 127. E- 28800 Alcalá de Henares. E-mail: belen.blazquez@imia.madrid.org

INTRODUCCIÓN

En la Comunidad de Madrid existen dos razas autóctonas de ganado ovino: la oveja Rubia de El Molar y la oveja Colmenareña. Ambas razas ovinas pertenecen al tronco Churro, encontrándose la raza Rubia de El Molar en grave riesgo de desaparición, presentando actualmente un censo de unos 800 ejemplares en toda la Comunidad de Madrid (datos del Instituto Tecnológico de Desarrollo Agrario de la Comunidad de Madrid), mientras que el censo de reproductoras inscritas en el Libro Genealógico de la oveja Colmenareña es de unas tres mil cabezas (Díez de Tejada y Fernández, 2001). El presente trabajo pretende definir las características de la canal de corderos lechales de ambos sexos pertenecientes a ambas razas ovinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 28 corderos de la raza Rubia de El Molar (14 machos y 14 hembras) y 37 corderos pertenecientes a la raza Colmenareña (20 machos y 17 hembras). Los animales fueron sacrificados entre los 10 y los 15 Kg de peso vivo. Sobre las canales enteras fueron tomadas las distintas medidas de morfología de la canal (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2000): B o perímetro de la grupa, G o anchura de la grupa y Wr o anchura del tórax. Sobre la media canal izquierda se tomaron las medidas F o longitud de la pierna, L o longitud interna de la canal y Th o profundidad del tórax. También se procedió a la clasificación del estado de engrasamiento de las canales según el Modelo Comunitario de Clasificación de canales de Corderos ligeros (CEU), el método de Colomer-Rocher (CEC) (Colomer-Rocher *et al.*, 1988), y una escala nueva (CN) según Ruiz de Huidobro *et al.* (2000). Así mismo se clasificó la conformación de las canales (CCC) según el método de Colomer-Rocher (Colomer-Rocher *et al.*, 1988). Se realizó el despiece de la media canal izquierda de acuerdo con el despiece normalizado de Colomer-Rocher *et al.* (1972). De este modo se obtuvieron las piernas de las cuales se separaron mediante disección los diferentes tejidos: músculo, hueso y depósitos adiposos. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete informático Statistica para Windows v.5.0. Se realizó un anova entre razas, tomando el peso de la canal caliente como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios del peso de la canal fría así como de las diferentes medidas e índices de la canal vienen representados en la Tabla 1. No se han observado diferencias significativas entre machos y hembras de ambas razas, en lo que se refiere a las medidas tomadas sobre la canal entera. No ocurre así con respecto a las medidas sobre la media canal, presentando tanto los machos como las hembras de la raza Rubia de El Molar una mayor longitud de la pierna. Además, los machos pertenecientes a la raza ovina Rubia de El Molar presentan una mayor longitud interna de la canal así como una mayor profundidad de tórax, obteniendo de esta manera un menor índice de compacidad de la pierna (G/F).

Tabla 1. Valores medios y análisis de varianza de las medidas de la canal en las dos razas ovinas

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos n=14		Hembras n=14		Machos N=20		Hembras N=17		M	H
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
PCF (g)	6244	± 387,2	6217	± 411,8	5487	± 197,6	5300	± 207,1	0,1484	0,1639
G (cm)	15,6	± 0,32	15,6	± 0,40	15,0	± 0,19	14,9	± 0,24	0,4064	0,6123
B (cm)	43,4	± 0,78	43,0	± 0,85	41,5	± 0,50	41,2	± 0,58	0,1867	0,5644
Wr (cm)	13,6	± 0,36	13,7	± 0,51	13,2	± 0,21	12,9	± 0,26	0,7731	0,6390
F (cm)	25,1	± 0,45	24,2	± 0,58	22,9	± 0,36	22,4	± 0,32	0,0018	0,0263
L (cm)	44,7	± 0,71	43,3	± 1,24	41,2	± 0,54	41,4	± 0,52	0,0019	0,6435
Th	20,8	± 0,49	20,1	± 0,57	19,3	± 0,27	19,1	± 0,26	0,0158	0,6407
Wr/Th	0,66	± 0,012	0,69	± 0,031	0,69	± 0,008	0,67	± 0,011	0,1239	0,7509
G/F	0,63	± 0,011	0,65	± 0,025	0,66	± 0,007	0,67	± 0,010	0,0463	0,2099
Ppie/F	41,74	± 2,164	43,25	± 2,607	38,44	± 0,915	37,63	± 1,224	0,8360	0,1754
PCF/L	138,42	± 6,653	143,16	± 7,547	132,97	± 3,174	127,98	± 3,624	0,1966	0,3751

Tabla 2. Medias y análisis de la varianza de las variables de clasificación de las canales en ambas razas ovinas

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos n=14		Hembras n=14		Machos N=20		Hembras N=17		M	H
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
CEC	1,04	± 0,083	1,13	± 0,095	1,21	± 0,084	1,09	± 0,062	0,0049	0,4064
CCC	1,08	± 0,046	1,17	± 0,080	1,07	± 0,035	1,14	± 0,077	0,5173	0,6374
CEU	1,24	± 0,083	1,40	± 0,105	1,48	± 0,057	1,33	± 0,042	0,0000	0,3027
CN	1,45	± 0,125	1,74	± 0,163	1,79	± 0,149	1,61	± 0,163	0,0005	0,4239
Esp (mm)	1,44	± 0,212	2,43	± 0,315	2,01	± 0,157	2,44	± 0,207	0,0005	0,0748
Cons (ptos)	1,00	± 0,000	1,00	± 0,000	1,00	± 0,000	1,00	± 0,000	1,0000	1,0000
CPR (ptos)	2,05	± 0,114	2,27	± 0,119	2,18	± 0,088	2,34	± 0,132	0,0246	0,0962
Gpr (g)	170	± 18,33	197	± 20,17	167	± 13,86	197	± 26,56	0,1309	0,0114
Gpr (%)	2,58	± 0,184	2,98	± 0,188	2,99	± 0,155	3,56	± 0,367	0,0577	0,0031

En la Tabla 2 puede apreciarse cómo los machos pertenecientes a la raza Colmenareña han obtenido mayores puntuaciones en todos los métodos de clasificación del estado de engrasamiento de las canales, mientras que las hembras de esta raza han presentado significativamente una mayor cantidad y proporción de grasa pélvicorrenal que las hembras pertenecientes a la raza Rubia de El Molar. A un mismo peso de sacrificio, los corderos Colmenareños han obtenido un mayor nivel de desarrollo, presentando una mayor deposición grasa y siendo ésta significativamente mayor en el caso de la grasa pélvicorrenal de las hembras, al tratarse de un depósito adiposo de desarrollo precoz (Black, 1983).

En lo que se refiere a la proporción de piezas (Tabla 3), se observa cómo los animales pertenecientes a la raza Rubia de El Molar presentan una mayor proporción de pierna que los animales de la raza Colmenareña, tanto machos como hembras. El costillar, pieza de desarrollo más tardío (Boccard *et al.*, 1962), obtiene una mayor importancia en los animales de la raza Colmenareña que en los de la raza Rubia de El Molar, coincidiendo con el mayor desarrollo de la primera raza a un mismo peso de sacrificio.

Tabla 3. Medias y análisis de la varianza de la proporción de piezas

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos		Hembras		Machos		Hembras		M	H
	n=14		n=14		N=20		N=17			
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
%ESP	20,42	± 0,331	19,69	± 0,214	20,70	± 0,164	20,22	± 0,212	0,8356	0,3988
%PIE	33,62	± 0,612	32,95	± 0,333	32,37	± 0,286	31,87	± 0,250	0,0066	0,0161
%COS	20,58	± 0,323	21,89	± 0,387	21,11	± 0,261	22,45	± 0,368	0,0243	0,0138
%BAD	7,95	± 0,204	7,67	± 0,209	7,20	± 0,135	7,25	± 0,167	0,0059	0,1655
%CUE	6,88	± 0,226	6,72	± 0,324	7,39	± 0,127	7,21	± 0,203	0,3358	0,5395
%BAJ	10,02	± 0,446	10,55	± 0,240	10,55	± 0,267	10,43	± 0,249	0,0451	0,5846

Tabla 4. Medias y análisis de la varianza de la proporción de tejidos de la pierna izquierda en ambas razas ovinas

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos		Hembras		Machos		Hembras		M	H
	n=14		n=14		N=20		N=17			
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
%M	62,71	± 0,478	63,06	± 0,714	63,18	± 0,695	62,74	± 0,465	0,4752	0,9091
%H	21,82	± 0,562	20,52	± 0,467	21,26	± 0,224	21,07	± 0,344	0,0027	0,5778
%SC	5,33	± 0,579	6,21	± 0,437	6,12	± 0,342	6,05	± 0,342	0,0228	0,4817
%IM	4,06	± 0,219	4,32	± 0,108	4,57	± 0,366	4,67	± 0,444	0,1743	0,2883
%PV	2,55	± 0,239	2,87	± 0,165	1,81	± 0,133	1,97	± 0,163	0,0089	0,0023
%GT	11,94	± 0,708	13,41	± 0,528	12,50	± 0,463	12,69	± 0,517	0,0609	0,8610
M/H	2,90	± 0,081	3,42	± 0,483	3,25	± 0,306	2,99	± 0,053	0,2204	0,5608
M/G	5,51	± 0,339	4,81	± 0,222	5,18	± 0,191	5,09	± 0,225	0,0700	0,9401
M+H/G	7,44	± 0,481	6,38	± 0,300	6,89	± 0,270	6,80	± 0,305	0,0297	0,9170

En cuanto a la composición tisular (Tabla 4), los machos de la raza Colmenareña presentan una menor proporción de hueso, ya que ha perdido importancia relativa en una pieza de desarrollo precoz como es la pierna (Ruiz de Huidobro, 1992); una mayor proporción de grasa subcutánea, ya que ha existido un mayor depósito al presentar un mayor grado de madurez; y una menor proporción de grasa pélvica, tanto los machos como las hembras, frente a la raza Rubia de El Molar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DÍEZ DE TEJADA, P.; FERNÁNDEZ, J.M. 2001. Ganadería, 5, 25-27.

RUIZ DE HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V.; ONEGA, E.; VELASCO, S. 2000. V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO (Eds.). Monografías INIA. Madrid. pp.81-102.

COLOMER-ROCHER, F.; DUMONT, B. L.; MURILLO, N. 1972. Anales del INIA, Serie: Producción Animal, 3: 79-108.

COLOMER-ROCHER, F.; DELFA, R.; SIERRA, I. 1988. Cuadernos INIA, 17, 19-41.

BLACK, J. L. 1983. Butterworths, Londres. pp. 21-58.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.-L.; LEFÈBVRE, J. 1962. Ann. Zootech., 11(4): 257-262.

CARACTERIZACIÓN DE DOS CORDEROS LECHALES MADRILEÑOS (COLMENAREÑO Y RUBIO DE EL MOLAR). II. CALIDAD DE LAS CARNES

Blázquez B., Miguel E., Ruiz de Huidobro F., Onega E.
IMIA. Apdo. 127. E- 28800 Alcalá de Henares. E-mail: belen.blazquez@imia.madrid.org

INTRODUCCIÓN

Hoy en día todos los sectores de la producción de carne hablan de la calidad como de un objetivo prioritario. El problema es que el concepto de calidad es bastante ambiguo y complejo y que para obtener esa calidad, desde el animal vivo hasta el momento del consumo, existen múltiples eslabones de la cadena de producción-comercialización que van a afectarla directamente.

Entre los parámetros que definen la calidad de la carne se encuentran el pH, la humedad, el color y la capacidad de retención de agua, así como el análisis instrumental de la textura, para evaluar las sensaciones que se percibirán al consumirla.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar las características de la calidad de la carne de corderos lechales pertenecientes a dos razas autóctonas de la Comunidad de Madrid: la raza ovina Rubia de El Molar y la raza Colmenareña.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se emplearon 28 corderos de la raza Rubia de El Molar (14 machos y 14 hembras) y 37 corderos pertenecientes a la raza Colmenareña (20 machos y 17 hembras), sacrificados entre los 10 y los 15 Kg de peso vivo.

El pH se valoró a las 0 horas y a las 24 horas *post mortem* mediante un pHmetro provisto de electrodo de penetración tanto a nivel del músculo *m. longissimus thoracis et lumborum* como *m. semitendinosus*.

A nivel de la decimotercera vértebra torácica también fueron determinados los diámetros mayor y menor del músculo *m. longissimus thoracis et lumborum*, así como el espesor de la grasa subcutánea a nivel del centro del corte transversal del músculo (Hammond, 1936).

El color se determinó mediante un colorímetro Minolta Chroma Meter-CR-200, utilizando el espacio de Color CIELAB (CIE, 1976), en el músculo *m. longissimus thoracis et lumborum* y en la grasa subcutánea del maslo de la cola.

La determinación de la humedad se realizó según Oliván *et al.* (2000) en una porción del mismo músculo.

La capacidad de retención de agua se determinó mediante el método de presión de Grau y Hamm (1953), modificado por Sierra (1973), expresando los resultados como porcentaje de jugo expulsado.

Se realizó el análisis de textura mediante un texturómetro Texture Analyzer TA-XT2 con sonda de Warner-Bratzler (WB) para la prueba de ruptura y con sonda cilíndrica de ebonita de 10 mm de diámetro para la prueba del perfil de textura (TPA).

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete informático Statistica para Windows v.5.0. Se realizó un anova entre razas dentro de cada sexo, tomando el peso de la canal caliente como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los machos Colmenareños presentaron menor humedad (Tabla 1) que los machos de la raza Rubia de El Molar, y sin embargo, tanto los machos como las hembras de esta raza poseen una mayor capacidad de retención de agua. Esto va a influir, como se verá posteriormente en los parámetros instrumentales de textura y concretamente en el análisis de perfil de textura.

En cuanto a los parámetros que determinan el color de la carne y de la grasa del maslo de la cola están representados en la tabla 2. Los animales Rubios de El Molar presentaron una menor luminosidad a nivel del músculo dorsal largo, un mayor índice de rojo y un menor índice de amarillo. La saturación de color de este músculo es mayor en los machos de la raza Rubia, mientras que tanto machos como hembras Colmenareños presentaron una mayor tonalidad. Es decir, los animales pertenecientes a la raza Rubia de El Molar presentaron una carne más oscura que los de la raza Colmenareña. También se obtuvieron diferencias significativas en el color a nivel de la grasa del maslo de la cola, presentando las hembras Colmenareñas una mayor luminosidad y un menor índice de rojo, y los machos de la misma raza, un mayor grado de tonalidad.

En cuanto a los resultados obtenidos en los parámetros instrumentales de textura (Tabla 3), solamente se obtuvieron diferencias significativas en los parámetros del análisis de perfil de textura, presentando los machos Colmenareños una mayor dureza, elasticidad y masticabilidad que los machos de la raza Rubia de El Molar, lo cual estaría relacionado con la humedad y la mayor proporción de jugo expulsado (CRA) que presentaron estos animales.

Por último se puede observar cómo los animales pertenecientes a la raza Rubia de El Molar poseen una forma de la chuleta más ovalada, como muestran los valores de longitud y anchura del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la decimotercera vértebra torácica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C.I.E. 1976. Définition d'un space de couleur par deux coordonnées de cromaticité et la luminosité. 18^{éme} session, 1975. Publicación CIE nº 36. Centre international de l'éclairage, Paris (France).

GRAU, R.; HAMM, R. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. Die Naturwissenschaften, 40 (1), 29-30.

HAMMOND, J. 1936. The shape of the *longissimus dorsi* muscle in domestic animals. Neue Forschungen in Tierzucht. und Abstammungsleghre, 92-96.

OLIVÁN, M. C.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, M.J.; GARCÍA, M.J.; NOVAL, G.; OSORO, K. 2000. Análisis químico de la carne. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. pp 181-203. Ed/Co. V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO. Monografías INIA. Madrid.

Tabla 1. Medias y análisis de la varianza del pH a las 0 y 24 horas, humedad y CRA

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos n=14		Hembras n=14		Machos n=20		Hembras n=17		M	H
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
pH0 LD	6,40	± 0,067	6,49	± 0,039	6,46	± 0,041	6,48	± 0,043	0,1620	0,7308
pH24 LD	5,71	± 0,076	5,65	± 0,034	5,75	± 0,018	5,77	± 0,020	0,6710	0,0874
pH0 ST	5,96	± 0,059	6,13	± 0,076	6,25	± 0,090	6,10	± 0,083	0,0133	0,6854
pH24 ST	5,79	± 0,052	5,70	± 0,024	5,76	± 0,026	5,75	± 0,017	0,4738	0,3598
Humed	78,48	± 0,233	77,11	± 0,376	77,71	± 0,182	77,42	± 0,234	0,0328	0,5490
CRA	12,71	± 0,730	11,96	± 0,637	16,64	± 0,445	16,48	± 0,490	0,0000	0,0000

Tabla 2. Medias y análisis de la varianza del color del músculo y de la grasa del maslo de la cola

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos n=14		Hembras n=14		Machos n=20		Hembras n=17		Machos	Hembras
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
LD L*	42,44	± 0,549	42,81	± 0,580	47,27	± 0,369	46,21	± 0,561	0,0000	0,0001
LD a*	13,45	± 0,359	13,19	± 0,301	11,08	± 0,313	12,06	± 0,397	0,0000	0,0665
LD b*	3,79	± 0,190	4,17	± 0,196	5,76	± 0,246	5,20	± 0,252	0,0000	0,0059
LD C*	13,99	± 0,357	13,86	± 0,291	12,56	± 0,247	13,21	± 0,312	0,0030	0,2709
LD H*	16,73	± 0,961	18,98	± 1,073	27,68	± 1,455	23,72	± 1,596	0,0000	0,0330
Gr L*	70,38	± 0,782	68,57	± 0,583	71,55	± 0,472	71,67	± 0,524	0,1199	0,0005
Gr a*	6,79	± 0,528	6,77	± 0,452	3,93	± 0,533	5,01	± 0,597	0,0003	0,0309
Gr b*	8,26	± 0,363	8,85	± 0,431	8,60	± 0,714	7,91	± 0,649	0,5834	0,3347
Gr C*	10,74	± 0,572	11,16	± 0,596	9,78	± 0,591	9,70	± 0,442	0,2660	0,1123
Gr H*	51,16	± 1,534	52,88	± 0,929	63,42	± 4,003	56,23	± 4,317	0,0048	0,4138

Tabla 3. Medias y análisis de la varianza de los parámetros texturales y de la decimotercera chuleta.

	RUBIAS				COLMENAREÑOS				ANOVA	
	Machos n=14		Hembras n=14		Machos n=20		Hembras n=17		M	H
	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	Media	e.s.	p	p
WB	2252	105,2	2169	120,8	2180	93,3	2049	137,3	0,8007	0,6416
TPA										
Dur	1817	97,9	1872	91,0	2244	175,2	1797	137,1	0,0174	0,9788
Elas	410	24,1	433	23,0	537	40,1	444	29,9	0,0035	0,5633
Mast	237718	22491	264380	20138	400654	52360	262946	36122	0,0024	0,7547
Area	7,04	0,266	6,48	0,367	7,03	0,405	7,30	0,450	0,8055	0,0954
a	3,73	0,248	3,16	0,293	3,89	0,111	3,75	0,178	0,3283	0,0183
b	1,95	0,125	1,77	0,171	2,34	0,119	2,36	0,159	0,0181	0,0016
c	0,21	0,034	0,27	0,047	0,21	0,029	0,17	0,031	0,5025	0,1970
a/b	1,94	0,057	1,85	0,072	1,72	0,101	1,64	0,104	0,0519	0,0886

EFECTO DEL PESO Y DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CORDEROS DE LA RAZA CHURRA GALEGA MIRANDESA

A.Teixeira[1], V. Cadavez[1], M. S. Bueno[2], E. Pereira, S. Batista[1], S. Rodrigues[1], S. Matos[1], R. Delfa[3]

[1]-Escola Superior Agraria. Instituto Politécnico de Bragança, Apartado 172, 5301-855, Bragança, Portugal (e-mail: teixeira@ipb.pt)

[2]-Instituto de Zootecnia, APTA, Nova Odessa-Sao Paulo, Brasil; Becario de post-doctorado de la CAPES

[3]-Unidad de Tecnología en Producción Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCION

La creación de Denominaciones de Origen Protegidas para los productos de la ovinocultura de Portugal conlleva la necesidad de la caracterización y estandarización de las canales y de la carne de corderos de razas autóctonas, poco conocidas científicamente. Las características de las canales como: composición tisular, regional y anatómica esta altamente relacionada con su peso, sexo y otros (Delfa y Teixeira, 1998). Así, el objetivo de este estudio fue evaluar las características de la canal y de la carne de corderos machos y hembras de la raza Churra Galega Mirandesa sacrificados a dos pesos distintos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio fueron utilizados 24 corderos de la raza Churra Galega Mirandesa, 12 machos y 12 hembras, de dos pesos vivos distintos (11 y 15 kg). Los animales fueran sacrificados tras un ayuno de 24 horas y sus canales almacenadas en refrigeración durante 24 horas, calculándose los rendimientos caliente (RC) y frió (RF). Se midieron los valores de pH a una (pH 1) y a 24 horas (pH 24) tras el sacrificio. Las canales fueron escindidas por corte sagital de la columna vertebral en dos mitades. Se determinó el espesor de los tejidos a nivel de la tercera esternebra y efectuándose un corte transversal sobre la 12ª costilla se midió la profundidad del músculo *Longissimus thoracis* (*LT*) (PLT12) y el espesor de grasa subcutánea (EGS12), así como sobre el músculo *Serratus ventralis* (J).

Tras 72 horas del sacrifico, la mitad izquierda fue despiezada en ocho piezas comerciales: pierna, entradas, costillas de lomo, costillas de palo, badal, bajos, espalda y cuello, de acuerdo con el corte de la Estação Zootécnica Nacional de Portugal, descrito por Teixeira (1984). En esta ocasión, el color del músculo *Longissimus thoracis* se determinó con colorímetro Minolta, por el sistema Lab; las perdidas por cocinado fueron calculadas en el músculo *Longissimus lumborum* izquierdo, tras su cocinado hasta 70°C, y la fuerza de corte fue medida sobre trozos de 2 x 1 cm del mismo músculo, con un aparato Instron equipado con célula de Warner-Bratzler.

Los datos fueron analizados según un modelo factorial 2 x 2, con dos pesos de canales fría (5 o 7kg) y dos sexos (machos o hembras).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los rendimientos en canal fría y caliente (Tabla 1) no se observaron diferencias significativas entre los distintos pesos. Por otro lado, las hembras presentaran mayores rendimientos, lo que puede estar asociado a su mayor proporción de grasa pélvico renal. La profundidad del músculo *Longissimus thoracis*

mostró diferencias significativas entre pesos, mientras entre los sexos no fue detectada diferencia significativa.

Tabla1: Peso de la canal fría (PCF), rendimiento de canal caliente (RC) y frio (RF), espesor de grasa esternal (EGE3), subcutánea (EGS12) y sobre el músculo *Serratus ventralis* (J), profundidad del *Longissimus thoracis* (PLT12) y peso y porcentaje de la grasa pélvico-renal (GPR) sobre la canal fría.

Factores	PCF (kg)	RC (%)	R F (%)	PLT12 (mm)	EGE3 (mm)	EGS12 (mm)	J (mm)	GPR (g)	GPR (%)
Peso1	4,9	45,1	44,3	15,2	11,4	0,5	2,4	60,1	2,5
Peso2	7,0	46,1	45,4	19,8	13,7	1,7	5,5	96,2	2,8
Hembras	6,1	47,8	47,1	18,2	12,9	1,1	4,5	96,2	3,2
Machos	5,8	43,4	42,6	16,8	12,2	1,1	3,5	60,2	2,1
EPM	0,14	1,02	1,05	0,60	0,68	0,09	0,54	5,95	0,17
Peso	***	ns	ns	***	*	***	***	***	ns
Sexo	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	***	***
PXS	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns

ns-P>0,05; *-P<0,05;**-P<0,01;***-P<0,001

El espesor de grasa esternal (Tabla 1) presentó diferencias significativas solamente entre los distintos pesos, no obstante, la interacción entre ambos factores fue significativa, pues el aumento de peso no modificó (P>0,05) esta variable en las hembras (13,4 y 12,6 mm) y produjo un aumento significativo (P<0,05) en los machos (9,6 y 14,8 mm). Igualmente, el espesor de grasa subcutánea presentó diferencias significativas solamente entre los distintos pesos y la interacción entre los factores fue significativa, pues el aumento en esta medida fue más acentuado en los machos (0,39 y 1,85) que en las hembras (0,65 y 1,58mm). El espesor de grasa sobre el músculo *Serratus ventralis* (J) mostró diferencias significativas solamente entre los distintos pesos de sacrificio. La grasa pélvico-renal (GPR), en valores absolutos mostró diferencias entre peso y sexo, mientras que cuando fue expresada en porcentaje de la canal fría evidenció diferencias solamente entre sexos. Esto muestra la mayor aptitud de las hembras en depositar grasa en esa región, lo que esta de acuerdo con Teixeira *et al.* (1996).

Los pesos de todas las piezas comerciales (Tabla 2) aumentaron significativamente con el aumento del peso al sacrificio, pero no entre sexo.

Tabla 2: Peso y rendimiento de las piezas comerciales de la canal.

Factores	Pierna		Entradas		Costillas del Lomo		Costillas de palo		Badal		Espalda		Bajos		Cuello	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Peso1	642	26,5	196	8,1	229	9,4	182	7,5	135	5,6	461	19,0	269	11,1	251	10,3
Peso2	884	25,8	280	8,2	382	11,1	244	7,1	186	5,5	614	17,9	391	11,4	349	10,2
Hembra	782	26,1	246	8,2	318	10,4	220	7,4	163	5,5	539	18,0	338	11,2	305	10,2
Machos	744	26,3	230	8,0	293	10,1	207	7,3	158	5,8	535	18,9	322	11,3	294	10,4
EPM	16	0,2	8	0,15	13	0,2	7	0,15	4	0,1	14	0,11	11	0,24	9	0,2
Peso	***	*	***	ns	***	***	***	ns	***	ns	***	***	***	ns	***	ns
Sexo	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
P x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns

ns-P>0,05; *-P<0,05;**-P<0,01;***-P<0,001

No obstante, expresados en valores relativos respecto del peso de las canales se observó una disminución de la pierna y de la espalda y un aumento de la costilla del lomo con el aumento de peso de sacrificio. Además y aunque muy reducidas, fueron encontradas diferencias entre sexos en el porcentaje de espalda, a favor de los machos.

Respecto a las características de la carne no se encontraron diferencias entre los valores de pH a una o 24 horas tras el sacrificio (Tabla 3). Habiendo diferencias significativas solamente entre pesos para el índice de luminosidad (L*) e índice de amarillo (b*) lo que indica cambios en la coloración de la carne, de acuerdo con los resultados de Sañudo *et al.* (1997), que también encontraran oscurecimiento de la carne con el aumento de peso al sacrificio. Las pérdidas por cocinado no fueron estadísticamente diferentes entre los factores evaluados. Mientras que la fuerza de corte mostró un aumento significativo con el aumento de peso al sacrificio, debido, probablemente a la mayor edad de los animales de pesos más elevados.

Tabla 3: Características de la carne de los corderos

Factores	Ph1	Ph24	Color			Perdas cocinado (%)	Fuerza de corte (kgf)
			L*	a*	b*		
Peso1	6,26	5,62	44,9	15,7	10,3	17,8	4,9
Peso2	6,41	5,77	42,2	16,4	9,1	19,1	6,3
Hembras	6,24	5,66	43,0	16,3	9,6	19,0	5,7
Machos	6,43	5,73	44,1	15,8	9,8	17,9	5,5
EPM	0,058	0,034	0,94	0,59	0,28	1,16	0,42
Peso	ns	ns	*	ns	**	Ns	*
Sexo	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
P x S	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns

ns-P>0,05; *-P<0,05;**-P<0,01

CONCLUSIÓN

Para los pesos de sacrificio evaluados en este estudio se puede observar que los corderos machos y hembras presentan características de canales muy semejantes, mostrando determinadas diferencias por el peso al sacrificio en el color y terneza de la carne.

No obstante, las canales más pesadas se adecuan al gusto del consumidor Portugués, pues tienen una capa de grasa de cobertura apropiada y su carne no se muestra excesivamente oscura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Delfa, R. y Teixeira, A., 1998. Calidad de la canal ovina. In: *Ovino de carne: aspectos claves* . Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, pp.373-400.

Sañudo, C., Santolaria, M.P., María, G., Osorio, M., Sierra, I. 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*, 42(2), 195-202.

Teixeira ,A. C., 1984. Avaliação das carcaças de borregos do grupo étnico Churro Galego Bragançano e seu cruzamento com a raça Milchschaf. Relatório de estágio do curso de Engenharia Zootécnica da UTAD-Vila Real.

Teixeira, A., R. Delfa, et al. (1996). Carcass composition and body fats depots of Galego Bragancano and crossbred lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. *Anim. Sci.* **63**(3): 389-394.

INFLUENCIA DE LA RAZA, ECOTIPO, SEXO, Y PESO SOBRE LA CALIDAD INSTRUMENTAL (TEXTURA) DE LA CARNE EN EL TERNASCO DE ARAGÓN.

Monson, F.; Medel, I.; Olleta, J. L.; Panea, B.; Pardos, J. J.; Sañudo, C. y Sierra, I.
Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN:

La denominación "Ternasco de Aragón" ha sido utilizada desde tiempos inmemorables para designar a los corderos producidos en la región Aragonesa y zonas limítrofes que por diversos factores, presentaban una indudable calidad (Sañudo *et al.,* 1992). El Ternasco de Aragón (T.A) fue declarado y registrado en la Unión Europea como Indicación Geográfica Protegida el 21/06/1996. Para comercializarse bajo esta I.G.P. los corderos deben ser de las razas: Rasa Aragonesa, Roya Bilbilitana u Ojinegra de Teruel, pueden ser machos o hembras, lactantes o destetados consumidores de alimentos sólidos, criados en estabulación y con una edad al sacrificio de entre 70 y 90 días. El peso canal debe estar comprendido entre 8,5 a 11,5 Kg. Sin embargo, hay una enorme cantidad de corderos que no entran con un grado de acabado adecuado dentro de este rango de peso y pierden la oportunidad de ser comercializados bajo esta I.G.P. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto que el peso y el sexo, ejercen sobre la calidad de la carne (textura instrumental), dentro de dos ecotipos de diferente precocidad, en dos razas diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Animales: Se utilizaron un total de 247 canales de cordero, de las razas Ojinegra de Teruel y Rasa Aragonesa, dentro de cada raza se emplearon dos ecotipos, uno precoz y otro tardío. Además, de cada ecotipo se utilizaron machos y hembras, y cada sexo fue dividido en tres pesos: ligeros (canales con menos de 9,5 Kg.), medianos (canales entre 9,5 y 11,5 Kg.) y pesados (canales de más de 11,5 Kg.). Todos los animales fueron cebados en el sistema típico del T.A. Muestra: se empleó el músculo *Longissimus dorsi*, perteneciente a la media canal izquierda, comprendido entre las vértebras torácicas 8 y 13; con un tiempo de maduración de 48 h. Metodología: Se valoró la calidad instrumental (textura) de la carne con una maquina de ensayos universal INSTRON con una célula de compresión, que limita la expansión lateral de la muestra, evaluándose las variables compresión al 20% (relacionada con la dureza del componente miofibrilar), 80% (relacionada con el componente conectivo) y la compresión total. Los análisis estadísticos que se han realizado son: G.L.M estudiando los efectos, raza, ecotipo, sexo y peso; también se compararon medias mediante análisis ANOVA empleando el test de Duncan cuando las diferencias fueron significativas. Todos los análisis han sido realizados con el programa SPSS 11.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos (tabla 1) demuestran que son pocos los efectos significativos. Solamente el ecotipo sobre compresión total (C.Total) $p \leq 0.05$ y la interacción ecotipo x peso sobre C20, tienen un valor significativo.

Efecto raza la mayor parte de los resultados que muestra la tabla 2, están en concordancia con lo expresado por Sañudo *et al.,* (1992), en las tres razas que integran el T.A. en cuanto a que no se han demostrado diferencias significativas importantes sobre la dureza de la carne. En el presente trabajo podemos observar en líneas generales que la raza Ojinegra de Teruel ha presentado valores más

elevados que la raza Rasa Aragonesa, para C20. En cambio, para C80 las hembras de raza Rasa Aragonesa, muestran valores más altos; mientras que en los machos no existe una evidencia clara.

Con respecto al **efecto del ecotipo**, y salvando la diferencia significativa reflejada en la tabla 2, se aprecia en general que los ecotipos tardíos a pesos ligeros resultan ser más duros (C20), mientras que en pesos medianos y pesados son los ecotipos precoces los que presentan mayor dureza. Para C80, el ecotipo tardío en Rasos tiende a presentar los valores más elevados; en cambio, en la raza Ojinegra la tendencia es inversa (precoces valores más elevados).

Evaluando el **efecto sexo**, en C20 se observa en general que en la Rasa Aragonesa, a pesos ligeros, los machos presentan valores más elevados y, a pesos medianos y pesados, las hembras tienden a ser más duras, esta tendencia estaría de acuerdo con los resultados de López (1988), Ruiz de Huidobro et al., (1998) y Gularte et al., (2000). En Ojinegros, a pesos ligeros y medianos, las hembras son las que ostentan mayor dureza, mientras que a pesos más elevados son los machos. En el caso de la variable C80, aunque sin mostrar diferencias significativas se observa que las hembras tienden a presentar valores más elevados.

En el **efecto peso** (en forma significativa, en el caso de machos Rasos, en el ecotipo tardío) se observó que a medida que aumenta el peso C20 disminuye; en cambio, los machos Ojinegros, a medida que aumenta el peso, la tendencia de C20 es de aumentar. En C80 hay una tendencia, en Ojinegros machos y hembras, cuando aumenta el peso el valor de C80 disminuye considerablemente.

Por consiguiente, podemos concluir que las razas, ecotipos, sexos y pesos que han sido evaluados, no afectan la calidad instrumental (textura) de la carne en el T.A. de forma significativa.

Tabla 1 Valores de F y significación de las variables analizadas para los efectos raza, peso, sexo y ecotipos.

Efecto	C 20	C 80	C TOTAL
Raza	1.184 ns	0.008 ns	0.774 ns
Ecotipo	0.268 ns	0.417ns	6.583 *
Sexo	1.410 ns	2.998 ns	1.096 ns
Peso	1.428 ns	2.594 ns	0.110 ns
Raza*Ecotipo	0.242 ns	3.560 ns	3.851 ns
Raza*Sexo	0.169 ns	0.345 ns	1.203 ns
Ecotipo*Sexo	0.350 ns	0.945 ns	0.886 ns
Raza*Ecotipo*Sexo	0.036 ns	0.004 ns	1.238 ns
Raza*Peso	2.405 ns	1.924 ns	0.181 ns
Ecotipo*Peso	4.118 *	0.092 ns	0.829 ns
Raza*Ecotipo*Peso	0.086 ns	0.137 ns	0.081 ns
Sexo*Peso	1.047 ns	0.839 ns	1.564 ns
Raza*Sexo*Peso	2.405 ns	0.300 ns	1.361 ns
Ecotipo*Sexo*Peso	0.346 ns	0.370 ns	0.343 ns
Raza*Ecotipo*Sexo*Peso	0.760 ns	0.279 ns	0.173 ns

ns ; * $p \leq 0.5$

Tabla 2 Medias y desvíos estándar de las variables compresión al 20%, al 80% y total, en T.A. teniendo en cuenta efecto raza, ecotipo, sexo y peso.

			Hembras (n 123)		Machos (n 124)	
			Tardío	Precoz	Tardío	Precoz
RASA ARAGONESA (n 150)	LIGERO (- de 9,5 Kg)	C 20	6.31 (2.59)	5.20 (1.59)	6.74 **B** (2.63)	5.68 (2.21)
		C 80	36.91 (12.74)	30.86 (9.32)	30.10 (7.74)	29.26 (7.15)
		C TOTAL	47.93 (14.62)	49.10 (10.49)	39.06 (7.83)	43.74 (11.21)
	MEDIO (de 9,5 a 11,5 kg.)	C 20	5.25 (2.00)	5.38 (2.18)	4.39 **A** (2.23)	4.84 (1.50)
		C 80	32.14 (6.40)	30.12 (6.66)	31.94 **b** (2.91)	29.78 (5.36)
		C TOTAL	44.39 (9.72)	44.54 (7.47)	43.14 (6.79)	42.60 (5.65)
	PESADO (+ de 11,5 kg)	C 20	4.72 (1.44)	6.43 (3.65)	4.40 **A** (0.78)	4.33 **a** (1.41)
		C 80	33.82 **b** (4.77)	32.18 (4.88)	31.73 (4.77)	30.13 (5.59)
		C TOTAL	44.03 (10.91)	45.71 (6.53)	46.56 **b** (6.78)	44.08 (10.45)
OJINEGRA DE TERUEL (n 97)	LIGERO (- de 9,5 Kg)	C 20	5.87 (2.48)	5.52 (1.82)	5.67 **y** (2.52)	4.73 **x** (1.46)
		C 80	34.64 (5.73)	36.42 (9.30)	32.72 (8.27)	33.35 (8.18)
		C TOTAL	39.60 (4.64)	48.45 (12.28)	39.33 (7.56)	46.69 (10.34)
	MEDIO (de 9,5 a 11,5 kg.)	C 20	5.81 (1.90)	6.01 (3.02)	4.57 (1.02)	4.87 (1.41)
		C 80	31.83 (8.18)	29.82 (7.68)	26.98 **a** (4.37)	32.48 (8.51)
		C TOTAL	40.18 (7.18)	42.67 (9.00)	43.27 (9.17)	47.89 (11.97)
	PESADO (+ de 11,5 kg)	C 20	4.94 (2.03)	6.37 (1.44)	6.05 (3.10)	7.23 **b** (4.70)
		C 80	29.34 **a** (5.26)	30.15 (3.85)	29.95 (2.56)	30.25 (8.36)
		C TOTAL	45.53 (6.77)	43.73 (11.14)	34.99 **a** (8.74)	48.38 (14.70)

a, b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre razas dentro del mismo sexo, ecotipo y peso.
x, y: letras diferentes en la misma fila significa diferencia entre ecotipos dentro de la misma raza, sexo y peso.
A, B: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos dentro de la misma raza, sexo y ecotipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Gularte, M.A., Treptow, R.O., Pouey,J.L.F. y Osorio, J.C. 2000. Ciencia Rural. Santa.

Lopéz, C. 1988. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

Ruiz de Huidobro, F., Cantero, M.A., Cañeque, V., Velasco, S., Manzanares, C., Gayan, J., Lauzurica, S. Y Perez, C. 1998. ITEA, serie Producción y Sanidad Animal, 13, 1-3, 21-23 pp.

Sañudo, C., Delfa, R., Gonzales, C., Alcalde, M. J., Casas, M. Santolaria, P. y Vigil, E. 1992. ITEA vol. 88A nº 3, 221-227 pp.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CRECIMIENTO Y DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS DE RAZA ASSAF Y ASSAF x MERINO

A.B. Rodríguez, A.R. Mantecón, P. Lavín, J. López, F.J. Giráldez
Estación Agrícola Experimental de León (CSIC). Apdo 788. 24080 León

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos de ovino de leche en Castilla y León han sufrido una mejora en la producción como consecuencia de la sustitución de las razas autóctonas por razas cosmopolitas más productivas, como es el caso de la raza Assaf (Lavín et al., 1997, Ugarte et al., 2001). Normalmente, los corderos procedentes de este tipo de explotaciones son comercializados, de forma tradicional, como lechales. Sin embargo, la producción de canales más pesadas podría corregir la estacionalidad en la producción de corderos lechales a la par que se contribuiría a diversificar la producción.

Considerando esta situación, y la escasa información científica que existe sobre la raza Assaf, se planteó este trabajo cuyo objetivo es estudiar el crecimiento y las características de la canal de corderos de raza Assaf y su cruce con raza Merina, en condiciones de cebo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La realización de esta prueba se basó en un diseño factorial 2 x 2, definido por dos genotipos y dos sexos. Para ello se utilizaron 24 corderos recién destetados, 12 de raza Assaf y 12 del cruce Assaf x Merino, mitad machos y mitad hembras. Los corderos se alojaron en jaulas individuales y dispusieron de agua a voluntad.

Durante todo el periodo los corderos fueron alimentados ad libitum con pienso de cebo comercial y paja de cebada. El pienso estuvo constituido por un 70% cebada, un 22% de torta de soja, un 4,8% trigo, un 2,7% de corrector vitamínico mineral y un 0,5% de bicarbonato. La composición química del pienso fue: 89% de MS, 17% de PB, 2% de grasa, 15% de FND y un 10% de cenizas.

Diariamente se recogieron y pesaron los restos de alimento no consumido y se tomó una muestra para determinar su contenido de materia seca.

Para estimar por regresión lineal la ganancia diaria de peso, los corderos se pesaron 3 veces por semana, sacrificándose cuando alcanzaron un peso de 20 kg. En el momento del sacrificio, se tomó el peso de la canal caliente y de los componentes de la no canal. Después de 24 horas de oreo en cámara a 4 °C se pesó de nuevo la canal para calcular las pérdidas por oreo, se evaluó la morfología de la canal, midiendo los parámetros: anchura de la grupa (G), longitud externa de la canal (K) y longitud interna de la pierna (F). Estos valores se utilizaron para calcular el índice de compacidad de la canal a partir del peso de la canal fría y la longitud externa de la canal y el índice de compacidad de la pierna como cociente G/F. A continuación se determinó el color de la carne y de la grasa, midiendo los parámetros: luminosidad (L*), índice de rojo (a*) e índice de amarillo (b*), en el músculo recto abdominal y en la grasa de la base de la cola. Asimismo, se realizó el despiece de la media canal izquierda, siguiendo el procedimiento normalizado descrito por Colomer-Rocher et al. (1988).

Para analizar el efecto del genotipo y del sexo se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se aprecia en la Tabla 1, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p>0,05) en el consumo de pienso atribuibles al genotipo o al sexo. No obstante, en el caso de los machos, el consumo expresado por los corderos del grupo Assaf x Merino fue en torno a un 15% superior al de los machos Assaf, mientras que en las hembras, la diferencia apenas supuso un 3%. Este mayor consumo de pienso se tradujo en un menor consumo de paja (p<0,001), correspondiendo el menor y mayor valor a los machos Assaf x Merino y Assaf, respectivamente.

Tabla 1. Ingestión media, ganancia diaria de peso e índice de conversión.

	Assaf		Assaf x Merino		RSD	Nivel de significación		
	H	M	H	M		G	S	G * S
Pienso (g/d)	665	594	687	698	98,2	ns	ns	ns
Paja (g/d)	$28,5^{cb}$	$32,7^{c}$	$22,3^{b}$	$12,3^{a}$	7,38	***	ns	*
MS Total (g/d)	693	627	709	710	97,2	ns	ns	ns
GDP (g/d)	205	239	264	320	39,6	***	*	ns
IC (gMS/gdp)	3,4	2,7	2,7	2,2	0,45	**	**	ns

ns: p > 0,10; *: p: < 0,05; **: p: < 0,01; *** p: <0,001. G: efecto debido al genotipo; S: efecto debido al sexo.

Tanto el genotipo como el sexo influyeron significativamente (p<0,05) en la ganancia diaria de peso y en el índice de conversión. En relación con el sexo, en ambos genotipos, las hembras presentaron una menor velocidad de crecimiento y peores índices de conversión. Este efecto probablemente esté relacionado con las diferencias en la composición de la ganancia de peso, ya que no se observaron diferencias en la ingestión y es un hecho ampliamente demostrado que las hembras presentan una mayor precocidad que los machos (Colomer-Rocher y Espejo, 1972). En este sentido, cabe destacar que, en ambos genotipos, las hembras presentaron mayores depósitos de grasa omental (199 ± 16,8 vs 140 ± 14,5, p<0,05) y mesentérica (172 ± 7,3 vs 150 ± 4,8, p<0,05), aunque no se encontraron diferencias en la grasa pélvico-renal (141 ± 11,9 vs 129 ± 9,7, p>0,05).

Es importante destacar las diferencias observadas entre genotipos en la ganancia diaria de peso y en el índice de conversión. Los corderos Assaf x Merino presentaron mayores valores de ganancia diaria de peso (p<0,001) y menores índices de conversión (p<0,01) que los corderos Assaf. Al igual que el caso del efecto debido al sexo, las diferencias podrían ser debidas, en parte, a variaciones en la composición de la ganancia de peso. De hecho, los corderos Assaf presentaron un mayor contenido de grasa digestiva (omental + mesentérica, 356 ± 22,5 vs 299 ± 19,4, p<0,05). No se encontraron, sin embargo, diferencias entre ambos genotipos en la cantidad de grasa pélvico-renal (p>0,05). Es obligado destacar que, en la raza Assaf, los animales depositan una importante cantidad de grasa en la cola y, de hecho, la proporción que esta pieza representa en la canal en los corderos Assaf fue más del doble del valor alcanzado en los corderos Assaf x Merino (ver Tabla 2).

Desde un punto de vista morfológico (Tabla 2), cabe indicar que las canales de corderos Assaf fueron ligeramente más largas que las del cruce Assaf x Merino,

como indica la diferencia observada en la longitud externa de la canal (K). No obstante, la conformación fue mejor en los corderos Assaf x Merino, tal y como refleja el mayor valor del índice de compacidad de la canal (CC).

Tabla 2. Peso de la canal fría, rendimiento comercial, morfología de la canal (K: longitud externa de la canal; F: longitud interna de la pierna; G: anchura de la grupa) y porcentaje de piezas comerciales.

	Assaf		Assaf x Merino		RSD	Nivel de significación		
	H	M	H	M		G	S	G * S
P. Canal Fría (kg)	9,75[b]	9,37[a]	9,34[a]	9,49[a]	0,288	ns	ns	*
Rend. Com. (%)	48,7	46,5	46,8	46,4	1,27	†	*	ns
K (cm)	61,9[b]	59,1[a]	57,2[a]	58,3[a]	2,22	**	ns	†
F (cm)	30,4	32,8	33,1	33,0	3,67	ns	ns	ns
G / F	0,69	0,58	0,56	0,57	0,129	ns	ns	ns
CC (g/cm)	157,7	158,6	163,7	163,1	5,53	*	ns	ns
Espalda (%)	17,8	18,0	17,8	18,9	0,85	ns	†	ns
Falda (%)	10,4	11,2	11,6	11,3	0,86	†	ns	ns
Pierna (%)	33,4	33,9	34,3	34,4	1,17	ns	ns	ns
Costillar (%)	17,8	16,3	18,1	17,2	1,01	ns	**	ns
Cola (%)	4,1	2,5	1,5	1,4	1,26	**	†	ns

ns: $p > 0,10$; †: $p < 0,10$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$. G: efecto debido al genotipo; S: efecto debido al sexo.

En los porcentajes de las diferentes piezas comerciales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, a excepción del badal ($p<0,05$) y, fundamentalmente, la cola ($p<0,01$), cuyos porcentajes fueron superiores en los corderos Assaf.

En lo que se refiere al color, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) atribuibles al genotipo, en ninguno de los parámetros medidos en la carne (L^*: 49,4 ± 0,50; a^*: 9,3 ± 0,26; b^*: 5,3 ± 0,48). En la grasa, sin embargo, se observó que ésta presentaba valores del parámetro b^* (10,0 ± 0,81 vs 7,6 ±0,43, $p<0,01$), mayores en los corderos Assaf x Merino, hecho que podría ser debido a un efecto de dilución de la concentración de pigmentos por el mayor acúmulo de grasa en la base de la cola de los corderos Assaf.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto CICYT-FEDER IFD1997-1898.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colomer-Rocher, F., Espejo, M. (1972). Ann. Zootech., 21: 401-414.
Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P., Kirton, A.H., Delfa, R., Sierra Alfranca, I. (1988). Cuadernos del INIA; 17: 19-41.
Lavín, M.P., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. (1997). ITEA, Prod. Anim., 78: 782-784.
SAS (1989). SAS/STAT User's Guide Int. (Version 6, 4th ed.). SAS Institute Inc. Cary. NC.
Ugarte E., Ruiz, R., Gabiña, D., Beltrán de Heredia, I. (2001). Livest. Prod. Sci., 71: 3-10.

EFECTO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION SOBRE LA CANAL DE CORDEROS DE RAZA NAVARRA

Eguinoa P., Lanas S., Ochoa J.
Instituto Técnico y Gestión Ganadero. Ctra. El Sadar. Edificio El Sario 2ª Planta. 31006 Pamplona

INTRODUCCION

En Navarra, y como consecuencia del desarrollo de una indicación geográfica protegida (IGP) para la carne de cordero, se esta llevando a cabo un estudio del efecto que tiene el sistema de explotación sobre las características de la canal de corderos tipo ternasco con el objeto de dar posibles soluciones a aquellos ganaderos que queriendo acojerse bajo el amparo de la IGP tengan alguna carencia a la hora de cumplir el reglamento. Tradicionalmente la raza ovina Navarra se ha orientado a la producción de corderos tipo ternasco, que tras ser destetados con 40-50 días y 15-18 kg. de peso vivo son cebados hasta alcanzar un peso de 24-26 kg. con una edad aproximada de 3 meses (Santamaría, 1998). Por su parte, el reglamento de la Indicación Geográfica Protegida "Cordero de Navarra" (B.O.N. nº 48, de 19 de abril de 2002.) establece para la producción de cordero tipo ternasco los siguientes requisitos: sean animales de raza Navarra en pureza nacidos y criados en Navarra, y que sus canales estén dentro de las categorías extra y primera según la clasificación española, B y C de calidad Primera según la clasificación europea, un peso de la canal caliente comprendido entre 9 y 12 kg., una valoración de la grasa de cobertura entre 2 y 3 (escala 0 a 5), y color de la carne rosa-rosa pálido.

Así pues, el objetivo del presente trabajo no es otro que observar cuales son las características de la canal de los corderos de tipo ternasco para ver si entrarían dentro de la IGP, y en su defecto para establecer posibles acciones correctoras. En este sentido, en el presente trabajo se expondrán y discutirán los datos obtenidos en dos explotaciones de referencia que ITGG tiene en el Pirineo navarro (sistema más extensivo) y en la Ribera de Navarra (sistema semi-intensivo).

MATERIAL Y METODOS

Para la realización del presente trabajo se han sacrificado un total de 282 corderos de raza Navarra (Tabla 1), pertenecientes a dos explotaciones (Pirineo y Ribera) con un manejo diferenciado. El sistema de explotación del Pirineo es de un parto al año, generalmente en mayo, y los corderos permanecen en el pasto con sus madres hasta el destete (60-70 días) para posteriormente ser cebados durante un mes con paja y pienso comercial "ad libitum". El manejo de las explotaciones de la Ribera se basa en tres partos en dos años, estando los corderos con sus madres durante la lactancia (45 días) en aprisco, para después ser cebados de forma similar a los del Pirineo. Los corderos pertenecientes a la explotación de la Ribera nacieron a primeros de junio. En ambos sistemas los corderos dispusieron de concentrado (17,3%PB, 3,1%MG, 5,7%CB, 7,2% cenizas) en comederos selectivos desde aproximadamente los 20 días de edad. Los animales de ambas explotaciones fueron sacrificados durante el mes de agosto en el matadero de Cascante. El día anterior al sacrificio se pesaron todos los corderos para tener una idea de su peso vivo medio al sacrificio. Una vez sacrificados, se peso la canal en caliente (PCC). Tanto la conformación como el engrasamiento de las canales, así como la cantidad de grasa

pelvicorrenal se realizó según el sistema de Colomer-Rocher et al. (1988). El color de la carne se valoró según el modelo comunitario de clasificación de canales de cordero ligero (rosa pálido=1, rosa=2, rojo=3). Sobre la canal se midió (en cm) la longitud tarso-sínfisis, longitud tarso-1ª costilla y anchura de la pierna.

Para el tratamiento estadístico de los datos se ha realizado un análisis de varianza teniendo presente tanto el sistema de explotación como el sexo de los animales, con el paquete estadístico SPSS (10.0).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se pueden observar los resultados obtenidos para los distintos parámetros estudiados que afectan a la calidad de la canal.

Tabla 1. Características de la canal de corderos tipo ternasco que se comercializan en Navarra según el sistema de explotación y el sexo del animal.

	Pirineo machos	Pirineo hembras	Ribera machos	Ribera hembras	Sistema	Sexo
Animales	64	68	62	88		
PV nacimiento	4,3	4,0	4,5	4,2	n.s.	n.s.
Edad destete	65	65	45	45	***	n.s.
Edad sacrificio	98,4	102	76,3	75,9	***	*
PV sacrificio	27,2	26,4	27,7	24,1	n.s.	**
PCC	12,8	12,9	12,5	11,1	***	***
EC	O	O^--O	O-O^+	O^--O	*	**
EE	2-2^+	2^+	2-2^+	2^+	n.s.	*
Recubrimiento riñón	2^-	2^+	2	2^+	n.s.	***
Color carne	1,7	1,5	1,5	1,4	n.s.	n.s.
Long.Tarso-Sínfisis	37,0	37,3	35,9	35,2	***	n.s.
Long.Tarso-1ªcostill	89,4	89,5	88,4	85,1	***	***
Anchura pierna	24,4	23,9	24,8	23,8	n.s.	***

n.s.: no significativo; *: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001

Como puede observarse en la Tabla 1 el tipo de sistema de explotación ha presentado diferencias significativas en la edad al destete del cordero siendo 20 días más en los corderos de un sistema más extensivo (Pirineo). No obstante, en ambos casos se cumple con lo exigido por la reglamentación de la IGP "Cordero de Navarra" (45 días de lactancia natural). Puesto que el período de permanencia en cebadero para la finalización de los corderos ha sido similar en ambas explotaciones (aprox. 30 días), el hecho de un destete más tardío ha supuesto una mayor edad al sacrificio (+25 días) y un mayor PCC, particularmente en las hembras. Sin embargo,

la mayor edad al sacrificio de los corderos del Pirineo no ha supuesto un mayor estado de engrasamiento de las canales, quizás debido a su permanencia en pastoreo junto a las madres, y si han obtenido peor calificación en cuanto a conformación de la canal. El hecho de una peor conformación visual puede deberse a que los corderos del Pirineo sacrificados con más edad han presentado mayor longitud de pierna para igual anchura de la misma.

A partir de estas observaciones podríamos concluir que en el sistema del Pirineo, puesto que se supera el PCC permitido por la IGP, sería necesario sacrificar los animales antes pero manteniendo el mismo período de finalización para alcanzar el engrasamiento indicado por la IGP. Ello implicaría un destete más temprano unido a un cambio en el manejo de las ovejas para evitar posibles problemas de mamitis. Sería necesario un corto período de pastoreo en praderas de peor calidad con el objeto de reducir la producción de leche. En el sistema de la Ribera, más intensificado, bastaría con acortar unos días el período de finalización de los animales, lo cual nos daría unos PCC óptimos y apenas variaría el estado de engrasamiento observado (Alzón et al., 2000). En ambos sistemas vemos que se mantiene el color de la carne dentro de lo preestablecido por la IGP, a pesar de que la alimentación hasta el destete de los corderos fue distinta en cuanto al alimento voluminoso (pasto en el Pirineo y paja de cebada en la Ribera). El hecho de que los animales del Pirineo tomaran pasto durante un largo período de su vida no ha influido sobre el color de la carne quizás debido a que la fase de acabado de los corderos haya mitigado o anulado las posibles diferencias iniciales.

Haciendo una breve referencia al sexo del animal vemos claramente que en ambos tipos de sistema las hembras deberían sacrificarse a edades y pesos más bajos que los machos para obtener un PCC y estado de engrasamiento óptimo, e incluso sería recomendable hacer una fase de acabado por sexos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

B.O.N. Nº 48, de 19 de abril de 2002. Orden Foral del 4 de marzo del 2002 por la que se aprueba con carácter transitorio el reglamento de la Indicación Geográfica Protegida "Cordero de Navarra" o "Nafarroako Arkumea".

Alzón M., Arana A., Santamaría C., Mendizábal J.A., Erburu J.A., Eguinoa P., Purroy A., 2000. Parámetros de crecimiento y características de la canal de corderos de raza Navarra producidos en pasto o en cebadero. XXV Jornadas Científicas y IV Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotécnia y Caprinotécnia, 119-121.

Colomer-Rocher F., Delfa R., Sierra-Alfranca I., 1988. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas y caprinas. Cuadernos INIA, 17:19-41.

Santamaría C., 1998. El subsector ovino de carne en Navarra. En: Ovino de carne, aspectos claves. 79-89. Co. Buxadé, C., Ed. Mundi-Prensa.

PODER DISCRIMINANTE DE LA CLASIFICACIÓN DE CANALES DE CORDERO LECHAL SEGÚN LA CANTIDAD DE GRASA PÉLVICORRENAL.

Miguel, E.[a]; Cañeque, V.[b]; Velasco, S.[b]; Ruiz de Huidobro, F.[a]; Díaz, M.T. [b], Lauzurica, S.[c]; Pérez, C.[c]; Onega, E.[a], y Blázquez, B.[a]

[a]*I.M.I.A. Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares. E-mail: eugenio.miguel@imia.madrid.org*

[b]*I.N.I.A. Apdo. 8111. 28080 Madrid.*

[c]*Univ. Complutense. Avda. Puerta de Hierro, s/n. 28040 Madrid.*

INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea los sistemas de clasificación de canales ovinas que se utilizan habitualmente no consideran la cantidad de grasa pélvicorrenal. Se valora el grado de engrasamiento de la canal, haciendo referencia fundamentalmente a la cantidad y reparto de grasa subcutánea como criterio de calidad. En este trabajo se valora la utilidad del método de evaluación subjetiva de la cantidad de grasa pélvicorrenal de Colomer-Rocher *et al.* (1988), comparando los resultados obtenidos con los del Modelo Oficial de la Unión Europea de Clasificación de Corderos Ligeros y el método de Colomer-Rocher *et al.* (1988) de estimación de la conformación de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 48 corderos lechales de raza Manchega, sacrificados a 10, 12 y 14 Kg. de peso vivo. Las canales se pesaron, se cortaron, y la media canal izquierda se despiezó de acuerdo con el método normalizado (Boccard y Dumont, 1955; Colomer-Rocher *et al.*, 1972) y se disecó (Colomer-Rocher *et al.*, 1988). El engrasamiento y la conformación de las canales se evaluaron por tres jueces entrenados, valorando fotografías en color de las mismas, en tres sesiones independientes. Para el engrasamiento se utilizó el Modelo Comunitario de Clasificación de canales de Corderos Ligeros (EU). La conformación de la canal fue valorada de acuerdo con el método de Colomer-Rocher (CC). La cantidad de grasa pélvicorrenal se valoró sobre la canal, de acuerdo con la escala de Colomer-Rocher (Colomer-Rocher *et al.*, 1988) por dos jueces entrenados. En todos los métodos se ha utilizado una escala con intervalos de 0,25 puntos. Se ha llevado a cabo un estudio de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la canal y de tres piezas (pierna, espalda y costillar) en función de las puntuaciones de los jueces utilizando los diferentes métodos analizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se aprecia que el método de estimación de la cantidad de grasa pélvicorrenal presenta coeficientes de determinación mayores para la cantidad de grasa pélvicorrenal, la cantidad de grasa total y de hueso de la canal. Este método presenta correlación significativa para todas las variables de composición tisular de la canal, salvo para el porcentaje de grasa inguinal. El método de estimación del estado de engrasamiento de la canal de la Unión Europea es el que predice mejor el porcentaje de grasa intermuscular de la canal.

Tabla 1. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la canal en función de las puntuaciones de los jueces.

	CM		CGS		CGI		PELV		ING	CGT		CH	
EU	0,12	*	0,31	***	0,25	***	0,12	*	0,00	0,31	***	0,28	***
CC	0,10	*	0,20	**	0,05		0,19	**	0,07	0,20	**	0,09	*
CPR	0,11	*	0,30	***	0,14	**	0,45	***	0,00	0,35	***	0,36	***

CM: Porcentaje de músculo de la canal; CGS: Porcentaje de grasa subcutánea de la canal; CGI: Porcentaje de grasa intermuscular de la canal; PELV: Porcentaje de grasa pélvicorrenal de la canal; ING: Porcentaje de grasa inguinal; CGT: Porcentaje de grasa total de la canal; CH: Porcentaje de hueso de la canal, * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001.

Al igual que en el caso de la canal, el método de estimación de la cantidad de grasa pélvicorrenal predice mejor los porcentajes de grasa total y de hueso de la pierna (Tabla 2). También presenta el coeficiente de determinación mayor para el porcentaje de grasa pélvica. Este método y el de la Unión Europea predicen de manera semejante el porcentaje de grasa subcutánea de la pierna. No existe correlación significativa entre las puntuaciones de los jueces y las variables porcentaje de músculo y porcentaje de grasa intermuscular.

Tabla 2. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la pierna en función de las puntuaciones de los jueces.

	MP	GSP		GIP	GP		GTP		HP	
EU	0,04	0,27	***	0,01	0,10	*	0,22	***	0,15	**
CC	0,03	0,20	**	0,00	0,09	*	0,16	**	0,04	
CPR	0,01	0,27	***	0,04	0,13	**	0,25	***	0,21	***

MP: Porcentaje de músculo de la pierna; GSP: Porcentaje de grasa subcutánea de la pierna; GIP: Porcentaje de grasa intermuscular de la pierna; GP: Porcentaje de grasa pélvica; GTP: Porcentaje de grasa total de la pierna; HP: Porcentaje de hueso de la pierna, * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001.

En relación con la composición tisular del costillar, el método de estimación de la cantidad de grasa pélvicorrenal predice mejor los porcentajes de grasa renal, grasa total y de hueso (Tabla 3). El método de la Unión Europea predice mejor el porcentaje de grasa intermuscular y subcutánea. Los tres métodos estudiados predicen de manera similar el contenido de músculo del costillar.

La tabla 4 muestra como el método de estimación de la cantidad de grasa pélvicorrenal predice mejor la composición tisular de la espalda que los de estimación del estado de engrasamiento y la conformación de la canal. Presenta coeficientes de determinación mayores para las variables porcentaje de músculo, porcentaje de hueso y porcentajes de grasa intermuscular y grasa total.

El porcentaje de grasa total de la canal presenta un coeficiente de correlación mayor con el porcentaje de grasa subcutánea de la canal (r= 0,94) que el que se obtiene con el porcentaje de grasa pélvicorrenal (r=0,87). La grasa pélvicorrenal se encuentra localizada en una región anatómica muy concreta de la canal, mientras que la grasa subcutánea está distribuida irregularmente por toda la canal. Probablemente los jueces son capaces de estimar mejor la cantidad de grasa pélvicorrenal que la cantidad de grasa subcutánea. Para el caso del porcentaje de hueso de la canal el coeficiente de correlación con el porcentaje de grasa

pélvicorrenal (r= -0,64) es mayor, en valor absoluto, que el que se obtiene con el porcentaje de grasa subcutánea de la canal (r=-0,59).

Tabla 3. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular del costillar en función de las puntuaciones de los jueces.

	MCOS		GSCOS		GICOS		GREN		GTCOS		HCOS	
EU	0,13	*	0,34	***	0,22	***	0,10	*	0,29	***	0,25	***
CC	0,13	*	0,13	*	0,08	*	0,20	**	0,20	**	0,08	*
CPR	0,12	*	0,24	***	0,07	*	0,49	***	0,40	***	0,30	***

MCOS: Porcentaje de músculo del costillar; GSCOS: Porcentaje de grasa subcutánea del costillar; GICOS: Porcentaje de grasa intermuscular del costillar; GREN: Porcentaje de grasa renal; GTCOS: Porcentaje de grasa total del costillar; HCOS: Porcentaje de hueso del costillar, * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001.

Las diferencias en el crecimiento relativo de órganos y tejidos durante el desarrollo son conocidas (Black, 1983). La grasa presenta un desarrollo tardío con respecto al músculo y hueso. Los diferentes depósitos grasos varían en su patrón de desarrollo en el orden: intermuscular, pélvica, renal, subcutánea y omental (Black, 1983). Esta diferencia en el desarrollo podría explicar por qué el método de estimación de la cantidad de grasa pélvicorrenal parece predecir mejor que los de estimación del estado de engrasamiento, la composición tisular de canales de cordero lechal (menores de 13 Kg. de peso vivo).

Tabla 4. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la espalda en función de las puntuaciones de los jueces.

	MESP		GSESP		GIESP		GTESP		HESP	
EU	0,09	*	0,18	**	0,08		0,27	***	0,20	**
CC	0,08	*	0,12	*	0,01		0,12	*	0,11	*
CPR	0,16	**	0,18	**	0,10	*	0,30	***	0,23	***

MESP: Porcentaje de músculo de la espalda; GSESP: Porcentaje de grasa subcutánea de la espalda; GIESP: Porcentaje de grasa intermuscular de la espalda; GTESP: Porcentaje de grasa total de la espalda; HESP: Porcentaje de hueso de la espalda,* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Black, J.L. 1983. In Sheep Production, pp 21.58. Butterworths, Londres.

Boccard, R., Dumont, B.L. 1955. Ann. Zootech. III: 241-257.

Colomer-Rocher, F., Dumont, B.L., Murillo, N.L. 1972. Anales del INIA, Serie Producción Animal 3: 79-108.

Colomer-Rocher, F., Delfa, R., Sierra, I. 1988. Cuadernos INIA 17: 19-41.

Reglamento (CEE) nº 1278/94 del Consejo, de 30 de mayo de 1994 por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2137/92 del Consejo, relativo al modelo comunitario de clasificación de canales de ovino. DOCE nº L 140 de 3.6.94, pp 5-6.

PODER DISCRIMINANTE DE LA CLASIFICACIÓN DE CANALES DE CORDERO LECHAL SEGÚN EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO Y LA CONFORMACIÓN, EN CANALES DE AMBOS SEXOS.

Miguel, E.[a]; Ruiz de Huidobro, F.[a]; Cañeque, V.[b]; Díaz, M.T[b]., Pérez, C.[c]; Velasco, S.[b]; Lauzurica, s.[c]; Onega, E.[a]; y Blázquez, B.[a]

[a]*I.M.I.A. Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares. E-mail: eugenio.miguel@imia.madrid.org*

[b]*I.N.I.A. Apdo. 8111. 28080 Madrid.*

[c]*Universidad Complutense. Avda. Puerta de Hierro, s/n. 28040 Madrid.*

INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea se utilizan sistemas de clasificación de canales ovinas basados en el peso de la canal, el grado de engrasamiento y la conformación de la canal como criterios de calidad. No se tienen en cuenta el sexo y la edad del animal, aunque este criterio está considerado implícitamente cuando se escoge el sistema de producción. Desde hace tiempo se sabe que el sexo es un factor que influye en la calidad de la canal y de la carne. Su efecto tiende a desaparecer a medida que aumenta el desarrollo, pero no cuando los animales se sacrifican al mismo peso vivo. En este trabajo se evalúa la importancia del sexo en la clasificación de canales de cordero lechal, utilizando varios métodos de estimación subjetiva del estado de engrasamiento y la conformación de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 48 corderos lechales de raza Manchega (26 hembras y 22 machos), sacrificados a 10, 12 y 14 Kg. de peso vivo. Las canales se pesaron (peso de la canal fría), se cortaron, y la media canal izquierda se despiezó de acuerdo con el método normalizado (Boccard y Dumont, 1955; Colomer-Rocher *et al.*, 1972) y disecó (Colomer-Rocher *et al.*, 1988). Las canales se clasificaron por tres jueces entrenados, valorando fotografías en color de las mismas, en tres sesiones independientes. Se utilizaron tres métodos de valoración del estado de engrasamiento de la canal: el Modelo Comunitario de Clasificación de canales de Corderos Ligeros (EU), el método de Colomer-Rocher (CF) (Colomer-Rocher *et al.*, 1988), y una escala Nueva (SL) desarrollada en nuestro laboratorio (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2000). La conformación de la canal fue valorada de acuerdo con el método de Colomer-Rocher (CC). En todos los métodos se ha utilizando una escala con intervalos de 0,25 puntos. Se ha llevado a cabo un estudio de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la canal y de tres piezas (pierna, espalda y costillar) en función de las puntuaciones de los jueces utilizando los diferentes métodos analizados. Se han comparado los resultados obtenidos para los dos grupos de canales: machos y hembras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso de los machos existe regresión significativa ($P \leq 0,05$) para la mayoría de los métodos y variables de composición tisular de la canal y de las piezas estudiadas. En el caso de las hembras sólo para los porcentajes de grasa subcutánea y total de la canal (método CC) y porcentaje de hueso de la canal (EU, CF y SL) (Tabla 1), porcentaje de grasa total de la pierna (CC), porcentaje de hueso de la pierna (EU y CF) (Tabla 2), porcentaje de grasa subcutánea (CF) y de hueso (EU, CF y SL) del costillar (Tabla 3) y porcentajes de grasa total (CC) y de hueso (EU y CF) de la espalda (Tabla 4).

Tabla 1. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la canal en función de las puntuaciones de los jueces.

		EU		CF		CC		SL	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
CM	R^2	0,3319	0,0664	0,3509	0,0187	0,1678	0,0557	0,3224	0,0112
	P	0,0021	0,7185	0,0014	0,5436	0,0377	0,2902	0,0025	0,6394
CGS	R^2	0,4634	0,1407	0,4615	0,1693	0,2749	0,3372	0,4239	0,1049
	P	0,0001	0,0854	0,0001	0,0571	0,4637	0,0046	0,0003	0,1414
CGI	R^2	0,4220	0,0587	0,3507	0,0279	0,2115	0,0006	0,3120	0,2170
	P	0,0003	0,2773	0,0014	0,4570	0,0181	0,9165	0,0030	0,5127
PELV	R^2	0,3500	0,0000	0,2368	0,0001	0,4223	0,1732	0,2636	0,0015
	P	0,0015	0,9964	0,0117	0,9601	0,0003	0,0540	0,0073	0,8637
ING	R^2	0,0071	0,0048	0,0000	0,0006	0,0952	0,0360	0,0094	0,0099
	P	0,6816	0,7595	0,9826	0,9126	0,1251	0,3979	0,6372	0,6599
CGT	R^2	0,5072	0,1054	0,4477	0,1063	0,3450	0,2474	0,4258	0,0718
	P	0,0000	0,1405	0,0002	0,1386	0,0016	0,0185	0,0003	0,2280
CH	R^2	0,2167	0,3998	0,1266	0,3447	0,1614	0,0937	0,1475	0,3935
	P	0,0165	0,0016	0,0744	0,0041	0,0419	0,1661	0,0527	0,0018

CM: Porcentaje de músculo de la canal; CGS: Porcentaje de grasa subcutánea de la canal; CGI: Porcentaje de grasa intermuscular de la canal; PELV: Porcentaje de grasa pélvicorrenal de la canal; ING: Porcentaje de grasa inguinal; CGT: Porcentaje de grasa total de la canal; CH: Porcentaje de hueso de la canal.

Tabla 2. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la pierna en función de las puntuaciones de los jueces.

		EU		CF		CC		SL	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
MP	R^2	0,1912	0,0313	0,2510	0,0132	0,0679	0,0031	0,2357	0,0451
	P	0,0255	0,4308	0,0091	0,6100	0,1986	0,8054	0,0119	0,3427
GSP	R^2	0,3519	0,1397	0,2831	0,1214	0,2419	0,2897	0,3000	0,0451
	P	0,0014	0,0866	0,0051	0,1112	0,0107	0,0098	0,0038	0,3427
GIP	R^2	0,0588	0,0229	0,0381	0,0054	0,0071	0,0120	0,0594	0,0320
	P	0,2328	0,5010	0,3394	0,9180	0,6822	0,6270	0,2304	0,4258
GP	R^2	0,2128	0,0315	0,1260	0,0356	0,2319	0,0631	0,1342	0,0205
	P	0,0177	0,4292	0,0751	0,4002	0,0127	0,2594	0,0656	0,5248
GTP	R^2	0,3534	0,0633	0,2643	0,0781	0,2402	0,2128	0,2912	0,0533
	P	0,0014	0,2586	0,0072	0,2077	0,0110	0,0307	0,0014	0,3011
HP	R^2	0,1278	0,1833	0,0657	0,2330	0,0971	0,0402	0,0851	0,1309
	P	0,0729	0,0468	0,2061	0,0229	0,1212	0,3709	0,1482	0,0980

MP: Porcentaje de músculo de la pierna; GSP: Porcentaje de grasa subcutánea de la pierna; GIP: Porcentaje de grasa intermuscular de la pierna; GP: Porcentaje de grasa pélvica; GTP: Porcentaje de grasa total de la pierna; HP: Porcentaje de hueso de la pierna.

Los coeficientes de determinación son mayores en el caso de los machos para todas las variables, salvo para el porcentaje de grasa subcutánea de la canal (método CC) y el porcentaje de hueso de la canal (métodos EU, CF y SL). Para la pierna CC predice mejor el porcentaje de grasa subcutánea y EU, CF y SL el porcentaje de hueso de las hembras. En el caso del costillar los tres métodos de estimación del grado de engrasamiento predicen mejor el porcentaje de hueso de las hembras. Por último en la espalda CC presenta coeficientes de determinación mayores para las hembras en el caso de las variables porcentaje de grasa subcutánea y total,

mientras que los métodos CF y SL predicen mejor el porcentaje de hueso en las hembras.

Tabla 3. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular del costillar en función de las puntuaciones de los jueces.

		EU		CF		CC		SL	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembra
MCOS	R^2	0,3489	0,0021	0,3315	0,0115	0,1976	0,0695	0,3148	0,0011
	P	0,0015	0,8383	0,0021	0,6350	0,0229	0,2359	0,0029	0,8807
GSCOS	R^2	0,5081	0,1748	0,4964	0,1828	0,3279	0,0647	0,4354	0,1446
	P	0,0000	0,0528	0,0001	0,0471	0,0022	0,2533	0,0002	0,0808
GICOS	R^2	0,3141	0,0732	0,3181	0,0454	0,1415	0,0237	0,2199	0,0352
	P	0,0029	0,2232	0,0027	0,3412	0,0582	0,4943	0,0157	0,4031
GREN	R^2	0,3196	0,0060	0,2139	0,0032	0,4437	0,1503	0,2678	0,0012
	P	0,0026	0,7319	0,0174	0,8027	0,0002	0,0746	0,0068	0,8767
GTCOS	R^2	0,5037	0,0501	0,4405	0,0513	0,4093	0,1739	0,4117	0,0444
	P	0,0000	0,3165	0,0002	0,3109	0,0004	0,0535	0,0004	0,3464
HCOS	R^2	0,2376	0,2817	0,1981	0,3362	0,1848	0,0380	0,1973	0,2555
	P	0,0115	0,0110	0,0227	0,0047	0,0284	0,3848	0,0230	0,0164

MCOS: Porcentaje de músculo del costillar; GSCOS: Porcentaje de grasa subcutánea del costilla GICOS: Porcentaje de grasa intermuscular del costillar; GREN: Porcentaje de grasa rena GTCOS: Porcentaje de grasa total del costillar; HCOS: Porcentaje de hueso del costillar.

Tabla 4. Coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión de los valores de las variables de composición tisular de la espalda en función de las puntuaciones de los jueces.

		EU		CF		CC		SL	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembra
MESP	R^2	0,1704	0,0110	0,1715	0,0243	0,1421	0,0714	0,1379	0,0262
	P	0,0361	0,6414	0,0354	0,4884	0,0577	0,2294	0,0618	0,4721
GSESP	R^2	0,2772	0,0374	0,3339	0,0816	0,1497	0,1549	0,2509	0,0203
	P	0,0057	0,3886	0,0020	0,1974	0,0508	0,0699	0,0091	0,5265
GIESP	R^2	0,0914	0,0529	0,0555	0,0724	0,0320	0,0063	0,0514	0,0540
	P	0,1332	0,3032	0,2464	0,2260	0,3821	0,7249	0,2653	0,2982
GTESP	R^2	0,3730	0,0633	0,3953	0,0781	0,1850	0,2128	0,3077	0,0533
	P	0,0009	0,2586	0,0006	0,2077	0,0283	0,0307	0,0033	0,3011
HESP	R^2	0,2033	0,1833	0,1408	0,2330	0,2160	0,0402	0,1251	0,1309
	P	0,0208	0,0468	0,0588	0,0229	0,0167	0,3709	0,0763	0,0980

MESP: Porcentaje de músculo de la espalda; GSESP: Porcentaje de grasa subcutánea de l espalda; GIESP: Porcentaje de grasa intermuscular de la espalda; GTESP: Porcentaje de gras total de la espalda; HESP: Porcentaje de hueso de la espalda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boccard, R., Dumont, B.L. 1955. Ann. Zootech. III: 241-257.

Colomer-Rocher, F., Dumont, B.L., Murillo, N.L. 1972. Anales del INIA, Serie Producción Animal 3: 79-108.

Colomer-Rocher, F., Delfa, R., Sierra, I. 1988. Cuadernos INIA 17: 19-41.

LA LONGITUD DEL SARCÓMERO SEGÚN RAZA, PESO AL SACRIFICIO Y MÚSCULO EN LA ESPECIE OVINA. RELACIÓN CON LA TEXTURA INSTRUMENTAL

Martínez-Cerezo S., Olleta J.L. y Sañudo C.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza (España)

INTRODUCCIÓN

La textura de la carne es uno de los principales factores que determinan la calidad de la misma para el consumidor (Tornberg, 1996; Torrescano et al., 2003). Y dado que la terneza y la resistencia mecánica de la carne vienen determinadas, en parte, por la longitud del sarcómero, el contenido en tejido conjuntivo y la proteólisis de las miofibrillas y proteínas asociadas (Sacks et al., 1988; Koohmaraie et al., 2002), la medida de la longitud del sarcómero puede ser de utilidad para realizar una aproximación al valor de su terneza, con la ventaja adicional de utilizar muy poca cantidad de muestra.

OBJETIVO

Estudiar la influencia de la raza, el peso al sacrificio y el músculo sobre la longitud del sarcómero en la especie ovina, y su relación con la textura instrumental.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para medir la longitud del sarcómero se han utilizado 45 corderos machos, pertenecientes a tres razas ovinas españolas (Rasa Aragonesa, Churra y Merino Español), sacrificados a tres pesos vivos diferentes (10-12, 20-22 ó 30-32 Kg). Los lechales (10-12 Kg) fueron sacrificados en sus lugares de origen y el resto fueron divididos en dos lotes y alimentados en un cebadero de Zaragoza, con concentrado y paja de cereal *"ad libitum"*, hasta que alcanzaron el peso deseado. Las muestras fueron tomadas, a las 24 horas post-mortem, de 4 músculos de la canal (tres ubicados en la extremidad posterior y uno en el lomo): Semitendinoso (ST), Semimembranoso (SM), Glúteo bíceps (GB) y *Longissimus thoracis* (LT). Posteriormente, se envasaron al vacío y se congelaron a –20 ºC.

Horas antes al análisis de los sarcómeros, se procedió a descongelar las muestras en agua corriente. Se cortó un cubito pequeño (~1 cm de lado) de cada muestra, que se fijó durante 1 hora con una solución de glutaraldehido al 2,5 %. Transcurrido ese tiempo, se cortaron y separaron varios haces de fibras musculares. Se montaron en un porta-objetos, con 2-3 gotas de agua destilada, y se cubrieron con un cubre-objetos. La lectura se realizó midiendo la longitud de diez sarcómeros consecutivos, en seis regiones diferentes de distintas fibras musculares, utilizando un objetivo de inmersión (x100) y una lente graduada (x10), en un microscopio Nikon modelo L-ke.

Para medir la textura instrumental se utilizaron un total de 180 corderos, de los cuales en 36 (diferentes a los de medida de la longitud del sarcómero) se valoró la textura de la carne madurada 1 día (resultados de este trabajo), de las tres razas ovinas citadas anteriormente, sacrificados a los mismos pesos vivos que los precedentes y tratados bajo las mismas condiciones de engorde. De ellos, se tomó la región T9-T13 del músculo *Longissimus thoracis* a las 24 horas post-mortem, se envasó al vacío y se congeló a –20 ºC.

Las muestras se descongelaron en agua corriente el día del análisis. Se hicieron paralelepípedos rectangulares de 1 cm de lado y 2-3 cm de longitud, en dirección paralela a las fibras musculares. Estos fueron sometidos a un ensayo de compresión, mediante una célula de compresión, que limita la expansión lateral de la muestra, en un equipo INSTRON, obteniéndose los valores de la fuerza necesaria para comprimir la muestra un 20%.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SPSS 8.0 para Windows, realizando un test de Duncan para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto más relevante en la medida de la longitud del sarcómero (Tabla 1) es el tipo de músculo, apreciándose diferencias muy significativas ($p \leq 0,001$) entre los músculos estudiados. El peso al sacrificio también tiene cierta significación ($p \leq 0,05$) pero de escasa magnitud en comparación con el tipo de músculo. La raza no tuvo una influencia significativa sobre la longitud del sarcómero. Hubo una interacción significativa entre el efecto peso al sacrificio y el tipo de músculo.

TABLA 1. Significación y cuantificación de efectos (valor de F) según raza, peso al sacrificio y músculo del animal sobre la longitud del sarcómero.

	RAZA (R)	PESO (P)	MÚSCULO (M)	R x P	R x M	P x M	R x P x M
Longitud del sarcómero	2,790	4,266	163,026	0,952	1,828	2,851	0,467
	N.S.	*	***	**N.S.**	**N.S.**	*	**N.S.**
	(0,065)	(0,016)	(0,000)	(0,436)	(0,098)	(0,012)	(0,931)

***= $p \leq 0,001$; **= $p \leq 0,01$; *= $p \leq 0,05$; N.S.= Diferencias no significativas

Los valores encontrados oscilan (Tabla 2) entre 1,54 y 2,73 μm, resultados que se pueden considerar normales teniendo en cuenta los descritos por Quarrier et al.(1972) y Sánchez (2002) en ovino.

Además, observando los datos obtenidos para la longitud de sarcómero, podemos ver que el músculo Semitendinoso (ST) es el que presenta, claramente, la mayor longitud y el músculo *Longissimus thoracis* (LT) la menor (sin diferir excesivamente del resto)(Quarrier et al., 1972), cualesquiera que sea la raza o el peso de sacrificio.

Conforme aumenta el peso al sacrificio tiende a aumentar la longitud del sarcómero, pero hay ligeras matizaciones. En la raza Rasa Aragonesa, aumenta la longitud del sarcómero en los músculos ST, SM y LT, no habiendo una tendencia clara para el músculo GB. En la raza Churra, aumenta la longitud del sarcómero en el músculo LT, se mantiene o incrementa ligeramente en el SM y GB, y no se observa tendencia en el ST. Y en el Merino Español el comportamiento es el mismo que para la raza Rasa, salvo en el GB, donde la longitud del sarcómero se mantiene o incluso disminuye al aumentar el peso de los animales.

A pesar de que el efecto raza no es globalmente significativo, se aprecia que para el músculo GB, en los animales de peso mediano, los corderos de raza Rasa tienen un sarcómero más corto; y en el músculo ST, en los animales pesados, los corderos churros presentan el menor sarcómero.

Respecto a la relación entre la textura instrumental y la longitud del sarcómero, debemos tener en cuenta que la compresión al 20% (C20%) está relacionada con la dureza miofibrilar (Lepetit et al., 1994). En la tabla 2 vemos que la relación sarcómero-C20% se cumple parcialmente; ya que aunque los sarcómeros más cortos son, en general, los de los animales ligeros, que a su vez presentan tasas de compresión más altas, los resultados obtenidos y las significativas diferencias de edad podrían hacer pensar que C20% puede estar influenciada por algún otro parámetro además de la dureza miofibrilar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

♦Koohmaraie M., Kent M.P., Shackelford S.D., Veiseth E. and Wheeler T.L. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?. Meat Science, 62, 345-352♦Lepetit J. and Culioli J. 1994. Mechanical properties of meat. Meat Science, 36, 203-237♦Quarrier E., Carpenter Z.L. and Smith G.C. 1972. A physical method to increase tenderness in lamb carcasses. Journal of Food

Science, 37, 130-131♦Sacks M.S., Kronick P.L. and Buechler P.R. 1988. Contribution of intramuscular connective tissue to the viscoelastic properties of post-rigor bovine muscle. Journal of Food Science, 53, 19-24♦Sánchez Izquierdo A. 2002. Caracterización de la dureza instrumental de la carne de doce tipos ovinos europeos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza♦Torrescano G., Sánchez-Escalante A., Giménez B., Roncalés P. and Beltrán J.A. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. Meat Science, 64, 85-91♦Tornberg E. 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. Meat Science, Vol. 43, S175-S191.

TABLA 2. Medias y desviación estándar (D.E.) de la longitud del sarcómero (en μm) en 4 músculos de la canal (Semitendinoso-ST, Semimembranoso- SM, Glúteo bíceps-GB y *Longissimus thoracis*-LT) de 3 razas ovinas españolas (Rasa Aragonesa, Churra y Merino Español), sacrificadas a 3 pesos vivos diferentes (10-12, 20-22 ó 30-32 Kg); y valores de compresión (± desviación estándar) al 20 % del músculo *Longissimus thoracis* para el mismo tipo de animales.

			Longitud sarcómero		Compresión en N/cm^2
RAZA	**PESO**	**MÚSCULO**	**Media (en μm)**	**D.E.**	**Al 20 %**
RASA ARAGONESA	10-12 Kg (LIGERO)	ST	2,39 ^{axl}	0,47	
		SM	1,61 ^{axk}	0,05	
		GB	1,90 ^{axk}	0,44	
		LT	1,56 ^{axk}	0,31	10,49 ^{ax} ± 3,92
	20-22 Kg (MEDIANO)	ST	2,65 ^{axl}	0,26	
		SM	1,63 ^{axyk}	0,03	
		GB	1,63 ^{axk}	0,08	
		LT	1,60 ^{axk}	0,16	11,36 ^{ax} ± 4,25
	30-32 Kg (PESADO)	ST	2,73 ^{bxl}	0,11	
		SM	1,72 ^{ayk}	0,13	
		GB	1,82 ^{axk}	0,21	
		LT	1,73 ^{axk}	0,10	11,67 ^{ax} ± 5,70
CHURRA	10-12 Kg (LIGERO)	ST	2,22 ^{axl}	0,29	
		SM	1,76 ^{axk}	0,21	
		GB	1,78 ^{axk}	0,19	
		LT	1,57 ^{axk}	0,11	13,86 ^{ax} ± 5,01
	20-22 Kg (MEDIANO)	ST	2,67 ^{ayl}	0,26	
		SM	1,73 ^{axk}	0,07	
		GB	1,82 ^{bxk}	0,14	
		LT	1,68 ^{axyk}	0,07	9,72 ^{ax} ± 4,01
	30-32 Kg (PESADO)	ST	2,38 ^{axyl}	0,30	
		SM	1,72 ^{axk}	0,10	
		GB	1,88 ^{axk}	0,13	
		LT	1,71 ^{axyk}	0,10	11,02 ^{ax} ± 4,39
MERINO ESPAÑOL	10-12 Kg (LIGERO)	ST	2,42 ^{axm}	0,32	
		SM	1,69 ^{axkl}	0,18	
		GB	2,08 ^{axlm}	0,50	
		LT	1,54 ^{axk}	0,08	16,00 ^{ay} ± 6,10
	20-22 Kg (MEDIANO)	ST	2,66 ^{axm}	0,22	
		SM	1,72 ^{axk}	0,10	
		GB	1,94 ^{bxl}	0,06	
		LT	1,66 ^{ayk}	0,06	9,73 ^{ax} ± 4,23
	30-32 Kg (PESADO)	ST	2,68 ^{bxm}	0,20	
		SM	1,84 ^{axkl}	0,17	
		GB	1,97 ^{axl}	0,11	
		LT	1,69 ^{ayk}	0,10	9,18 ^{ax} ± 4,50

a, b- Distintas letras indican diferencias significativas (p≤ 0,05) entre razas (mismo peso y músculo).
x, y- Distintas letras indican dif. signif. (p≤ 0,05) entre pesos de sacrificio (misma raza y músculo).
k, l, m- Distintas letras indican diferencias sign.(p≤ 0,05) entre músculos (misma raza y peso).

EVOLUCION DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDERO ENVASADA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Herminia Vergara, , Mª Isabel Berruga, Laureano Gallego
Universidad de Castilla-La Mancha
Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal,
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos,
Campus Universitario, 02071 Albacete

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne está determinada por diversos parámetros, los cuales van cambiando con la maduración de la misma. Muchos factores pueden afectar a estas propiedades y la forma de conservación es uno de ellos. En este sentido el envasado de la carne en atmósferas modificadas ha sido utilizado con objeto de aumentar la distancia de distribución así como la vida útil del producto pero puede variar su calidad. El objetivo de este estudio fue evaluar instrumentalmente la evolución de las características de la calidad de la carne de cordero que más influyen en la satisfacción del consumidor (color, terneza y jugosidad) cuando es conservada en atmósferas modificadas con diferente composición.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 10 machos de raza Manchega pertenecientes al rebaño experimental de la ETSIA de Albacete que fueron sacrificados a los 25 kg de peso y posteriormente las canales permanecieron en oreo durante 24 h a 4º C. La calidad de la carne fue valorada de forma instrumental en el músculo *Longissimus dorsi*.

El m. *Longissimus dorsi* fue separado de cada canal y cortado en 16 porciones. Cada porción fue introducida en envase semi-rígido con una permeabilidad al oxígeno de $0.4 cm^3/m^2$ a 1 atm y 20ºC y un volumen dos veces superior a la muestra utilizando una máquina de termoformado (Tiropac 1000, Contel, Brescia, Italia).

El envasado se realizó utilizando 4 atmósferas distintas:

A: $20\%CO_2+10\%O_2+70\%N_2$;
B: $40\%CO_2+60\%N_2$;
C: $80\%CO_2+20\%O_2$;
D: $80\%CO_2+20\%N_2$)

Los análisis instrumentales fueron realizados a los 2, 6, 12 y 16 días post-envasado y se determinaron las siguientes variables:

- pH, mediante un electrodo de penetración adaptado a un pHmétro portátil Crison 507;
- CRA, expresada como porcentaje del agua liberada, fue analizada mediante el método de Grau y Hamm (1953);
- Color (L*, a*, b*), con un colorímetro Minolta CR-200;
- FC (kg/cm^2), mediante un texturómetro TA.XT2 equipado con una célula Warnez-Bratzler.

El efecto del tipo de atmósfera sobre la calidad de la carne fue analizado con un análisis de varianza. El efecto del tiempo de almacenamiento en cada tipo de envasado fue analizado con un test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo diferencias en el pH de la carne (figura 1) según el tipo de atmósfera utilizada, siendo más bajo en los grupos C y D (más CO_2). El tiempo de almacenamiento no causó diferencias en el pH de las muestras de los grupos A y B pero si en las mezclas ricas en CO_2. La disminución en los valores de pH es el resultado de la disolución del CO_2 en el músculo (Parry, 1995) lo cual contribuye a una mejor conservación de la carne (Gill, 1990).

La mezcla de gases también afectó a las perdidas de agua (figura 2), siendo las muestras envasadas con la mezcla A (menor CO_2) las que tendieron a perder más jugo, coincidiendo con Doherty et al., (1996). CRA disminuyó (más agua liberada) con el tiempo de almacenamiento en todos los grupos y a los 17 días de envasado alcanzan valores similares.

La maduración de la carne afectó a los valores de dureza (figura 3) la cual fue disminuyendo ($P < 0.05$) con el tiempo de maduración lo que coincide con numerosos trabajos (Jeremiach et al.; 1997; Vergara y Gallego, 2000) pero sin diferencias entre tipo de mezclas lo cual concuerda con los resultados de Bell et al.,(1996).

En lo que respecta a las coordenadas de color (L*, a* y b*), los resultados están representados en la tabla 1. L* aumentó en todos los grupos y alcanzó valores significativos en las mezclas con oxígeno al igual que b* (amarillo) que suele estar asociado a la formación de pigmentos pardos como metamioglobina que suele formarse cuando existen concentraciones relativamente pequeñas de oxígeno (Penny & Bell, 1993).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bell RG, Penney N and Moorhead SM, (1996).The retail display life of steaks prepared from chill stored vacuun and carbon dioxide packed sub-primal beef cuts. *Meat Sci* **42**(2): 165-178.

Doherty AM, Sheridan JJ, Allen P, McDowell DA and Blair IS, (1996) Physical characteristics of lamb primal packaged under vacuum or modified atmospheres. *Meat Sci* **42**: 315-324.

Gill CO, (1990). Controlled atmosphere packaging of chilled meat. *Food Control* ***April***: 74-78.

Grau R and Hamm R, (1953).In: Muscle as Food, Ed by Bechtel PJ. Food Science and Technology. *A Series of Monographs* (1985). Academic Press, New York

Jeremiah LE, Tong AKW and Gibson LL, Hot-boning, elevated temperature conditioning, and vacuum packaged ageing influences on lamb cooking losses and palatability. *J Food Sci* **62**: 1026-1027 (1997).

Parry RT, (1995). Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Ed. by A Madrid Vicente Madrid, 331 pp.

Penny N and Bell RG, (1993). Effect of residual oxygen on the colour, odour and taste of carbon dioxide-packaged beef, lamb and pork during short term storage at chill temperatures. *Meat Sci* **33**: 245-252.

Vergara H and Gallego L, Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Sci* **56**: 345-349 (2000).

Figuras 1 a 3. Evolución del pH, % de agua liberada (CRA) y terneza (FC) de la carne de cordero de raza Manchega según la mezcla de gas empleada en el envasado en atmósfera modificada

(A:20%CO_2+10%O_2+70%N_2;B:40%CO_2+60%N_2;C:80%CO_2+20%O_2; D:80%CO_2+20%N_2)

Figura1.

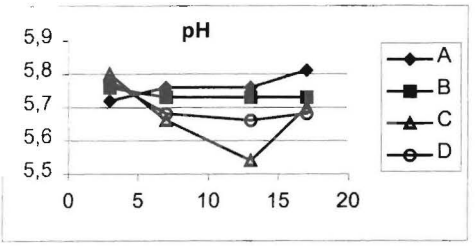


Figura2.

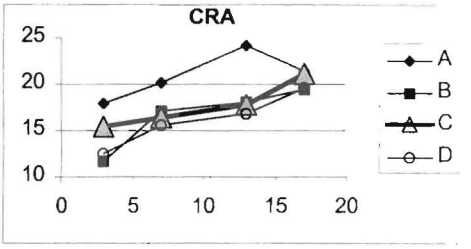


Figura 3.

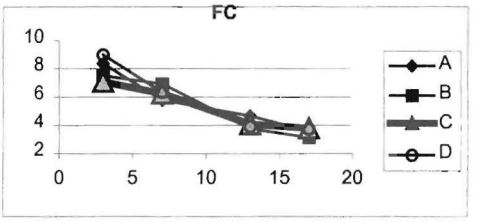


Tabla 1 Efecto del tipo de atmósfera en el color de la carne (L* a* b*) y en su evolución

		Tipo de atmósfera				
	Tiempo post mortem	*A (n=10)*	*B (n=10)*	*C (n=10)*	*D (n=10)*	Análisis de varianza
L*	3 días	45.32 ± 0.79^{a}	46.15 ± 0.73	45.84 ± 0.44^{a}	45.52 ± 0.56	NS
	7 días	47.68 ± 0.65^{ab}	46.03 ± 0.65	47.59 ± 0.63^{ab}	46.61 ± 1.07	NS
	13 días	48.57 ± 0.90^{b}	47.59 ± 0.66	48.92 ± 0.65^{b}	47.38 ± 1.16	NS
	17días	46.47 ± 0.58^{ab}	47.67 ± 1.05	48.76 ± 0.83^{b}	47.39 ± 0.62	NS
a*	3 días	$15.23 \pm 0.26^{a;xy}$	15.23 ± 0.35^{xy}	$16.35 \pm 0.47^{ab;y}$	14.86 ± 0.31^{y}	*
	7 días	$14.55 \pm 0.39^{a;x}$	14.73 ± 0.37^{x}	$16.55 \pm 0.36^{a;y}$	15.81 ± 0.46^{xy}	**
	13 días	$11.99 \pm 0.36^{b;x}$	14.96 ± 0.40^{y}	$14.54 \pm 0.45^{bc;y}$	14.02 ± 0.80^{y}	**
	17días	$12.09 \pm 0.73^{b;x}$	15.44 ± 0.63^{y}	$12.93 \pm 0.60^{c;x}$	14.06 ± 0.25^{xy}	**
b*	3 días	$7.72 \pm 0.36^{a;x}$	6.27 ± 0.30^{y}	$8.87 \pm 0.38^{a;x}$	$6.00 \pm 0.30^{a;y}$	***
	7 días	$9.44 \pm 0.40^{ab;x}$	6.90 ± 0.36^{y}	$10.73 \pm 0.50^{b;x}$	$7.67 \pm 0.36^{ab;y}$	***
	13 dias	$10.60 \pm 0.49^{b;x}$	7.38 ± 0.46^{y}	$11.85 \pm 0.34^{b;x}$	$8.25 \pm 0.68^{b;y}$	***
	17días	$8.82 \pm 5.55^{a;x}$	7.67 ± 0.55^{x}	$11.74 \pm 0.35^{b;y}$	$7.76 \pm 0.40^{b;x}$	***

NS: Diferencias no significativas

*, **, ***: $P < 0.05$, $P < 0.01$ y 0.001, respectivamente

$^{x, y, z}$: valores en la misma fila con diferente superíndice indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

$^{a, b, c}$: valores en la misma columna con diferente superíndice indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

UTILIZACIÓN DE ACEITE DE PALMA EN LA RACIÓN DE CORDEROS EN CRECIMIENTO. 1. EFECTO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

T. Manso[1], T. Castro[2], A.R. Mantecón[3], V. Jimeno[4], J.Ciria[5]
[1]Área de Producción Animal. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia. [2] Dpto. Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. 28040 Madrid. [3] Estación Agrícola Experimental (CSIC). Apdo. 788. 24080 León.[4] Dpto. Producción Animal. U.P.M. 28040 Madrid. [5] Universidad de Valladolid. 42002 Soria

INTRODUCCIÓN

La inclusión de grasas en las raciones de animales con altas necesidades nutritivas, como es el caso de los rumiantes durante el periodo de crecimiento y cebo, resulta especialmente interesante ya que permite aumentar la densidad energética de las raciones.

La utilización de grasas de origen animal en la fabricación de piensos se ha visto afectada por la prohibición de las proteínas de origen animal en la alimentación de rumiantes y, para eliminar totalmente los subproductos de origen animal, se ha producido una demanda de piensos "todo vegetal" dando entrada a las grasas vegetales. En este sentido, el aceite de palma es una de las principales grasas de origen vegetal que se utiliza actualmente en alimentación animal y puede encontrarse en el mercado tal cual o en forma de jabón cálcico.

La información existente sobre los efectos de la utilización de aceite de palma en raciones de cebo intensivo de corderos es muy escasa. Resultados previos (Castro et al. 2001) han mostrado que la utilización de aceite de palma origina mejoras en el crecimiento y en el índice de transformación de los alimentos y podría dar lugar a cambios en la composición del producto final obtenido.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la incorporación de aceite de palma, tal cual o en forma de jabón cálcico, en raciones de cebo intensivo de corderos sobre la composición corporal (canal y no canal) de corderos sacrificados a los 25 kg de PV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 corderos machos de raza Ojalada, destetados a las 6 semanas de edad y con un peso medio de 14,11 kg. Los corderos, de forma equilibrada según su peso, fueron distribuidos en 5 tratamientos experimentales de acuerdo con el pienso que recibieron y se asignaron 6 corderos por tratamiento. Los tratamientos experimentales fueron los siguientes: grupo control sin grasa añadida (C), nivel bajo de aceite de palma (BA), nivel bajo de jabón cálcico (BJ), nivel alto de aceite de palma (AA) y nivel alto de jabón cálcico (AJ).

Los piensos con grasa añadida se formularon para que fuesen isoenergéticos y para que todos los piensos tuvieran la misma relación energía:proteína. El jabón cálcico utilizado fue MAGNAPAC (Norel, S.A.) obtenido a partir de ácidos grasos destilados de aceite de palma. Los piensos experimentales y su composición química se presenta en la Tabla 1.

Durante todo el periodo experimental los corderos fueron alojados en jaulas individuales. Todos los animales recibieron como forraje paja de cereales *ad libitum* y el concentrado correspondiente también se suministró *ad libitum*.

Cuando los corderos alcanzaron los 25 kg de peso vivo fueron sacrificados. En el momento del sacrificio todas las partes del cuerpo se pesaron por separado y se dividieron en dos fracciones: *canal* y *no canal* (lana, sangre, piel, patas y cabeza, aparato respiratorio, bazo, corazón, hígado riñones, compartimentos digestivos y depósitos de grasa omental y mesentérica). La canal se pesó inmediatamente después del sacrificio y tras 24 horas de oreo. A continuación, la canal se dividió en dos mitades. La media canal derecha y la fracción no canal, por separado, se trocearon, picaron y molieron hasta conseguir una adecuada homogeneización. Posteriormente, ambas fracciones, se analizaron químicamente y se determino su contenido en materia seca, cenizas, proteína bruta, grasa y energía bruta (AOAC, 1990).

Tabla 1. Raciones experimentales y composición química

	C	BP	BJ	AP	AJ
Composición (%)					
Cebada	10,10	20,0	30,48	10,0	23,0
Maíz	42,32	28,10	20,0	33,59	24,73
Trigo	25,0	17,70	15,0	8,06	4,12
Salvado	-	5,0	5,0	13,00	12,0
H. Soja 44	19,20	23,0	22,82	25,94	25,52
Aceite de palma	-	2,51	-	4,08	-
Jabón cálcico*	-	-	3,08	-	4,96
Carbonato	1,36	1,66	1,60	2,5	2,5
Fosfato	-	-	-	0,12	0,44
Bicarbonato sódico	1	1	1	1	1
Cloruro sódico	0,3	0,3	0,3	1	1
Aroma	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Corrector	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Análisis calculado					
UFC/kg MS	1,16	1,18	1,18	1,18	1,18
PB (% MS)	17,85	19,50	19,66	20,29	20,21
g PDI/UFC	110,4	110,47	110,47	110,47	110,47
EE (%MS)	2,87	5,40	5,39	7,33	7,30
Composición química (% MS)					
MS	96,30	96,41	96,16	96,34	96,43
PB (N x 6,25)	18,6	19,0	19,1	19,9	19,8
EE	3,03	5,34	4,58	6,56	6,05
FND	11,7	13,8	13,8	13,9	14,9
FAD	3,7	4,6	4,4	4,4	4,9
Cenizas	5,6	6,4	7,6	7,2	10,0

*, Magnapac: 84% ácidos grasos, 11% cenizas (9% calcio), 5% humedad (Norel, s.a.)

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (2001) mediante análisis de varianza, y se realizaron contrastes ortogonales para analizar las diferencias debidas a los tratamientos. Los contrastes realizados fueron **C1:** C *vs* BA, BJ, AA y AJ; **C2:** BA y BJ *vs* AA y AJ y **C3:** BA y AA *vs* BJ y AJ.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 y 3 se muestran los resultados relativos al peso, composición química (agua, cenizas, proteína y grasa) y al contenido energético de la fracción *canal* y *no canal* de los corderos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

De acuerdo con los datos presentados en las tablas 2 y 3, el efecto de la incorporación de aceite de palma en los piensos (contraste C1), así como la forma en que se incorporó (contraste C3, aceite vs jabón), no dio lugar a diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros estudiados en la fracción *canal* y *no canal* de los corderos. Únicamente se encontraron diferencias debidas al efecto del nivel de grasa en el pienso (contraste C2, p=0,09) sobre la proporción de agua de la fracción canal, siendo el valor obtenido inferior en los corderos que recibieron los piensos con el nivel alto de grasa. Así mismo, y de acuerdo con los resultados señalados anteriormente, se observó un mayor contenido en grasa y energía en la fracción canal de los corderos pertenecientes al nivel alto de grasa, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Los efectos encontrados debidos al nivel de grasa en el pienso no fueron estadísticamente significativos en ninguno de los parámetros estudiados en la fracción *no canal*.

Tabla 2. Efecto de la incorporación de aceite de palma en la ración sobre el peso (kg), la composición química (g/kg) y el contenido energético (Mcal/kg) de la fracción canal de los corderos pertenecientes a los diferentes tratamientos experimentales.

	C	BA	BJ	AA	AJ	s.e.	C1	C2	C3
Fracción canal (kg)	12,29	12,56	12,74	12,67	12,78	0,496	0,091	0,720	0,475
Agua (g/kg)	630,7	630,6	625,8	609,6	616,4	21,41	0,313	**0,095**	0,907
Cenizas (g/kg)	25,0	26,4	32,1	32,1	29,5	8,51	0,210	0,654	0,654
Proteína (g/kg)	164,3	160,6	166,4	167,1	164,1	7,35	0,947	0,481	0,653
Grasa (g/kg)	165,9	168,7	165,8	182,5	182,0	26,63	0,476	**0,180**	0,878
Energía (Mcal/kg)	2,53	2,62	2,56	2,71	2,61	0,255	0,374	0,307	0,708

C1: C vs. BA, BJ, AA y AJ; **C2**: BA y BJ vs. AA Y AJ; **C3**: BA y AA vs. BJ y AJ

Tabla 3. Efecto de la incorporación de aceite de palma en la ración sobre el peso (kg), la composición química (g/kg) y el contenido energético (Mcal/kg) de la fracción *no canal* de los corderos pertenecientes a los diferentes tratamientos experimentales.

	C	BA	BJ	AA	AJ	s.e.	C1	C2	C3
Fracción *no canal* (kg)	9,70	10,00	9,87	9,79	10,16	0,556	0,316	0,867	0,612
Agua (g/kg)	700,6	690,5	712,5	700,6	694,3	18,06	0,892	0,585	0,299
Cenizas (g/kg)	21,35	22,40	21,43	20,50	21,97	1,555	0,754	0,292	0,697
Proteína (g/kg)	185,1	183,6	181,0	186,3	183,9	7,71	0,690	0,378	0,442
Grasa (g/kg)	121,4	132,9	116,7	152,3	138,0	17,29	0,871	0,492	0,357
Energía (Mcal/kg)	1,84	1,94	1,75	1,84	1,87	5,536	0,966	0,918	0,273

C1: C vs. BA, BJ, AA y AJ; **C2**: BA y BJ vs. AA Y AJ; **C3**: BA y AA vs. BJ y AJ

Los resultados obtenidos en este experimento indican que los niveles de aceite de palma utilizados en este trabajo y el hecho de que las raciones con grasa añadida fueran isoenergéticas y que todas presentaran la misma relación energía:proteína han podido determinar la ausencia de diferencias significativas en la composición corporal de los animales.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que es posible incluir aceite de palma, tal cual o en forma de jabón cálcico, en las raciones de cebo intensivo de corderos hasta los niveles considerados en este trabajo, sin que se vea modificada de forma significativa la composición química del cuerpo de los corderos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto CICYT-FEDER 1FD97-2007.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. 15th edition. Washington, D.C.

CASTRO, T., MANSO, T., MANTECÓN AR., JIMENO V. 2001. *ITEA (vol. extra), nº 22, 277-279.*

SAS, 2001. SAS Companion for the Microsoft Windows Environment, Versión 6.12. SAS Institute Inc., Cary NC.

UTILIZACIÓN DE ACEITE DE PALMA EN LA RACIÓN DE CORDEROS EN CRECIMIENTO. 2. EFECTO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA GRASA

T. Manso[1], T. Castro[2], J. Guirao[3], A.R. Mantecón[4], B. Asenjo[5]
[1]Área de Producción Animal. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia. [2] Dpto. Producción Animal. F. de Veterinaria. UCM. 28040 Madrid. [3] Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León. 37770 Guijuelo (Salamanca).[4] Estación Agrícola Experimental (CSIC). Apdo. 788. 24080 León. [5] Univ. de Valladolid. 42002 Soria.

INTRODUCCIÓN

Las grasas constituyen un importante suplemento energético en raciones que requieren una alta densidad energética, como es el caso de los corderos durante la fase de crecimiento y cebo.

Sin embargo, la posibilidad de que se prohíba el empleo de grasas de origen animal en la alimentación de rumiantes ha aumentado el interés hacia el estudio de los efectos de la incorporación de grasas de origen vegetal en las raciones de cebo intensivo.

El aceite de palma es una de las principales grasas de origen vegetal que se utiliza actualmente en alimentación animal y puede encontrarse tal cual o en forma de jabón cálcico.

A la vista de estas consideraciones, y teniendo en cuenta que los estudios realizados sobre la utilización de grasas en cebo intensivo de corderos son particularmente escasos, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar los efectos de la incorporación de aceite de origen vegetal (aceite de palma), tal cual o en forma de jabón cálcico, en raciones de cebo intensivo de corderos sobre la composición de la grasa de corderos sacrificados a los 25 Kg de PV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 corderos machos de raza Ojalada, destetados a las 6 semanas de edad y con un peso medio de 14,11 Kg. Los corderos fueron alojados en jaulas individuales y, de forma equilibrada según su peso, fueron distribuidos en 5 tratamientos experimentales de acuerdo con el pienso que recibieron. Los tratamientos experimentales fueron los siguientes: grupo control sin grasa añadida (C), nivel bajo de aceite de palma (BA), nivel bajo de jabón cálcico (BJ), nivel alto de aceite de palma (AA) y nivel alto de jabón cálcico (AJ).

Los piensos con grasa añadida se formularon para que fuesen isoenergéticos y para que todos los piensos tuvieran la misma relación energía:proteína. El jabón cálcico utilizado fue MAGNAPAC (Norel, S.A.) obtenido a partir de ácidos grasos destilados de aceite de palma.

Los piensos experimentales y su composición química se presenta en otra comunicación (Manso et al., 2003). La composición en ácidos grasos de la grasa de los piensos se muestra en la tabla 1.

Todos los animales recibieron como forraje paja de cereales *ad libitum* y el concentrado correspondiente también se suministró *ad libitum*.

Cuando los corderos alcanzaron los 25 Kg de peso vivo fueron sacrificados y se tomaron muestras de la grasa subcutánea dorsal e intramuscular (30 gramos del músculo longissimus dorsi) para determinar su contenido en ácidos grasos.

La fracción lipídica de grasa subcutánea se extrajo por fusión, metilándose en frío. La extracción de grasa intramuscular se realizó según la técnica Bligh and Dyer (1959), y la preparación de los ésteres metílicos de esta grasa según Morrison and Smith (1964).

Se determinaron en ambos casos el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases.

Tabla 1. Principales ácidos grasos (% del total) de las raciones experimentales

	C	BA	BJ	AA	AJ
C16:0	14.54	29.91	17.45	29.08	15.65
C18:0	3.29	3.76	2.40	3.46	2.04
C18:1	21.39	29.99	37.59	33.31	44.93
C18:2	55.77	33.50	37.03	30.16	32.95
C18:3	3.48	2.22	2.61	2.00	2.12

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS System mediante análisis de varianza, y se realizaron contrastes ortogonales para analizar las diferencias debidas a los tratamientos. Los contrastes realizados fueron **C1:** C *vs* BA, BJ, AA y AJ; **C2:** BA y BJ *vs* AA y AJ y **C3:** BA y AA *vs* BJ y AJ.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados relativos a la composición de la grasa subcutánea de los corderos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

Tabla 2. Efecto de la incorporación de aceite de palma en la ración sobre la composición en ácidos grasos (% del total) de la grasa subcutánea de los corderos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

	C	BA	BJ	AA	AJ	s.e.	C1	C2	C3
C12:0	0,44	0,56	0,35	0,54	0,37	0,257	ns	ns	0,084
C14:0	4,73	4,95	4,41	4,81	4,53	1,511	ns	ns	ns
C16:0	24,64	26,74	25,77	25,89	26,37	3,039	ns	ns	ns
C16:1	2,09	3,11	2,69	2,43	2,35	0,883	ns	ns	ns
C17:0	2,51	1,86	2,36	1,88	2,11	0,631	ns	ns	ns
C17:1	1,60	1,20	1,29	1,09	1,37	0,464	ns	ns	ns
C18:0	10,36	10,52	9,33	11,39	10,10	1,475	ns	ns	0,051
C18:1	42,32	43,17	44,66	42,74	43,91	3,251	ns	ns	ns
C18:2	4,35	2,62	3,79	3,00	2,68	0,784	0,002	ns	ns
C18:3	0,48	0,52	0,44	0,40	0,37	0,181	ns	ns	ns
C20:0	0,15	0,37	0,29	0,09	0,08	0,237	ns	0,031	ns
C20:1	0,17	0,41	0,73	0,21	0,16	0,257	ns	0,030	ns
MUFA	45,98	47,56	48,77	46,14	47,80	3,326	ns	ns	ns
PUFA	4,83	3,14	4,23	3,29	3,05	0,887	0,003	ns	ns
SFA	42,75	44,99	42,42	44,62	43,54	4,408	ns	ns	ns

C1: C vs. BA, BJ, AA y AJ; **C2**: BA y BJ vs. AA Y AJ; **C3**: BA y AA vs. BJ y AJ **ns**: P>0,05

La proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA, P=0,003) y C18:2 (P=0,002) de la grasa subcutánea de los corderos del grupo control (C, sin grasa añadida) fue mayor que para el resto de los grupos experimentales. Esto podría explicarse por el mayor contenido en maíz y por lo tanto en C18:2 de la ración del grupo control (Field et al., 1992; Bas and Morand-Fehr, 2000).

El contenido en C20:0 (P=0,031) y C20:1 (P=0,030) de la grasa subcutánea de los corderos que recibieron el nivel bajo de aceite, tal cual o en forma de jabón cálcico, fue superior a los del nivel alto.

La grasa subcutánea de los corderos que recibieron los tratamientos con el aceite de palma tal cual presentaron un mayor porcentaje en algunos ácidos grasos saturados como el C12:0 (P=0,08) y C18:0 (P=0,05) que los que recibieron el jabón cálcico.

La tabla 3 muestra la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular de los corderos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

Tabla 3. Efecto de la incorporación de aceite de palma en la ración sobre la composición en ácidos grasos (% del total) de la grasa intramuscular de los corderos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

	C	BA	BJ	AA	AJ	s.e.	C1	C2	C3
C14:0	2,21	2,37	2,72	2,27	2,62	0,612	ns	ns	ns
C16:0	21,10	21,17	22,20	21,94	22,49	1,617	ns	ns	ns
C16:1	2,13	2,07	2,01	1,68	2,00	0,322	ns	ns	ns
C17:0	1,27	1,13	1,25	0,90	1,07	0,279	ns	0,092	ns
C17:1	0,90	0,87	0,82	0,65	0,75	0,212	ns	0,094	ns
C18:0	11,65	11,70	11,47	11,86	12,00	0,849	ns	ns	ns
C18:1	38,72	37,00	35,90	34,62	37,76	2,998	0,090	ns	ns
C18:2	10,16	10,46	10,68	11,07	9,53	2,448	ns	ns	ns
C18:3	0,56	0,470	0,58	0,45	0,43	0,115	ns	0,083	ns
MUFA	42,07	39,62	39,05	36,73	40,58	3,424	0,060	ns	ns
PUFA	15,92	16,76	16,88	18,02	14,92	4,068	ns	ns	ns
SFA	36,92	37,24	38,54	37,72	38,49	2,667	ns	ns	ns

C1: C vs. BA, BJ, AA y AJ; **C2**: BA y BJ vs. AA Y AJ; **C3**: BA y AA vs. BJ y AJ **ns**: P>0,05

La grasa intramuscular de los corderos que recibieron el pienso suplementado con aceite tuvo un menor contenido en ácidos grasos monoinsaturados (MUFA, P=0,06) y C18:1 (P=0,09) que los del grupo control.

Los niveles bajos de aceite de palma (tal cual o en forma de jabón) dio lugar, en la grasa intramuscular, a una mayor contenido en C17:0 (P=0,092) y C17:1 (P= 0,094) que los del nivel alto. El mayor aporte de materia orgánica fermentable de las dietas del nivel bajo de aceite pudo dar lugar a una mayor producción de ácido propiónico, a partir del cual se sintetizan ácidos grasos de cadena impar (Garton et al., 1972; Bas and Morand-Fehr, 2000).

Los corderos de los niveles altos de aceite presentaron un menor contenido en C18:3 en la grasa intramuscular que los de los niveles bajos (P=0,083). Bas and Morand Fehr (2000) indican que un aumento en el contenido en grasa en la ración reduce ligeramente el contenido en C18:3, C16:1 y C17:0 en la grasa subcutánea, perirrenal e intramuscular en los corderos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto CICYT-FEDER 1FD97-2007.

Los autores agradecen especialmente la colaboración de la Estación Tecnológica de la Carne de la Junta de Castilla y León.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAS, P. and MORAND-FEHR, P. 2000. *Liv. Prod. Sci.*, 64: 61-79

BLIGH, E.G. and DYER, W.J. 1959. *Can. J. Bioch. and Phys.*, 37: 911-917

FIELD, R.A., RULE, D.C., RILEY, M.L. 1972. *Sheep Res. J.*, 8: 77-80.

GARTON, G.A., DE HOVELL; F.D.; DUNCAN, W.R.H. 1972. Proc. Nutr. Soc. 31: 20-21.

MANSO, T. CASTRO, T. MANTECÓN A.R., JIMENO, V. 2003. *ITEA* Vol. Extra (*En prensa*)

MORRISON, W.R. and SMITH, L.M. 1964. *J. Lipid Res.*, 5:600-608

SAS, 2001. SAS Companion for the Microsoft Windows Environment, Versión 6.12. SAS Institute Inc., Cary NC.

COMPOSICIÓN DE LA GRASA DE CORDEROS MERINOS CEBADOS CON ALPEORUJO.

López Gallego, F.[1]; Rodríguez, P.L.[2]; Pascual, M.R.[2]; Chaso, M.A.[2]; López Parra Mª.M.[1]

[1] Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Extremadura. Apto 22. 06080 Badajoz (España). [2] Dpto. Zootecnia. Fac. de Veterinaria. UEX. Av. Universidad s/n. 10071 Cáceres (España).

INTRODUCCIÓN

La incorporación de subproductos a los piensos compuestos de rumiantes, como el alpeorujo resulta interesante en función del bajo precio.

La grasa es un componente básico en las características organolépticas de la carne (Beriain y Alzueta, 2001), por ello es importante determinar la influencia de la de este ingrediente sobre la composición grasa.

Actualmente las almazaras están obligadas a eliminar este subproducto, ambientalmente pernicioso, por lo que se requiere desarrollar posibles usos alternativos (García-Ortíz y Frías, 1994).

MATERIAL Y METODOS

Se suministraron 4 fórmulas de pienso de cebo con un contenido creciente de alpeorujo: 0%, 10%, 20%, 30%, a 5 corderos merinos machos, de cruce industrial, por cada tipo de pienso, desde el destete (14 kg) hasta el sacrificio (30 kg) de peso vivo ayunado. Los concentrados, tienen un valor nutritivo equivalente, manteniendo una relación proteína:energía semejante (140g PDIN/UFC). El manejo de cebo fue el habitual: con pienso, paja y agua a libre disposición.

Se analizó el perfil de ácidos grasos de grasa perirrenal, mediante una metilación y posterior determinación cuanti-cualitativa de los ésteres grasos formados mediante cromatografía gaseosa (Hewlett Packard 6890), siguiendo la práctica habitual de esta analítica (Beriain y Alzueta, 2001).

Cada variable se ha descrito mediante la media y la desviación típica. El efecto del pienso se ha determinado mediante un análisis de varianza a una vía (nivel de alpeorujo utilizado en la dieta) completado con un test de Tukey ($P<0,05$). El estudio se completó con Análisis de Componentes Principales (Mallo, 1984). El programa estadístico utilizado fue SPSS (V10.0, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El alpeorujo es rico en ácido oleico (73%), los cereales tienen alto nivel de ácido linoleico (58%), algo semejante ocurre con la harina de soja (55%).

El perfil de ácidos grasos de los piensos experimentales su ingestión real se recoge en la Tabla 1, teniendo en cuenta que no han existido diferencias entre lotes en la digestibilidad del extracto etéreo y el valor del índice de conversión de cada lote (López, 2003).

La composición de la grasa perirrenal (Tabla 2), se vio afectada ($P<0,001$) en los niveles de ácido margárico y linoleico; al igual que para los ácidos oleico y esteárico ($P<0,05$).

Cabe suponer que la evolución pareja, pero inversa, de los ácidos margárico y esteárico está motivada por el cambio en el perfil de fermentación ruminal causado por la dieta ingerida. El pienso testigo es rico en cereal y almidón, lo que provoca

una fermentación con alta producción de ácido propiónico (C3), que se incorpora a la síntesis de grasa, lo que aumenta los ácidos grasos de cadena impar. Al incorporar alpeorujo crecientemente, disminuye el aporte almidón, lo que disminuye la producción de ácido propiónico (C3), disminuyendo el ácido margárico en la grasa perirrenal.

En paralelo, el aumento de alpeorujo, producto fibroso, debe incrementar la producción de ácido acético (C2), lo que explicaría la mayor proporción de ácido esterárico en los corderos alimentados con un 30% de alpeorujo, junto una ingestión directa algo superior al resto de lotes (Tabla 1).

El aumento de ácido oleico en corderos alimentados con pienso con altos niveles de alpeorujo (>20%), se asociaría a la elevada ingestión de este ácido (Tabla 1) que supera la capacidad de hidrogenación ruminal, llegando a absorberse tal cual en intestino.

El ácido linoleico, es un ácido graso esencial, y su nivel vendría explicado por una combinación entre el aporte dietético, junto la "dilución" frente al resto de ácidos grasos pues en el rumen, se hidrogenará en parte (Bas y Morand-Fehr, 2000). La dieta también puede afectar a la población protozoaria del rumen, que aporta ácidos grasos esenciales. Todo ello explicaría la tendencia a disminuir el nivel de este ácido al aumentar el nivel de alpeorujo en la dieta.

Así pues la incorporación de alpeorujo en la dieta, incrementa el nivel de ácido oleico en la grasa de los corderos, lo que es más cardiosaludable.

El ACOPRI indica que los tres primeros componentes, retienen el 81 % de la varianza, lo que es un valor muy elevado.

El primer componente (Tabla 3) sitúa con cargas positivas ácidos insaturados (palmitoleico y linoleico) y con carga negativa al ácido esteárico, por lo que puede llamarse "saturación". El segundo componente está definido por la alta carga positiva del ácido oleico, por lo que procede la denominación de "oleico". El tercer componente define una alta carga para el ácido margárico, por lo que puede denominarse "impar".

El posicionamiento de los corderos en el espacio de estos tres componentes corrobora lo indicado. Los corderos del lote 0% tienden a situarse en el plano positivo del primer componente, produciéndose un desplazamiento al plano negativo al incrementarse el nivel de alpeorujo incorporado en la dieta (Figura 1).

Respecto al tercer componente, los corderos del grupo testigo ó 10% de alpeorujo tienden a situarse en el plano positivo, mientras los otros grupos lo hacen en el negativo.

Por lo tanto, como conclusión se puede indicar que la incorporación del alpeorujo a la dieta de corderos de cebo, en las condiciones experimentales descritas, produce un incremento en el nivel de ácidos oleico de la grasa perirrenal de dichos corderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BEIRIAIN, M.J.; ALZUET, A,M. (2001). Análisis de composición en ácidos grasos de la grasa animal. Ed. V. Cañeque y C. Sañudo. INIA. Ganadera 1. 225-231.

BAS, P.; MORAND-FEHR, P. (2000). Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. Livestock Production Science, 64. 61-79.

GARCÍA-ORTIZ, A.; FRÍAS, L. (1994). El alpechín y los orujos húmedos. Sus posibles usos. Agricultura 746. 815-819.

LOPEZ GALLEGO, F. (2003). El Alperoujo en la alimentación de corderos. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida.

MALLO, F. (1985) Análisis de componentes principales y técnicas factoriales relacionadas. Servicio de Publicaciones de la Universidad de León.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, L.A. (1999). Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza.
TOR, M.; GOSÁLVEZ, L.F.; DELFA, R.; ESTAVILLO, S. (1999). Efecto de la raza sobre la composición del tejido adiposo en el ternasco de Aragón. XXIV Jornadas Científicas de la SEOC, Soria.

Tabla 1.- Composición porcentual de ácidos grasos (%), e Ingestión estimada de grasa total (g) por cada kg de ganancia de peso.

	%				g			
%Alpeorujo	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
Palmítico (C16:0)	19,04	15,90	12,82	9,96	18,07	22,36	25,10	25,93
Palmitoleico (C16:1)	0,00	0,09	0,18	0,27	0,00	0,13	0,35	0,70
Esteárico (C18:0)	0,00	0,46	0,92	1,34	0,00	0,65	1,80	3,49
Oleico (C18:1)	15,85	24,06	32,17	40,09	15,04	33,84	62,99	104,40
Linoleico (C18:2)	54,37	49,32	44,22	39,22	51,61	69,37	86,59	102,10
Linolenico (C18:3)	6,83	5,44	4,03	2,72	6,48	7,65	7,89	7,08
Extracto etéreo	2,67	3,78	5,11	6,22	94,92	140,70	195,80	260,4

Tabla 2. Valores porcentuales de ácido graso.

%Alpeorujo	0%	10%	20%	30%	NS
Mirístico (C14:0)	2,454±0,403	2,487±0,645	2,488±0,834	2,347±0,510	ns
Palmítico (C16:0)	18,547±1,400	18,355±1,521	17,988±2,247	17,442±2,069	ns
Palmitoleico(C16:1)	1,822±0,153	1,804±0,183	1,724±0,202	1,657±0,277	ns
Margárico C17:0)	3,069±0,511^{a}	2,569±0,367^{b}	2,055±0,552^{c}	1,816±0,315^{c}	***
Esteárico (C18:0)	26,402±2,353^{a}	27,762±3,243^{ab}	27,717±2,681^{ab}	29,316±2,915^{b}	*
Oleico (C18:1)	41,064±2,285^{a}	42,126±2,711^{ab}	43,446±2,419^{b}	43,180±2,647^{b}	*
Linoleico (C18:2)	6,642±1,062^{a}	4,898±0,805^{b}	4,583±0,940^{b}	4,242±0,819^{b}	***

Nivel de significación (NS): ns=no significativo; * = P<0,05; *** = P<0,001.

Tabla 3.- Coordenadas de los ácidos grasos en el espacio conformado por los 3 primeros componentes principales.

Ácidos grasos	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Mirístico (C14:0)	0,336	-0,175	-0,585
Palmítico (C16:0)	0,251	-0,554	-0,314
Palmitoleico (C16:1)	0,442	0,237	0,122
Margárico (C17:0)	0,340	-0,208	0,602
Esteárico (C18:0)	-0,540	-0,249	0,229
Oleico (C18:1)	-0,006	0,704	-0,205
Linoleico (C18:2)	0,471	0,070	0,296

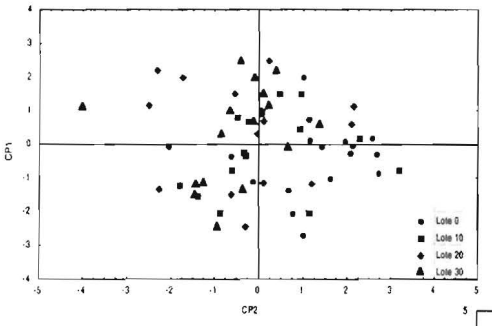


Figura 1.- Situación de los corderos en el espacio definido por los componentes principales 1 y 2.

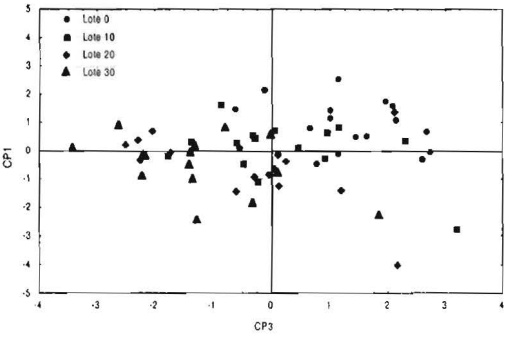


Figura 2.- Situación de los corderos en el espacio definido por los componentes principales 1 y 3.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 139-141

EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE VITAMINA A SOBRE EL DESARROLLO DEL TEJIDO GRASO EN CORDEROS EN CRECIMIENTO

A*. Arana, M. Alzón, P. Eguinoa, J. Ochoa, J.A. Mendizabal, A. Purroy.
Dpto. Producción Agraria. Universidad Pública Navarra. Campus Arrosadía.
31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La deposición de grasa se caracteriza por una contínua acumulación de lípidos, reflejo de la combinación de dos fenómenos que ocurren en el tejido graso: la hiperplasia (aumento del número de adipocitos) y la hipertrofia (aumento del tamaño de los mismos) (Ailhaud et al., 1992).

La identificación de los factores que activen o inhiban el desarrollo de los preadipocitos en los diferentes depósitos puede aportar nuevos planteamientos para modular el desarrollo del tejido graso en las diferentes regiones del cuerpo del animal. Entre estos factores se encuentra la vitamina A. Distintos investigadores han analizado el efecto inhibitorio de la vitamina A (retinol) sobre el proceso de diferenciación de los preadipocitos, tanto en cultivos de líneas celulares (Sato et al., 1980; Hida et al., 1998), como en cultivos primarios de preadipocitos de distintas especies (Torii et al., 1995; Ohyama et al., 1998). Estudios preliminares realizados con cultivos de preadipocitos de corderos de raza Raza Navarra han mostrado que la adición de todo-trans retinol 10^{-5} M disminuye la diferenciación y que la respuesta al retinol es diferente en función del depósito del que proceden los adipocitos, bien sean internos (omental) o de la canal (subcutáneo) (Soret et al., 2000).

Como las concentraciones necesarias de vitamina A para obtener estos efectos in vitro no son muy diferentes de las fisiológicas podría ser suministrado a los animales in vivo, durante las primeras etapas de su vida, con objeto de modificar el desarrollo de sus depósitos grasos. Por ello, el objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de dicha administración sobre el desarrollo de los depósitos grasos internos y de la canal de corderos en crecimiento.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 21 corderos machos de raza Raza Navarra procedentes del rebaño experimental del Instituto Técnico y de Gestión Ganadero, con un peso vivo al nacimiento de 4.2 ± 0.6 kg. Los animales se dividieron en dos lotes: control (C; n= 12 animales) y retinol (Ret; n= 9 animales) y permanecieron con sus madres alimentándose exclusivamente de su leche. A los corderos del lote Ret se les administró por vía oral un suplemento de vitamina A, en forma de cápsulas conteniendo como principio activo palmitato de retinol todo-trans (dosis de $5x10^5$ U I) dos veces por semana. Los corderos se destetaron con un edad media de 53 ± 3 d y un peso vivo de 17.7 ± 0.3 kg. Después del destete los corderos se trasladaron a la nave experimental de la Universidad Pública de Navarra y se alojaron en jaulas individuales distribuidos de acuerdo con el lote al que pertenecían. Durante el cebo a todos los corderos se les alimentó con un alimento concentrado comercial (MO, 94.4 %; PB, 16.0%; extracto etéreo, 2.18%; FB, 5.7) cuyo contenido en vitamina A era de 8.500 U.I./kg . Además dispusieron de paja de cebada y agua ad libitum. A los corderos del grupo Ret además de ingerir la vitamina A del pienso se les continuó administrando oralmente las mismas cápsulas y dosis que las ya indicadas. El consumo de pienso se controló cada dos días y el peso vivo una vez por semana.

A todos los corderos se les extrajo sangre al inicio y al final del cebo (5 mL) para determinar las concentraciones de retinol y palmitato de retinol sérico que fueron analizadas por HPLC.
Los corderos se sacrificaron con un peso medio 25.6 ± 0.3 kg y una edad de 98 ± 4d en el matadero Se realizaron las determinaciones de la canal, se extrajo la grasa omental (OM) y

pélvicorrenal (PR) y se diseccionó la espalda con objeto de conocer su composición tisular. Se tomaron muestras de grasa para analizar el tamaño y número de adipocitos así como la actividad de las enzimas lipogénicas: Glicerol 3-fosfato deshidrogenasa (G3PDH), Sintasa de ácidos grasos(FAS) y Glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH) de cuatro depósitos: OM, PR, subcutáneo (SC) e intermuscular (IN) siguiendo la metodología descrita por Arana et al.(1998)

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza, donde el factor estudiado fue el lote al que pertenecían los corderos utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 10.0).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se observa que aunque no existieron diferencias significativas entre lotes en los niveles de retinol sérico ni en el inicio del cebo (toma 1) ni al final del mismo (toma 2) se observaron diferencias entre los de palmitato de retinol, lo que nos indica que los corderos del lote retinol absorben la mayor cantidad de vitamina A procedente del alimento y éste es transportado por la sangre en forma de palmitato de retinol. El hecho de que las concentraciones de retinol en sangre no se hayn visto alteradas se debe a la regulación hepática de este metabolito.

La inclusión de una mayor concentración de vitamina A en el alimento de los corderos no ha afectado ni a los parámetros de crecimiento (tiempos de cebo, GMD, consumode pienso e IC) ni a las características de la canal (tabla 1). En cuanto a la cantidad de grasa acumulada, la cantidad de grasa depositada en los depósitos OM y PR fue similar al igual que el volumen y número de los adipocitos de estos dos depósitos (tabla 1). Sin embargo, la composición tisular de la espalda indicó que los porcentajes de grasa SC e IN fueron superiores en los corderos a los que se les administró mayor cantidad de vitamina durante todo el periodo de crecimiento-cebo (tabla 1).

El mayor desarrollo de los depósitos SC e IN de los corderos del grupo Ret en comparación a los del grupo C, se habría debido a la mayor hipertrofia de sus adipocitos, ya que el volumen de los adipocitos fue superior, no habiéndose encontrado diferencias ni en su número ni en la actividad de las enzimas lipogénicas G3PDH, FAS y G6PDH.

De los resultados observados en este trabajo es de destacar que la administración de vitamina A haya ejercido su efecto sobre los depósitos de la canal y no sobre los internos, lo quee concordaría con los resultados de Soret et. (2000), quienes comprobaron que la vitamina A afectaba al depósito SC y no al OM. En este sentido habría que añadir que el efecto de esta vitamina sobre el dep´ósito SC podríaq haberse visto influido por el hecho de que en el depósito SC, por encontrarse muy próximo al tejido epitelial, existen una gran cantidad de receptores de retinol.

En este trabajo se ha observado una ausencia del efecto inhibidor de la vitamina A sobre el proceso de diferenciación ed los adipocitos, ya que no se produjo una reducción del número de células sino que se produjo una mayor acumulación de lípidos en los depósitos SC e IN, lo que pudo deberse a la dificultad de conseguir in vivo la concentración de retinol plasmático adecuada. La ausencia de efecto inhibidor también fue observada por Payne y Watkins en 1997, quienes administraron retinol (en una concentraación de 640 mg/semana) a corderos en crecimiento y tampoco encontraron una reducción de la proliferación adipocitaria.

En definitiva, cabe concluir que la administración de vitamina A juega un papel modulador del desarrollo del tejido graso, afectando principalmente a los depósitos SC e IN.

el espesor de la grasa medido mediante ecografía y el tamaño de los adipocitos subcutáneos, todos ellos determinados en la región esternal y lumbar, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La nCC determinada en la región esternal ofreció una mayor precisión en la determinación de las reservas grasas totales que la tomada en la región lumbar (r^2= 0,90 *vs* 0,75; RSD= 2252 *vs* 3146 g, en la región esternal y lumbar respectivamente), a semejanza de los resultados obtenidos por Hervieu et al. (1991) en cabras de razas Alpina y Saanen. Algo parecido ocurrió con la medida del espesor graso mediante ecografía, ya que las regresiones obtenidas entre el espesor de la grasa y la cantidad total de grasa del animal fueron más precisas en la región esternal que en la lumbar (r^2= 0,85 *vs* 0,78; RSD= 2179 *vs* 3125 g, respectivamente). Todo ello se explicaría por el hecho de que en el caso de la especie caprina, a diferencia de lo que ocurre en la ovina, los depósitos grasos internos y el depósito graso intermuscular son cuantitativamente más importantes que los de grasa subcutánea, de ahí que en la región esternal, donde además de la grasa subcutánea se palpa o se determina también la grasa intermuscular que se sitúa entre los músculos pectorales y el esternón, la precisión obtenida al predecir la cantidad total de grasa del animal sea mayor que en la región lumbar.

En cuanto a la medida del tamaño de los adipocitos se observa que la precisión obtenida con el diámetro de los adipocitos subcutáneos de la región esternal es menor que la obtenida con los adipocitos de la región lumbar (r^2= 0,44 *vs* 0,72; RSD= 5287 *vs* 3421g; Figuras 1 y 2 respectivamente), a diferencia de lo que ocurría con la nCC y el espesor de la grasa medido por ecografía. Sin embargo, si analizamos más detenidamente estos resultados, en la Figura 1 se observa que los puntos correspondientes a las cabras más engrasadas son los que mayores desviaciones presentan con respecto a la recta de regresión. Por ello, cuando se prescinde de las cabras más engrasadas (Figura 3) se observa que el ajuste de la recta de regresión entre el tamaño de los adipocitos subcutáneos esternales y la cantidad total de grasa de las cabras es ahora mucho más preciso (r^2= 0,72 ; RSD= 2047g ; Figura 3). Por el contrario, en el caso de los adipocitos de la región lumbar no ocurre esto, ya que el ajuste es mucho más preciso incluyendo en la regresión la totalidad de las cabras (Figura 2), que excluyendo las más engrasadas (r^2= 0,42; RSD= 2934g; Figura 4). La interpretación de este fenómeno no es fácil de establecer, pero podría ser que el depósito subcutáneo en la región lumbar se estaría desarrollando únicamente por la hipertrofia de sus adipocitos, de ahí que a mayor cantidad de grasa mayor tamaño de sus adipocitos (Figura 2). Mientras, en la región esternal, podría estar ocurriendo una hiperplasia o proliferación adipocitaria en las cabras más engrasadas, de manera que en éstas un mayor engrasamiento no se acompañaría de un aumento en el tamaño celular medio (Figura 1). Aunque este razonamiento no pasa de ser una hipótesis, en la especie ovina, que ha sido mucho más estudiada que la caprina en cuanto a metabolismo del tejido graso se refiere, sí se han descrito fenómenos de hiperplasia tardía en periodos de intensa lipogénesis (Hood y Thornton, 1979) que apoyarían esta teoría. En este mismo sentido, también en la especie ovina, se han puesto en evidencia notorias diferencias en el

REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE TEJIDOS *IN VIVO* EFECTUADAS CON ULTRASONIDOS EN OVEJAS ADULTAS Y SUS CORRELACIONES CON LA CONDICIÓN CORPORAL

M. S. Bueno[2], S. Matos[1], V. Cadavez[1], E. Pereira[1], S. Rodrigues[1], S. Batista[1], R. Delfa[3] y A. Teixeira[1]

[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Departamento de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal (teixeira@ipb.pt)

[2] Instituto de Zootecnia. Caixa Postal 60, Cep: 13460-000, Nova Odessa – São Paulo, Brasil (msbueno@izsp.br), Becario de Post-doctorado de la CAPES

[3]Unidad de Tecnología en Producción Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la condición corporal (Russel *et al.*, 1969) es una forma de conocer las reservas corporales de las hembras, siendo la region lumbar el punto de elección en ovinos debido a la deposición de grasa subcutánea tal como han demostrado Teixeira *et al.* (1989) y Frutos *et al.* (1997). No obstante este es un método subjetivo muy susceptible a errores entre operadores (Evans, 1978), por lo que será interesante sustituir esta técnica por evaluaciones objetivas, con elevada repetibilidad e reproducibilidad.

Las imágenes de ultrasonidos pueden ser utilizadas para determinar el espesor de los tejidos en la región lumbar y estas medidas pueden ser relacionadas con la condición corporal de las ovejas.

El objetivo de este estudio fue determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las medidas de tejidos obtenidas por imágenes de ultrasonidos y establecer las correlaciones entre estas y la condición corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sesenta y una ovejas adultas, de raza Churra Bragançana, de la Escola Superior Agraria de Bragança, Portugal, fueron evaluadas mediante la condición corporal (CC) en la región lumbar (Russel *et al.*, 1969), por tres operadores distintos, sin comunicación entre estos. Inmediatamente después fueron obtenidas imágenes de ultrasonidos, en la primera vértebra lumbar, con un aparato ALOKA SSD-500V equipado con una sonda de 7,5 MHz. Las imágenes fueron grabadas en formato digital y posteriormente analizadas por tres operadores en días distintos con recurso al "software" de análisis de imágenes IMAGEJ (National Institute of Health, 2003). Se realizaron mediciones de la profundidad del músculo *Longissimus lumborum* (PLL), del espesor de la grasa subcutánea incluida la piel (EGS) y de la profundidad total de los tejidos (PT; músculo + grasa subcutánea + piel). Los datos se analizaron por el procedimiento de Mixed Models del "software" SAS (1998), de acuerdo con el modelo: $y_{ijk} = \mu + a_i + op_j + (a \times op)_{ij} + e_{ijk}$, siendo μ = média, a = animal, op = operador, $(a \times op)_{ij}$ = interacción entre el animal y el operador y e = error. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables, los componentes de varianza (σ^2) y se estimó la repetibilidad (r_1) y la reproducibilidad (r_2) de las variables de acuerdo con Jansen *et al.* (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de CC, PLL, EGS y PT se presentan en la Tabla 1. Aunque estadísticamente distintas (P>0,05) entre operadores, se puede observar que las medias son muy próximas.

Tabla1: Valores de condición corporal (CC) y medidas de la profundidad del músculo *Longissimus lumborum* (PLL), del espesor de la grasa subcutánea (EGS) y la profundidad total de los tejidos (PT) efectuadas con ultrasonidos en ovejas.

Operador	CC	PLL	EGS	PT
1	$2,28^{c}$	$22,80^{a}$	$6,17^{b}$	$28,97^{b}$
2	$2,41^{a}$	$22,34^{b}$	$6,62^{a}$	$28,97^{b}$
3	$2,35^{b}$	$23,23^{c}$	$6,21^{b}$	$29,42^{a}$
EPM	0,0579	0,372	0,269	0,542

Valores con distintos superíndices (a, b, c) en la misma columna difieren entre si por el test de Tukey a 5%; EPM = error cuadrado de la media.

Los coeficientes de correlación entre las medidas de ultrasonidos y la CC (Tabla 2) fueron elevados (r>0,66), debiendo destacar que la mejor correlación (PT = 0,788) se obtiene para la profundidad de los tejidos. Esto parece indicar que esta medida, muy sencilla de realizar, puede ser una buena alternativa para evaluar objetivamente la condición corporal, pues, de la misma manera, la puntuación de CC evalúa subjetivamente el desarrollo de estos dos tejidos (músculo + grasa subcutánea).

Tabla 2: Coeficientes de Correlación de Pearson (intervalos de confianza) entre las variables evaluadas.

	PLL	EGS	PT	CC
PLL	1			
EGS	0,458 ** (0,235-0,635)	1		
PT	0,913*** (0,859-0,947)	0,780*** (0,659-0,862)	1	
CC	0,691*** (0,533-0,802)	0,660*** (0,491-0,781)	0,788*** (0,670-0,867)	1

**P<0,001; ***P<0,0001

Tabla 3: Componentes de varianza (σ^2) de la condición corporal y medidas de ultrasonidos efectuados en ovejas.

Medida	σ^2_a	σ^2_o	$\sigma^2_{a\times o}$	σ^2_e	σ^2_t
CC	0.114	0.0591	0.0191	0.0764	0.269
PLL	8.22	0.205	0.267	0.273	8.960
EGS	4.230	0.065	0.185	0.233	4.716
PTT	18.01	0.0702	0.062	0.508	18.660

Los valores de los componentes de varianza (Tabla 3) nos permitieron calcular la reproducibilidad y repetibilidad (Tabla 4). La repetibilidad de la CC presento un valor elevado (0,716), aunque inferior a la de las medidas de ultrasonidos (r_1>0,95). La mayor parte de la varianza se explica por efecto del animal

(42%), no obstante, la varianza entre operadores fue de 21%, mostrando que los operadores no puntuaron de la misma manera los mismos animales. Estos resultados muestran la subjetividad del método y la necesidad de un entrenamiento exhaustivo de los operadores.

Tabla 4: Repetibilidad y reproducibilidad de las características evaluadas dentro y entre operadores (Op).

Variables	Reproducibilidad	Repetibilidad			
		Entre Op	Op1	Op2	Op3
CC	0.424	0.716	-	-	-
PLL	0.917	0.970	0.881	0.847	0.976
EGS	0.897	0.951	0.754	0.862	0.968
PT	0.965	0.973	0.824	0.925	0.988

La repetibilidad y reproducibilidad de las medidas de ultrasonidos (Tabla 4) mostraron valores elevados entre y dentro de los operadores. Estos resultados confirman la elevada objetividad de las lecturas de las imágenes de ultrasonidos. Los valores de reproducibilidad más elevados de la medida PT evidencian su utilidad en la estimación de la condición corporal objetiva de los animales. De tal forma que las medidas de ultrasonidos pueden representar una alternativa objetiva a la evaluación de la condición corporal en los ovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Evans, D. G., 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Anim. Prod.*, 26: 119-125.

Frutos, P., Mantecón, A. R. y Giráldez, F. J., 1997. Relationship of body condition score and live weight with body composition in mature Churra ewes. *Anim. Sci.*, 64: 447-452.

Jansen, J., Andersen, B., Bergstrom, P. L., Busk, H., Lagerweij, G. W., Oldenbroek, J. K., 1985. *In vivo* estimation of body composition in young bulls for slaughter. 1. The repetibility and reproductibility of scoring system, an ultrasonic scanning technique and body measurements. *Lives. Prod. Sci.*, 12: 221-230.

National Institute of Health, 2003. ImageJ. Image processing and analysis in Java URL<http:// rsb.info.nih.gov

Russel, A. J. F., Doney, J. M. y Gunn, R. G., 1969. Subjective assessement of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci., Camb.*, 72: 451-454.

SAS, 1998. SAS/SAT User's guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

Teixeira, A., Delfa, R., Colomer-Rocher, F., 1989. Relationship between fat depots and body condition score or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed. *Anim. Prod.* , 49: 275-280.

REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE TEJIDOS *IN VIVO* REALIZADAS CON ULTRASONIDOS Y SUS CORRELACIONES CON LA CONDICIÓN CORPORAL EN CABRAS

S. Matos[1], M. S. Bueno[2], V. Cadavez[1], S. Rodrigues[1], E. Pereira[1], R. Delfa[3] y A. Teixeira[1]
[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Departamento de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal (teixeira@ipb.pt)
[2] Instituto de Zootecnia, APTA. Caixa Postal 60, CEP: 13460-000, Nova Odessa – São Paulo, Brasil (msbueno@izsp.br), Becario de Post-doctorado de la CAPES
[3]Unidad de Tecnología en Producción Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragon, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la condición corporal permite conocer el estado de reservas de los animales (Santucci *et al.,1991*; Delfa *et al.*, 1995; Teixeira *et al.*, 1995), siendo el espesor de los tejidos en la región esternal el punto de elección en caprinos tal como mostró Morand-Fehr *et al.* (1989). Este conocimiento permite adecuar la alimentación de los animales, no obstante esta metodología es muy susceptible a errores entre operadores (Evans, 1978). Así la substitución de esta técnica por otras más objetivas presenta interes práctico. Las medidas de ultrasonidos que permiten determinar las medidas de espesor de los tejidos, con elevada repetibilidad y reproducibilidad, podrán ser una alternativa interesante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Treinta y cinco cabras adultas de la raza Serrana, variedad Transmontana, de la Escola Superior Agraria de Bragança, Portugal, fueron evaluadas en cuanto a la condición corporal (CC) en la región esternal (Santucci *et al.*, 1991), por tres operadores, sin comunicación entre estos. Inmediatamente después fueron realizadas imágenes de ultrasonidos con el empleo de un aparato Aloka SSD-500V equipado con una sonda 7,5 MHz. Las imágenes fueron grabadas en suporte digital y posteriormente analizadas por 3 operadores, los cuales efectuaron 3 repeticiones en días distintos, utilizando el "software" de análisis de imágenes IMAGEJ (National Institute of Health, 2003), determinando la profundidad de los tejidos (incluso la piel) al nivel de la segunda (ETE2) y tercera (ETE3) esternebras. Posteriormente se efectuó la media de estas dos medidas (ETEM). Los datos se analizaron por el procedimiento de Mixed Models del "software" SAS (1998), de acuerdo con el modelo: $y_{ijk} = \mu + a_i + op_j + (a \times op)_{ij} + e_{ijk}$, siendo μ = media geral, *a* = animal, *op* = operador $(a \times op)_{ij}$ = interacción entre lo animal y lo operador y *e* = error. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables, los componentes de varianza (σ^2) y se estimaron la repetibilidad (r_1) y la reproducibilidad (r_2) de las variables de acuerdo con Jansen *et al.* (1985).

Resultados y discusión

Las medias de CC, ETE2, ETE3 y ETEM se presentan en la Tabla 1. Aunque estadísticamente distintas (P>0,05) entre operadores, son todas ellas muy próximas.

Tabla1: Valores de condición corporal (CC) y medidas de espesor de los tejidos (mm) medidos a nivel de la segunda (ETE2) y tercera (ETE3) esternebra y medias entre estas medidas (ETEM) efectuadas con ultrasonidos en cabras

Operadores	CC	ETE2	ETE3	ETEM
1	2,34^{c}	18,29^{a}	16,86^{a}	17,56^{a}
2	2,38^{a}	18,08^{a}	16,61^{c}	17,36^{c}
3	2,37^{b}	18,17^{a}	16,68^{b}	17,43^{b}
EPM	0,058	0,354	0,355	0,342

Valores con distintos superíndice (a, b, c) en la misma columna difieren entre sí por el test de Tukey a 5%.

Los coeficientes de correlación entre las medidas de ultrasonidos (Tabla 2) fueron elevados y altamente significativas (r>0,90; P<0,001). Por otro lado, los coeficientes de correlación entre las medidas de ultrasonidos con la CC, aunque significativas fueron medias (0,45<r<0,39). Este resultado refleja, probablemente, la gran homogeneidad del estado corporal entre las 35 cabras y la dificultad añadida de evaluar la condición corporal en el esternón, en animales con tan escasa variación en el grado de engrasamiento.

Los valores de los componentes de varianza para la condición corporal y las medidas de ultrasonidos (Tabla 3) nos permitieron calcular la reproductibilidad y la repetibilidad (Tabla 4). La repetibilidad de la CC fue media (0,44), lo que puede ser explicado por la elevada varianza del error (σ_e^2) y luego, no explicada por el modelo. Eso significa que los operadores puntuaron de forma distinta los animales, reflejando la subjetividad del método y la necesidad de un entrenamiento más exahustivo de los operadores. Los valores encontrados por Delfa *et al.* (1995) para la repetibilidad de la condición corporal entre operadores fueron mucho mayores (r_1= 0,80) que los de este estudio, posiblemente debido a un mayor entrenamiento de los operadores.

Tabla 2: Correlación entre valores de condición corporal y medidas de ultrasonido en cabras adultas

	ETE2	ETE3	ETEM	CC
ETE2	1			
ETE3	0,908***	1		
	(0,809-0,957)			
ETM	0,9766***	0,977***	1	
	(0,949-0,989)	(0,950-0,989)		
CC	0,456*	0,393*	0,434*	1
	(0,100-0,709)	(0,023-0,668)	(0,073-0,695)	

***(P<0,001); **(P<0,01); *P<(0,05)

Tabla 3: Componentes de varianza (σ^2) de la condición corporal y medidas de ultrasonidos efectuados en cabras

Variables	σ_a^2	σ_o^2	σ_{axo}^2	σ_e^2	σ_t^2
CC	0,0429	0,00219	0,0169	0,0782	0,140
ETE2	5,50	1,69	0,208	0,457	6,17
ETE3	6,05	0,0926	0,0133	0,523	6,79
ETEM	5,57	0,00951	0,127	0,407	6,11

La repetibilidad y reproducibilidad de las medidas de ultrasonidos (Tabla 4) presentaron valores elevados, evidenciando la baja subjetividad de las lecturas de las imágenes logradas con el aparato de ultrasonidos. Así, podemos indicar, la elección de imágenes de ultrasonidos, como una técnica capaz de evaluar las reservas corporales de las cabras, siendo necesario establecer las relaciones entre las medidas de ultrasonidos y las características reproductivas y productivas de estos animales.

Tabla 4: Repetibilidad (r_1) y reproducibilidad (r_2) de las características evaluadas dentro y entre operadores (op)

Variables		Entre op	Dentro de Op		
	r_2	r_1	$r_{1\ op1}$	$r_{1\ op2}$	$r_{1\ op3}$
CC	0,306	0,441	-	-	-
ETE2	0,892	0,926	0,806	0,893	0,747
ETE3	0,890	0,993	0,875	0,931	0,737
ETEM	0,911	0,933	0,880	0,936	0,758

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Delfa, R., Gonzalez, C., Teixeira, A., Gonsalvez, L. F. y Tor, M., 1995. Relation between body fat depots, carcass composition, live weight and body condition scores in Blanca Celtiberica goats. *Options méditerranéennes* - Serie A: Séminaires Mediterraneens, 27: 109-119.

Evans, D. G., 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Anim. Prod.*, **26:**119-125.

Jansen, J., Andersen, B., Bergstrom, P. L., Busk, H., Lagerweij, G. W., Oldenbroek, J. K., 1985. *In vivo* estimation of body composition in young bulls for slaughter. The repetibility and reproducibility of scoring system, an ultrasonic scanning technique and body measurements. *Lives. Prod. Sci.*, 12: 221-230.

Morand-Fehr, P., Hervieu, J. y Santucci, P., 1989. Notation de l'état corporel: a vos stylos! *La Chèvre*, 175: 39-42.

National Institute of Health, 2003. ImageJ. Image processing and analysis in Java URL<http:// rsb.info.nih.gov

Santucci, P.M., Branca, A., Napoleone, M., Bouche, R., Aumont, G., Poisot, F. et Alexandre, G., 1991. Body conditions scoring of goats in extensive conditions. En: *Goat nutrition*. Morand-Fehr, P. (Ed), PUDOC, Wageningen, pp. 240-255.

SAS, 1998. SAS/SAT User's guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

Teixeira, A., Delfa, R., Gonsalvez. L., 1995. Use of joints as predictors of carcass and body fat depots in Blanca Celtibérica goats. *Option Mediterranéenes* - Serie A: Séminaires Mediterraneens, 27:121-131.

ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS GRASAS DE CABRAS BLANCA CELTIBÉRICA MEDIANTE DETERMINACIONES REALIZADAS EN LA REGIÓN ESTERNAL O EN LA LUMBAR

Mendizabal J.A.[1], Delfa R. [2], Arana A.[1], González C. [2], Eguinoa P.[1], Alzón M.[1], Purroy A.[1]

[1]ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia, 31006 Pamplona.

[2]SIA. Diputación General de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La correcta gestión de las reservas energéticas, fundamentalmente grasas, en los sistemas de explotación extensivos de rumiantes es un factor clave para la obtención de óptimos resultados productivos. En este sentido, la determinación de la nota de condición corporal (nCC) es el método más utilizado para estimar las reservas grasas. Dicha técnica se aplica en la región lumbar en el caso de las ovejas (Russel et al., 1969), ya que se ha comprobado que la correlación entre la composición tisular de dicha región y la de la canal entera es muy elevada (Delfa et al., 1989). En el caso de las cabras, la distribución de la grasa en los diferentes depósitos varía con respecto a las ovejas. Es por ello, por lo que en dicha especie, hay autores que recomiendan la utilización de la nCC en la región esternal en lugar de la lumbar (Hervieu et al., 1991). En el presente trabajo, además de la nCC se estudian otros métodos más sofisticados de predicción de las reservas grasas como son la utilización de los ultrasonidos mediante ecografía y la determinación del diámetro de los adipocitos, comparando en todos estos métodos las precisiones que se obtienen en función de si dichas determinaciones se realizan en la región esternal o en la región lumbar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 22 cabras adultas, secas y vacías de raza Blanca Celtibérica, pertenecientes al rebaño experimental del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza, distribuidas uniformemente en un rango de pesos vivos (PV) comprendidos entre 33,0 y 80,5 kg (PV medio: 55,3 ± 2,69 kg). Previamente al sacrificio de los animales se determinó la nota de condición corporal (nCC) en la región esternal y lumbar, siguiendo la metodología descrita por Hervieu et al. (1989). Así mismo, mediante un ecógrafo (Toshiba Sonolayer Scaner; sonda 5 MHz) se midió el espesor de la grasa en esas mismas localizaciones. Inmediatamente después del sacrificio, realizado siguiendo las pautas descritas por Delfa *et al.* (1994), se tomaron muestras de grasa subcutanéa en la región esternal y lumbar para determinar el tamaño de sus adipocitos, fijándolos con tetróxido de osmio y realizando la medida mediante un programa informático de análisis de imagen (Purroy et al., 1997). Así mismo, se pesaron las grasas omental y mesentérica tras el sacrificio. A las 24 horas *post mortem* se pesó la cantidad de grasa pelvicorrenal y se realizó el despiece normalizado de la canal, para posteriormente llevar a cabo la disección de la media canal izquierda (Colomer *et al.*, 1987) y determinar la cantidad total de grasa del animal. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de regresión lineal por el procedimiento de mínimos cuadrados, donde la variable dependiente (y) correspondió a la cantidad de grasa total del animal y las variables independientes (x) fueron la nCC,

el espesor de la grasa medido mediante ecografía y el tamaño de los adipocitos subcutáneos, todos ellos determinados en la región esternal y lumbar, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La nCC determinada en la región esternal ofreció una mayor precisión en la determinación de las reservas grasas totales que la tomada en la región lumbar (r^2= 0,90 *vs* 0,75; RSD= 2252 *vs* 3146 g, en la región esternal y lumbar respectivamente), a semejanza de los resultados obtenidos por Hervieu et al. (1991) en cabras de razas Alpina y Saanen. Algo parecido ocurrió con la medida del espesor graso mediante ecografía, ya que las regresiones obtenidas entre el espesor de la grasa y la cantidad total de grasa del animal fueron más precisas en la región esternal que en la lumbar (r^2= 0,85 *vs* 0,78; RSD= 2179 *vs* 3125 g, respectivamente). Todo ello se explicaría por el hecho de que en el caso de la especie caprina, a diferencia de lo que ocurre en la ovina, los depósitos grasos internos y el depósito graso intermuscular son cuantitativamente más importantes que los de grasa subcutánea, de ahí que en la región esternal, donde además de la grasa subcutánea se palpa o se determina también la grasa intermuscular que se sitúa entre los músculos pectorales y el esternón, la precisión obtenida al predecir la cantidad total de grasa del animal sea mayor que en la región lumbar.

En cuanto a la medida del tamaño de los adipocitos se observa que la precisión obtenida con el diámetro de los adipocitos subcutáneos de la región esternal es menor que la obtenida con los adipocitos de la región lumbar (r^2= 0,44 *vs* 0,72; RSD= 5287 *vs* 3421g; Figuras 1 y 2 respectivamente), a diferencia de lo que ocurría con la nCC y el espesor de la grasa medido por ecografía. Sin embargo, si analizamos más detenidamente estos resultados, en la Figura 1 se observa que los puntos correspondientes a las cabras más engrasadas son los que mayores desviaciones presentan con respecto a la recta de regresión. Por ello, cuando se prescinde de las cabras más engrasadas (Figura 3) se observa que el ajuste de la recta de regresión entre el tamaño de los adipocitos subcutáneos esternales y la cantidad total de grasa de las cabras es ahora mucho más preciso (r^2= 0,72 ; RSD= 2047g ; Figura 3). Por el contrario, en el caso de los adipocitos de la región lumbar no ocurre esto, ya que el ajuste es mucho más preciso incluyendo en la regresión la totalidad de las cabras (Figura 2), que excluyendo las más engrasadas (r^2= 0,42; RSD= 2934g; Figura 4). La interpretación de este fenómeno no es fácil de establecer, pero podría ser que el depósito subcutáneo en la región lumbar se estaría desarrollando únicamente por la hipertrofia de sus adipocitos, de ahí que a mayor cantidad de grasa mayor tamaño de sus adipocitos (Figura 2). Mientras, en la región esternal, podría estar ocurriendo una hiperplasia o proliferación adipocitaria en las cabras más engrasadas, de manera que en éstas un mayor engrasamiento no se acompañaría de un aumento en el tamaño celular medio (Figura 1). Aunque este razonamiento no pasa de ser una hipótesis, en la especie ovina, que ha sido mucho más estudiada que la caprina en cuanto a metabolismo del tejido graso se refiere, sí se han descrito fenómenos de hiperplasia tardía en periodos de intensa lipogénesis (Hood y Thornton, 1979) que apoyarían esta teoría. En este mismo sentido, también en la especie ovina, se han puesto en evidencia notorias diferencias en el

metabolismo lipídico del depósito subcutáneo en función de su localización anatómica (Sinnett-Smith y Woolliams, 1987).

En definitiva, los resultados obtenidos en el presente trabajo en ganado caprino mostrarían una mejor precisión de las medidas de nCC y de ultrasonidos realizadas en la región esternal y asimismo pondrían en evidencia un diferente proceso de desarrollo del depósito subcutáneo en función de la región anatómica estudiada y del grado de engrasamiento del animal, lo que hace que el diámetro de los adipocitos subcutáneos en la región esternal no sea un buen predictor de la grasa corporal total del animal cuando se incluyen en la muestra animales muy engrasados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colomer F., Morand-Fehr P., Kirton A.M., 1987. *Livestock Prod. Sci.*, 17: 149-159.
Delfa R., Teixeira A., Colomer F., 1989. *Anim. Prod.*, 49: 327-329.
Delfa R., Teixeira A., González C., 1994. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 1: 131-135.
Hervieu J., Morand-Fehr P., Schmidely Ph., Fedele V., Delfa R., 1991. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, 13: 43-56.
Hood R.L., Thornton R.F., 1979. *Aust. J. Agric. Res.*, 30: 153-161.
Purroy A., Mendizabal J.A., Soret B., Arana A., Mendizabal F.J., 1997. *Ann. Zootech.*, 46: 309-319.
Russel A.J.F., Doney J.M., Gunn R.G., 1969. *J. Agric. Sci.* (Cambridge), 72: 451-454.
Sinnett-Smith P.A., Woolliams J.A., 1987. *Anim. Prod.*, 45: 75-80.

Figura 1.- Recta de regresión entre el diámetro de los adipocitos subcutáneos esternales y la cantidad total de grasa (n= 22 cabras)

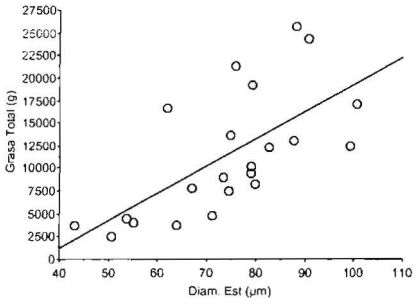


Figura 2.- Recta de regresión entre el diámetro de los adipocitos subcutáneos lumbares y la cantidad total de grasa (n= 22 cabras)

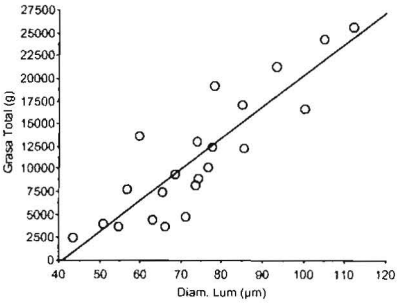


Figura 3.- Recta de regresión entre el diámetro de los adipocitos subcutáneos esternales y la cantidad total de grasa (n= 16 cabras)

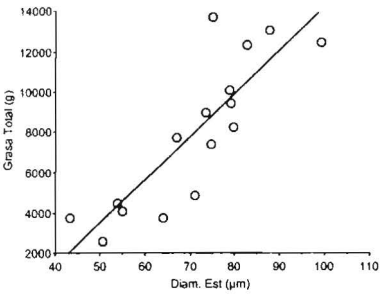
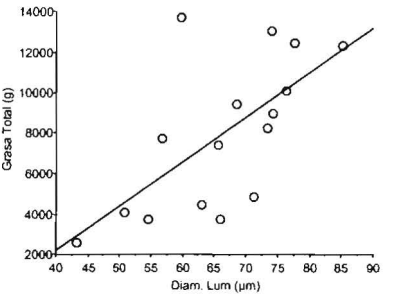


Figura 4.- Recta de regresión entre el diámetro de los adipocitos subcutáneos lumbares y la cantidad total de grasa (n= 16 cabras)



FRACCIONAMIENTO DE LA LECHE EN OVEJAS DE RAZA ASSAF: 1.- EFECTOS DEL INTERVALO ENTRE ORDEÑOS Y EL NIVEL DE PRODUCCIÓN[1]

J. Luiz Ramella, J.S. González, A.R. Mantecón*, S. López y S. Andrés
Dpto. Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León
* Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apartado 788. 24080 León

INTRODUCCIÓN

En el momento del ordeño, además de producirse la salida de la leche acumulada en la cisterna ("leche cisternal"), se desencadena el reflejo de eyección de la leche que, por mediación de la oxitocina, determina la contracción de las células mioepiteliales que rodean al alvéolo mamario y, como consecuencia, el flujo de la leche acumulada en la luz del alvéolo ("leche alveolar") y en todo el sistema canalicular de la glándula mamaria. Además de estas dos fracciones, que en conjunto constituyen la denominada "leche ordeño", hay una tercera fracción que queda retenida en la glándula mamaria y sólo es liberada mediante la administración de oxitocina exógena y que recibe el nombre de "leche residual". La magnitud de estas fracciones puede verse influenciada por el nivel de producción y por el tiempo transcurrido entre ordeños (Fernández y Rodríguez, 1994).

El objetivo de este trabajo ha sido conocer el efecto del nivel de producción y de la duración del intervalo entre ordeños sobre la cantidad, el fraccionamiento (leche ordeño y leche residual) y la composición de la leche producida por ovejas de raza Assaf.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 ovejas primíparas, de raza Assaf. Las ovejas permanecieron en el rebaño de origen hasta el momento del destete, que se llevo a cabo a las cuatro semanas después del parto. Durante este periodo, las ovejas amamantaron a sus corderos y fueron ordeñadas a máquina dos veces al día. Una vez realizado el destete de los corderos, las 18 ovejas fueron trasladadas a las instalaciones de la Estación Agrícola Experimental del C.S.I.C. (León) y alojadas en jaulas individuales de 2 x 1 m. Durante todo el periodo experimental las ovejas recibieron, ad libitum, heno de alfalfa (14,8 g PB/kg MS) y un pienso concentrado (193,6 g PB/kg MS).

Después de una semana de adaptación a las condiciones experimentales, con dos ordeños diarios, se midió la producción de leche diaria de cada oveja, agrupándose los animales, de acuerdo con su nivel de producción, en los tres grupos siguientes: producción alta (> 2100 g/d), producción media (1500 – 2100 g/d) y producción baja (< 1500 g/d).

En la semana 9 de lactación se procedió al ordeño de los animales cada 4, 8, 12, 16, 20 y 24 horas, determinándose en cada uno de los ordeños la cantidad de leche obtenida mediante el ordeño (Leche ordeño) y la obtenida después de la administración por vía endovenosa de 3 UI de oxitocina (Veterín Lobulor®-S), una vez que había cesado el flujo de leche (Leche residual).

Ambas fracciones fueron pesadas en una balanza de 1,0 g de sensibilidad, tomando una muestra que fue conservada con dicromato de potasio y en el frigorífico hasta la realización de los análisis pertinentes. Los contenidos en grasa,

[1] Proyecto CSI11/02 de la Junta de Castilla y León

proteína, extracto seco y células somáticas de la leche fueron determinados mediante un Milko-Scan 255 (A/S N Foss Electric, Hillerod, Dinamarca).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de la varianza (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de leche ordeño se incrementó, de forma gradual, al hacerlo el intervalo entre ordeños, en los tres niveles de producción; por el contrario, la cantidad de leche obtenida tras administrar una inyección endovenosa de oxitocina después de haber realizado el ordeño, no presentó diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre intervalos de ordeño en los niveles alto y bajo de producción. En el nivel medio de producción, las diferencias en la leche residual fueron estadísticamente significativas (P<0,05), solamente, entre los intervalos de ordeño de 4 y 24 horas (Tabla 1).

Tabla 1.- Producción (g) de leche ordeño y de leche residual para los distintos intervalos entre ordeños y niveles de producción

		INTERVALO ENTRE ORDEÑOS (horas)						
	Nivel	4	8	12	16	20	24	s.e.d.
Leche	Alto	374^{d}	484^{d}	924^{c}	1288^{b}	1365^{b}	1937^{a}	157,1
Ordeño	Medio	331^{c}	392^{c}	589^{c}	954^{b}	994^{b}	1395^{a}	123,1
	Bajo	224^{d}	223^{d}	383^{c}	543^{b}	626^{b}	964^{a}	50,9
Leche	Alto	348	330	480	511	646	564	140,9
Residual	Medio	208^{b}	237^{ab}	274^{ab}	342^{ab}	334^{ab}	407^{a}	77,2
	Bajo	228	227	304	362	368	348	84,8

a,b,c,d : Valores con distintos superíndices en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

El contenido en proteína de ambas fracciones de la leche (leche ordeño y leche residual) no se vio afectado, de manera estadísticamente significativa (P>0,05), por la duración del intervalo entre ordeños, en ninguno de los niveles de producción establecidos.

El contenido en extracto seco de la leche siguió una evolución similar a la presentada por el contenido en grasa. En términos generales, el contenido en grasa de la leche ordeño descendió al aumentar el intervalo entre ordeños, si bien las diferencias encontradas sólo fueron estadísticamente significativas (P<0,05) en los niveles alto y bajo de producción. El contenido en grasa de la leche residual mostró un patrón inverso al indicado para la leche ordeño, con un aumento al incrementar la duración del intervalo entre ordeños; si bien las diferencias en este parámetro sólo fueron estadísticamente significativas (P<0,05) para los niveles de producción medio y bajo (Tabla 2).

Tabla 2.- Contenido en grasa (%) de la leche ordeño y leche residual para los distintos intervalos entre ordeños y niveles de producción

		INTERVALO ENTRE ORDEÑOS (horas)						
	Nivel	4	8	12	16	20	24	s.e.d.
Leche	Alto	$5,7^{a}$	$5,1^{ab}$	$4,1^{b}$	$3,7^{b}$	$3,6^{b}$	$4,1^{b}$	0,67
Ordeño	Medio	4,7	4,6	4,8	3,8	3,6	3,7	0,53
	Bajo	$6,1^{a}$	$6,0^{a}$	$5,2^{ab}$	$3,6^{bc}$	$3,3^{c}$	$3,8^{bc}$	0,82
Leche	Alto	6,8	6,6	7,2	6,9	6,7	8,1	0,91
Residual	Medio	$5,5^{b}$	$6,1^{ab}$	$6,0^{ab}$	$6,9^{ab}$	$6,2^{ab}$	$7,8^{a}$	0,87
	Bajo	$6,8^{b}$	$7,0^{b}$	$6,7^{b}$	$6,6^{b}$	$6,4^{b}$	$9,0^{a}$	0,67

a,b,c : Valores con distintos superíndices en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

El contenido en células somáticas de la leche ordeño o residual se encontró, en todos los casos, dentro de un rango de valores normales (Tabla 3), y mostró un patrón de comportamiento caracterizado por un valor mínimo para un intervalo de ordeño de 16 h e incrementos más o menos marcados para intervalos de mayor o menor duración, aunque las diferencias numéricas no fueron demasiado amplias.

Tabla 3.- Contenido en células somáticas (log) de la leche ordeño y leche residualpara los distintos intervalos entre ordeños y niveles de producción

		INTERVALO ENTRE ORDEÑOS (horas)						
	Nivel	4	8	12	16	20	24	s.e.d.
Leche	Alto	$5,9^{a}$	$5,7^{ab}$	$5,4^{bc}$	$5,0^{c}$	$5,1^{c}$	$5,1^{c}$	0,20
Ordeño	Medio	$5,8^{a}$	$5,8^{a}$	$5,8^{ab}$	$5,0^{c}$	$5,3^{bc}$	$5,4^{abc}$	0,21
	Bajo	$5,6^{a}$	$5,6^{a}$	$5,6^{a}$	$5,0^{c}$	$5,1^{bc}$	$5,4^{ab}$	0,19
Leche	Alto	$6,0^{a}$	$5,7^{ab}$	$5,6^{abc}$	$5,3^{c}$	$5,4^{bc}$	$5,4^{bc}$	0,17
Residual	Medio	5,8	5,7	5,8	5,4	5,6	5,7	0,20
	Bajo	$5,6^{ab}$	$5,6^{ab}$	$5,7^{a}$	$5,2^{b}$	$5,3^{ab}$	$5,7^{a}$	0,19

a,b,c : Valores con distintos superíndices en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

A modo de conclusión, los resultados indicados ponen de manifiesto un aumento de la cantidad de leche ordeño y una relativa constancia en la leche oxitocina, así como variaciones en el contenido en grasa de la leche, en sentido contrario para cada una de las fracciones, al aumentar la duración de los intervalos entre ordeños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fernández, N, y Rodríguez, M. (1994). *Ovis*, **32**: 17-27.

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Co., Nueva York.

FRACCIONAMIENTO DE LA LECHE EN OVEJAS DE RAZA ASSAF: 2.- CORRELACIÓN CON MEDIDAS DE LA GLÁNDULA MAMARIA [1]

J. Luiz Ramella, , A.R. Mantecón*, J.S. González, S. López y R. Peláez
Dpto. Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León
*Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apartado 788. 24080 León

INTRODUCCIÓN

En numerosos trabajos se ha puesto de manifiesto la relación entre la morfología mamaria, la cantidad de leche producida y la facilidad para el ordeño de los animales (Caja *et al.*, 2000); si bien estas relaciones pueden verse modificadas en función de la raza ovina.

Las variaciones en algunas de las medidas morfométricas de la ubre también se han utilizado para estimar la capacidad de distensión de la ubre por el acúmulo de leche producida entre ordeños. A partir de este parámetro puede establecerse la duración máxima del intervalo entre ordeños que es posible alcanzar sin que se vea afectada la producción láctea (Marnet y McKusick, 2001).

El objetivo de este trabajo es estudiar, en ovejas de raza Assaf, las variaciones en las medidas morfométricas de la glándula mamaria en función del nivel de producción y de la duración del intervalo entre ordeños y su relación con la producción de leche y sus fracciones (leche ordeño y leche residual).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 ovejas primíparas, de raza Assaf. Tanto los animales como su manejo, así como los valores de producción de leche y su fraccionamiento en leche ordeño y leche residual, han sido previamente descritos (Luiz Ramella et al., 2003).

Brevemente, después de una semana de adaptación a las condiciones experimentales, con dos ordeños diarios, se midió la producción de leche diaria de cada oveja, agrupándose los animales, de acuerdo con su nivel de producción, en los tres grupos siguientes: producción alta (> 2100 g/d), producción media (1500 – 2100 g/d) y producción baja (< 1500 g/d).

En la semana 9 de lactación se procedió al ordeño de los animales cada 4, 8, 12, 16, 20 y 24 horas, determinándose en cada uno de los ordeños la cantidad de leche obtenida mediante el ordeño (Leche ordeño) y la obtenida después de la administración por vía endovenosa de 3 UI de oxitocina (Veterín Lobulor®-S), una vez que había cesado el flujo de leche (Leche residual).

Las medidas externas de la glándula mamaria se llevaron a cabo inmediatamente antes del ordeño correspondiente, de acuerdo con la metodología descrita por Labussière et al. (1981). Para la determinación del área y del diámetro de la cisterna se utilizó un ecógrafo modelo LOGIC™ α 100 GE Medical Systems, equipado con una sonda sectorial de 4,76 MHz de frecuencia, profundidad variable de 5 a 15 cm, ganancia ultrasónica de –20 a +20 dB, con intervalo de 5 dB y potencia ultrasónica de 1,409 mV.

[1] Proyecto CSI11/02 de la Junta de Castilla y León

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y de correlación lineal (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los valores correspondientes a la anchura, profundidad, volumen y perímetro de la ubre y la altura, diámetro y área de la cisterna, para los tres niveles de producción e intervalos entre ordeño considerados.

Como cabía esperar, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$) debidas a la duración del intervalo entre ordeños en todos los parámetros de morfología mamaria y niveles de producción, a excepción de la medida de la altura cisternal en el nivel más alto de producción. Como se puede observar en la Tabla 1, en términos generales, se produce un aumento de los parámetros morfométricos al aumentar la duración del intervalo entre ordeños, si bien las diferencias sólo se manifiestan de manera estadísticamente significativa cuando se consideran los valores extremos de duración del intervalo entre ordeños.

Tabla 1.- Medidas de la glándula mamaria para los distintos intervalos entre ordeños y niveles de producción

Variable	Nivel	INTERVALO ENTRE ORDEÑOS (horas)						s.e.d.
		4	8	12	16	20	24	
Anchura ubre (cm)	Alto	$14,0^{d}$	$14,1^{d}$	$16,0^{c}$	$16,9^{bc}$	$17,6^{ab}$	$18,6^{a}$	0,54
	Medio	$12,5^{c}$	$13,3^{bc}$	$13,6^{bc}$	$14,9^{ab}$	$14,3^{b}$	$16,3^{a}$	0,74
	Bajo	$11,8^{c}$	$12,1^{bc}$	$12,8^{bc}$	$13,5^{ab}$	$13,0^{bc}$	$14,9^{a}$	0,72
Profundidad ubre (cm)	Alto	$19,2^{bc}$	$18,8^{c}$	$20,8^{abc}$	$21,6^{ab}$	$22,0^{a}$	$22,7^{a}$	1,16
	Medio	$17,1^{c}$	$17,5^{bc}$	$17,5^{bc}$	$19,6^{b}$	$19,4^{b}$	$22,6^{a}$	1,00
	Bajo	$15,7^{b}$	$15,0^{b}$	$16,4^{b}$	$17,1^{ab}$	$17,3^{ab}$	$19,2^{a}$	1,23
Volumen ubre (ml)	Alto	1567^{d}	2229^{c}	2479^{bc}	2747^{ab}	3121^{a}	2902^{ab}	228,5
	Medio	1073^{c}	1546^{bc}	1887^{b}	2075^{b}	2079^{b}	2659^{a}	248,5
	Bajo	871^{c}	1375^{b}	1614^{b}	1794^{b}	1629^{b}	2285^{a}	195,4
Perímetro ubre (cm)	Alto	$45,3^{c}$	$47,7^{c}$	$54,4^{b}$	$57,1^{b}$	$56,8^{b}$	$61,4^{a}$	1,99
	Medio	$44,3^{c}$	$43,8^{c}$	$47,7^{bc}$	$51,3^{ab}$	$50,2^{ab}$	$55,2^{a}$	2,56
	Bajo	$39,1^{d}$	$40,5^{cd}$	$41,9^{bcd}$	$45,4^{ab}$	$44,6^{abc}$	$48,5^{a}$	2,12
Altura cisterna (cm)	Alto	6,1	6,6	6,3	6,8	5,9	6,7	0,62
	Medio	$4,3^{b}$	$5,2^{ab}$	$5,2^{ab}$	$5,7^{a}$	$5,3^{ab}$	$6,0^{a}$	0,49
	Bajo	$4,2^{b}$	$5,0^{a}$	$4,7^{ab}$	$4,9^{ab}$	$4,4^{ab}$	$5,0^{a}$	0,38
Diámetro cisterna (mm)	Alto	219^{c}	254^{bc}	279^{ab}	307^{a}	327^{a}	308^{a}	23,1
	Medio	167^{b}	211^{a}	233^{a}	246^{a}	234^{a}	249^{a}	17,8
	Bajo	163^{d}	204^{c}	216^{bc}	239^{ab}	249^{ab}	256^{a}	15,8
Área cisterna (cm^2)	Alto	$37,8^{d}$	$49,7^{cd}$	$60,9^{bc}$	$73,8^{ab}$	$83,3^{a}$	$74,0^{ab}$	9,48
	Medio	$22,1^{c}$	$33,3^{bc}$	$41,7^{ab}$	$45,7^{ab}$	$42,4^{ab}$	$48,5^{a}$	6,08
	Bajo	$20,2^{d}$	$29,3^{cd}$	$35,0^{bc}$	$43,2^{ab}$	$47,3^{a}$	$49,3^{a}$	4,51

Valores con distintos superíndices en la misma fila difieren significativamente $P<0.05$).

En la Tabla 2 se muestra la matriz de correlación entre los parámetros de morfología mamaria y la producción de leche, así como sus fracciones (leche ordeño

y leche residual); estos últimos parámetros han sido presentados en un trabajo previo (Luiz Ramella et al., 2003).

Tabla 2.- Coeficientes de correlación lineal (r) entre los parámetros de producción de leche y los de morfología mamaria

	Leche Ordeño	Leche Residual	Leche Total
UBRE			
Anchura	0,8456	0,5239	0,8909
Profundidad	0,6595	0,5860	0,7551
Volumen	0,7472	0,5962	0,8324
Perímetro	0,8471	0,5190	0,8925
CISTERNA			
Altura	0,4307	0,3866	0,4944
Diámetro	0,6882	0,4508	0,7333
Área	0,7248	0,4587	0,7668

Para n =108; P < 0,01 si r > 0,2469; P < 0,001 si r > 0,3123; P < 0,0001 si r > 0,3656

Se observaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre las distintas fracciones de la leche y las diferentes medidas de la ubre y de la cisterna. Es de destacar que los coeficientes de correlación fueron superiores en todos los casos para la leche ordeño que para la leche residual, mientras que al considerar conjuntamente ambas fracciones, en la llamada leche total, los coeficientes de correlación con las medidas morfométricas de la ubre y de la cisterna se incrementaron sensiblemente. Los valores de los coeficientes de correlación de la leche residual con las medidas de la cisterna fueron menores que los obtenidos con las medidas de la ubre.

La medida morfométrica de la glándula mamaria que mostró una peor correlación con la producción de leche (de ordeño, residual y total) fue la altura de la cisterna, lo que coincide con resultados obtenidos por Rovai *et al.* (2002) en otras razas ovinas, confirmando que se trata de un índice que no guarda una relación estrecha con la capacidad de la cisterna y de la ubre del ganado ovino. Por el contrario, la anchura, perímetro y volumen de la ubre se han mostrado como los estimadores más fiables de la cantidad de leche almacenada en la glándula mamaria inmediatamente antes del ordeño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caja, G., Such, X. y Rovai, M. (2000). *Proc. 6th Great Lakes Dairy Sheep Symp.* pp. 17-40. Guelph (Ontario), Canadá.

Labussière, J., Cotchewski, D. y Combaud, J.F. (1981). *Ann. Zootech.*, **30**:115-136.

Luiz Ramella, J., González, J.S., Mantecón, A.R., López, S. y Andrés, S. (2003). *ITEA* Vol. Extra Nº **24**: En prensa.

Marnet, P.G. y McKusick, B.C. (2001). *Livest. Prod. Sci.*, **70**:125-133.

McKusick, B.C, Thomas, D.L., Berger, Y.M. y Marnet, P.G. (2002). *J. Dairy Sci.*, **85**: 2197-2206.

Rovai, M., Such, X., Caja, G. y Piedrafita, J. (2002). *J. Dairy Sci.*, **85**, Suppl.1: 4.

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics.* McGraw-Hill Book Co., Nueva York.

LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE OVEJA EN REBAÑOS DE RAZA CHURRA SEGÚN ÉPOCA DEL AÑO

Acero, P., Pando, V. y Cedrún, N.
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Avda. de Madrid, 44 – 34004 Palencia

INTRODUCCIÓN

En España la producción de leche de ovino alcanza el 4 por ciento de la producción total de leche, concentrándose el 97 por ciento de esa producción en cuatro Comunidades Autónomas: Castilla y León, Castilla-La Mancha, País Vasco y Navarra, con un censo total de ovino destinado al ordeño de 5 millones de cabezas (Ugarte et al., 2001 a); en la Comunidad de Castilla y León está asentado el 36 por ciento de ese censo de ovejas lecheras que producen el 18 por ciento de la leche total de la región.

Dado que aproximadamente el 99 por ciento de la producción de leche de oveja se destina a la fabricación de quesos, la calidad de la misma será el factor más importante a tener en cuenta. La composición química de la leche presenta una evolución inversa a la de la producción lechera, siendo los caracteres relativos a producción y composición de la leche de signo antagónico y habiéndose encontrado correlaciones fenotípicas y genéticas negativas entre ellos (Flamant y Casu, 1977; Barillet, 1985, citados por María et al. 1991). Acero (2002), observa en la producción de leche de ovino en Castilla y León que esa composición varía con la estación del año, apreciándose los valores más bajos para la grasa, proteína y estracto seco total en los meses de marzo y abril y los valores más altos en los de septiembre y octubre.

Además de esta consideración de efecto estacional, son muchos los autores que recogen la influencia del Recuento de Células Somáticas sobre esos nutrientes de la leche, produciéndose pérdidas de grasa y proteína en el lactosuero al aumentar el nivel de aquéllas. El objetivo del presente trabajo es aproximar la correlación del recuento de células somáticas con los niveles de lactosa y grasa de la leche así como establecer la evolución anual de esas variables en la situación propuesta.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó a partir de las muestras mensuales de leche tanque, realizadas durante los años 1994 a 2002 en 30 rebaños de ovino de raza Churra, explotadas en la comunidad de Castilla y León; en esas muestras se realizaron determinaciones de grasa, proteína, lactosa y contenido de células somáticas, como estos autores indican en un trabajo presentado en estas mismas Jornadas.

Para analizar el posible efecto que sobre el contenido en lactosa o el contenido en grasa ejercen las células somáticas y los factores considerados en el estudio (explotación, año y mes), se ha ajustado a los datos un modelo lineal general con un factor fijo (mes), dos factores aleatorios (explotación y año) y un regresor (logaritmo decimal de células somáticas), utilizando el paquete estadístico STATISTICA '99 Edicion. La formulación matemática del modelo es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + A_j + M_k + EA_{ij} + EM_{ik} + AM_{jk} + \alpha X_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad (i=1\ldots30, j=1\ldots9, k=1\ldots12)$$

Donde Y_{ijk} es la variable controlada (lactosa o grasa) de la explotación *i* en el mes *k* del año *j*. α es el efecto incremental en lactosa (o en grasa) por unidad de células somáticas (miles de cel./ml.) y X_{ijk} es el logaritmo decimal del contenido en células somáticas de la muestra correspondiente a la explotación *i* en el mes *k* del año *j*.

ε_{ijk} es el error aleatorio en el contenido en lactosa (o en grasa) de la muestra correspondiente a la explotación *i* en el mes *k* del año *j*, con distribución $N(0,\sigma^2)$.

Debido a que se observó una fuerte heterogeneidad de varianzas tanto en el contenido en lactosa como en el contenido en grasa de las muestras correspondientes a cada una de las explotaciones, para ajustar el modelo se utilizó una variable peso definida, para cada muestra, como el inverso de la varianza correspondiente a la explotación a la que pertenece esa muestra.

Para calcular las LS-medias de los niveles del factor fijo se consideró el valor de 600 miles de cel./ml. (X=log(600)=2.78 para la variable regresora). Para la comparación múltiple de estas LS-medias se utilizó el test de Tukey-Kramer

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un efecto significativo tanto de la variable logaritmo de células somáticas (p= 0,000001) como del factor fijo mes (p= 0,000000) sobre el contenido en lactosa. En el caso de la grasa también hubo significación estadística del logaritmo de las células somáticas (p= 0,001517) y del mes (p= 0,000000) sobre esta variable. Los niveles de significación y el coeficiente de determinación en el ajuste del modelo aparecen recogidos en tabla 1. Los estimadores de los parámetros tomaron los valores $\hat{\alpha}$ = -0.15175; $\hat{\sigma}^2_E$ =0.00777; $\hat{\sigma}^2_A$ =0.01269; $\hat{\sigma}^2_{EA}$ =0.00530; $\hat{\sigma}^2_{EM}$ =0.00676; $\hat{\sigma}^2_{AM}$ =0.00493 y $\hat{\sigma}^2$ =0.40312 para la lactosa; el estimador $\hat{\sigma}^2_A$ para la grasa tomó un valor de 0,00055 que no fue signifivativamente distinto de cero, siéndolo el resto.

Tabla 1.- Niveles de significación obtenidos para las variables medidas

VARIABLE	FACTOR DE VARIACIÓN							
	EXPLOT.(E)	AÑO(A)	MES(M)	ExA	ExM	AxM	LOGCEL	R^2
Lactosa	***	***	***	***	***	***	***	0.724
Grasa	***	NS	***	***	***	***	**	0.576

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001; NS: no significativo

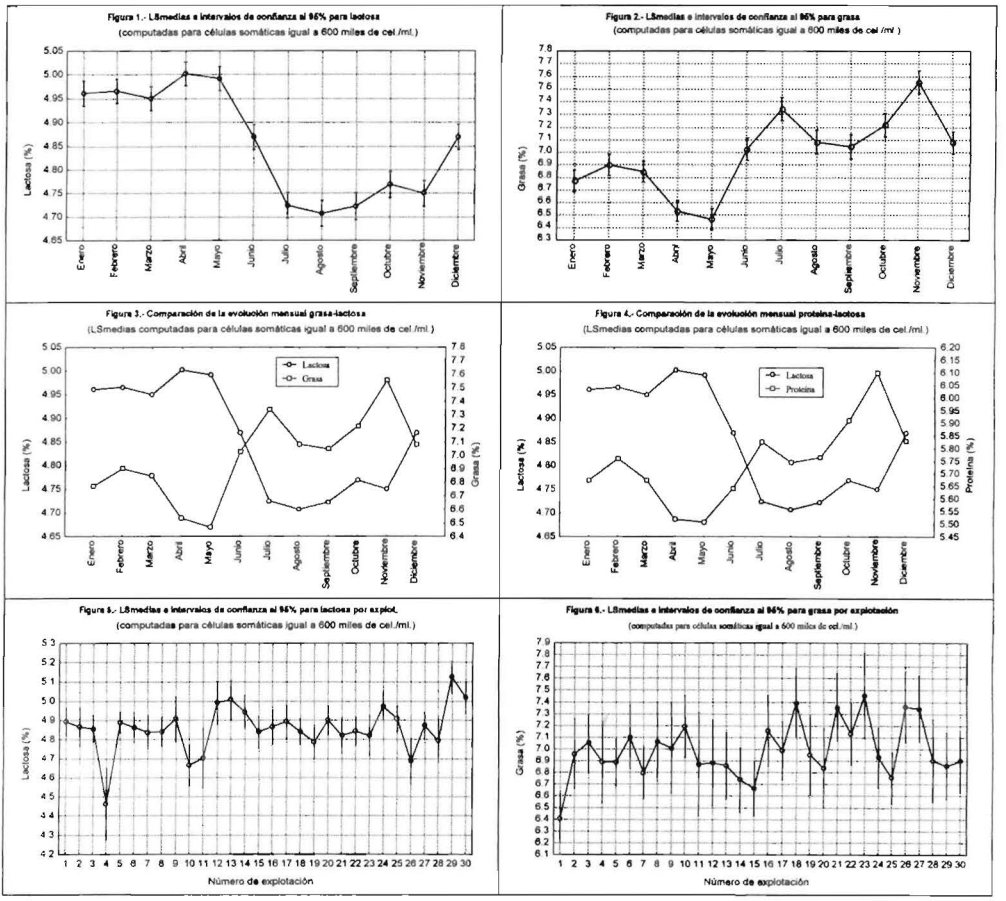
La tabla 2 recoge las medias de mínimos cuadrados del factor fijo sobre los porcentajes de lactosa y de grasa; el valor más alto para el porcentaje de lactosa se observó en el mes de abril (5,002 ± 0,012 %) y el más bajo en el mes de agosto (4,707 ± 0,014 %). Contrariamente, los valores del porcentaje de grasa fueron altos en noviembre (7,5548 ± 0,046 %) y bajos en abril y mayo (6,5350 ± 0,042 % y 6,4681 ± 0,043 % respectivamente); las figuras 1 y 2 representan esta tendencia de ambas variables. Vigil et al. (1986), Bencini y Purvis (1990), Pirisi et al. (1996) y Requena et al. (1997) entre otros, aprecian una concentración de grasa, proteína y sólidos totales alta en el comienzo de la lactación (período calostral) y baja en el pico de la misma, mientras que la concentración de lactosa sigue la curva de producción de leche; esta situación de estacionalidad de los rebaños de raza Churra de nuestro estudio, se observa de forma más adecuada en las figuras 3 y 4 que representan simultáneamente ambas variables.

Tabla 2.- Evolución del contenido en lactosa y grasa a lo largo del año

MES	LACTOSA Mean	LACTOSA Std.Err.	GRASA Mean	GRASA Std.Err.
1	4.960988 ab	0.013208	6.772619 f	0.044237
2	4.965489 ab	0.012845	6.901103 ef	0.042881
3	4.950095 b	0.012739	6.846436 f	0.042480
4	5.001918 a	0.012605	6.534983 g	0.041977
5	4.991319 ab	0.012926	6.468094 g	0.043182
6	4.868997 c	0.013307	7.026774 de	0.044604
7	4.724653 de	0.013824	7.342065 b	0.046531
8	4.707238 e	0.014175	7.082580 cd	0.047835
9	4.722602 de	0.014496	7.046197 de	0.049022
10	4.768550 d	0.013941	7.217385 bc	0.046965
11	4.749834 de	0.013737	7.554779 a	0.046206
12	4.869582 c	0.013361	7.078936 cd	0.044809

(LS-medias sin letra en común son significativamente distintas al nivel 5%)

Al observar los rebaños de forma independiente, se detecta una variabilidad grande entre los mismos, tanto para los contenidos en lactosa como en grasa; así mismo, se percibe una gran heterogeneidad de varianzas en los rebaños (figuras 5 y 6). Es decir, el manejo diferente en las explotaciones influye de forma importante en la calidad final de la leche como ponen de manifiesto Bencini y Pulina (1997) en un trabajo de revisión.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERO, P., 2002. Ganadería, 16: 28-32

BENCINI, R. y PULINA, G., 1997. Wool Technology and Sheep Breeding, 47: 182-220.

BENCINI, R. y PURVIS, I.W., 1990. Wool Technology and Sheep Breeding. June/july.

MARÍA, G., GABIÑA, D., ARRANZ, J. y URARTE, E., 1991. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal, 6: 189-198.

PIRISI, A., PIREDDA, M., CORONA, M., PES, M., PINTUS, S. y LEDDA, A., 1996. EAAP, nº 77.

REQUENA, R., MOLINA, P., FERNÁNDEZ, N., RODRÍGUEZ, M., PERIS, C. y TORRES, A., 1997. VII Jornadas sobre Producción Animal, 697-699.

UGARTE, E., RUÍZ, R., GABIÑA, D., BELTRÁN, I., 2001 a. Livestock Production Science, 71: 3-10.

VIGIL, E., BOIXO, J., RUIZ-POVEDA, J., GONZALO, C. y HURTADO, E., 1986. XVI Jornadas de la SEOC, 281-287.

LA CALIDAD DE LA LECHE DE OVEJA EN REBAÑOS DE OVINO DE RAZA CHURRA.

Acero, P., Pando, V. y Cedrún, N.
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Avda. de Madrid, 44 – 34004 Palencia

INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Castilla y León es la mayor productora de leche de oveja a nivel nacional, con producciones que se situaron en las 297 mil toneladas en el año 1998 y que alcanzaron las 316 mil en el año 2000 (AECYL, 2001). A esta producción contribuye de forma especial el ganado ovino de raza Churra de las que aproximadamente se ordeñan 350.000 ovejas en esta región; el censo de este ganado se ha visto reducido de forma considerable en los últimos años debido a muchos factores que han llevado al ganadero a introducir cruces en su ganadería o directamente a sustituirla por otra más productiva. No obstante, la buena adaptación de la raza Churra al sistema productivo, la implantación en la misma de un programa de selección que ha aumentado la producción de leche de los rebaños en los años que lleva establecido, unido a la indicación geográfica protegida para el lechazo, han hecho que muchos ganaderos permanezcan con esta raza frente a esas otras de mayor producción cuantitativa.

En los rebaños ovinos de producción lechera, la composición de la leche reviste una considerable importancia, dado que prácticamente la totalidad de la producción se destina a fabricación de queso.

El trabajo que se presenta aborda el análisis descriptivo de los componentes químicos más importantes de la leche de oveja de raza Churra, así como el recuento celular de la misma, en la medida de su influencia en los anteriores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se tomaron 30 rebaños de ovejas de raza Churra pertenecientes a la Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Raza Churra (ANCHE) y todos ellos establecidos en la Región castellano-leonesa; sobre estos rebaños se ha completado una serie histórica de toma de muestras mensual durante nueve años (1994-2002). La toma de muestras de leche se ha realizado sobre la leche total del rebaño y sobre aquéllas se han efectuado determinaciones de Grasa, Proteína, Lactosa y Recuento de Células Somáticas (RCS). Los análisis para establecer esa composición de la leche han sido realizados en el laboratorio interprofesional lácteo de Castilla y León, por los procedimientos habituales, con Milko Scan y Fossomatic.

Los rebaños seguían un modelo de explotación semiintensivo, con pastoreo en alguna de las estaciones del año y suplemento de nutrientes en el establo, si bien en la práctica totalidad de los mismos, las ovejas en ordeño permanecían estabuladas de forma continua durante la etapa de lactación. El comienzo del ordeño y la recogida correspondiente de las muestras, tenían lugar inmediatamente después del destete del lechazo, que de forma general ocurría a los 30 ó 35 días tras el parto.

Sobre los datos se han realizado análisis descriptivos para observar el comportamiento de las variables por años, por explotación y por meses; también se ha realizado una regresión simple de grasa, proteína y lactosa sobre el logaritmo decimal de las células somáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios para las tasas de grasa y proteína (tabla 1) permiten observar una variación escasa de los mismos a lo largo de los años considerados en el estudio. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Acero et al. (2002) para esta raza y con los que observan Calcerrada y col. (1995) en ovejas Manchegas y Lana y Lasarte (1998) en ovejas Latxas; Acero (2000), comparando los resultados de grasa y proteína de ovejas Churra y Castellana con otras razas foráneas de la región de Castilla y León, obtiene valores significativamente más altos en estas variables para las razas autóctonas que para las razas Assaf y Lacaune. El porcentaje de lactosa mantuvo valores medios próximos en el período, salvo en los dos últimos años, donde se observan valores absolutos más bajos.

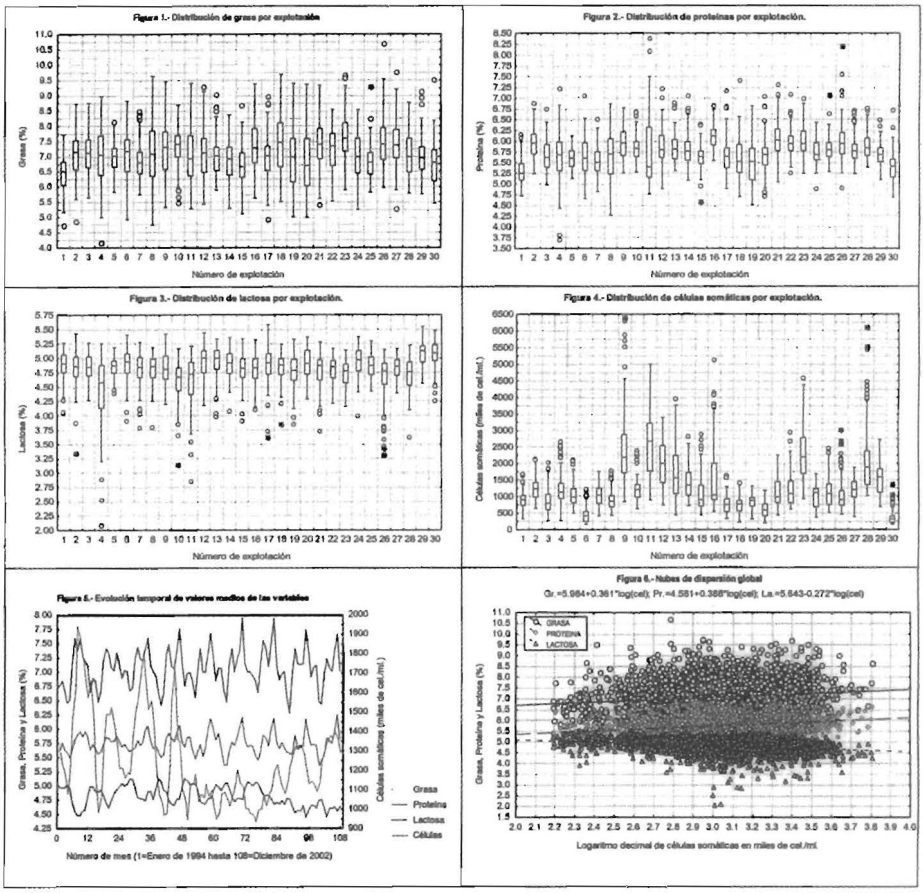
Tabla 1.- Valores medios y desviación estándar de las variables: grasa, proteína, lactosa y recuento de células somáticas en la leche tanque

AÑO	Mat. Grasa (%)		Proteína (%)		Lactosa (%)		Rec. celular (miles)	
	Media	D. est.	Media	D. est.	Media	D. est.	Media	D. est.
1994	7.039	0.8447	5.759	0.4119	4.760	0.3554	1490.378	960.6515
1995	7.003	0.7544	5.739	0.4028	4.864	0.2939	1349.208	828.4856
1996	7.126	0.7622	5.760	0.4104	4.932	0.3010	1457.364	948.4298
1997	7.072	0.7340	5.764	0.4048	4.865	0.2828	1258.294	905.3719
1998	7.067	0.7436	5.770	0.4410	4.902	0.2811	1079.983	581.4485
1999	7.113	0.8108	5.761	0.4793	4.895	0.2360	1071.222	532.6893
2000	7.182	0.8276	5.758	0.4577	4.900	0.2573	1052.622	595.5502
2001	7.045	0.8837	5.735	0.4761	4.634	0.3213	1220.431	661.4454
2002	7.026	0.8085	5.742	0.4893	4.626	0.2716	1267.806	632.0886

El comportamiento del recuento celular presenta valores medios altos hasta el año 1997, para disminuir de forma importante los tres años siguientes. El análisis descriptivo de estas variables para cada rebaño, permite observar una gran variabilidad entre explotaciones, aunque, tanto la grasa como la proteína o la lactosa aparecen distribuidas normalmente con ligeras asimetrías en las dos últimas (fig. 1, fig. 2, fig. 3). En el caso del RCS la variabilidad es muy grande entre explotaciones como se observa en la figura 4. Todos estos resultados aparecen recogidos de forma simultánea en la figura 5: se aprecia una clara ciclicidad en los años analizados tanto para el porcentaje de grasa como de proteína; la evolución del recuento celular y lactosa fue contraria, con incrementos de los valores de la primera correspondiendo a valores más bajos en la lactosa. El incremento importante que se observa en el nivel de recuento celular en el año 2001 se corresponde con un descenso en los valores medios de la lactosa, lo que podría indicar una correlación negativa entre los mismos como señalan algunos autores en sus trabajos científicos (Duranti et al., 1994; Pirisi et al., 1996).

La regresión simple de grasa, proteína y lactosa sobre el logaritmo decimal del recuento de células somáticas (figura 6) pone de manifiesto una asociación de los porcentajes de estas variables en la leche con el recuento de células somáticas. Las relaciones son significativas aunque débiles dada la gran variabilidad observada en torno a las rectas de cada variable, por lo que no se podría atribuir que el efecto sea debido a las células somáticas, en el hecho además, de la influencia de otros factores no controlados.

En conclusión, la calidad química de la leche de estos rebaños de ovino Churro está en valores próximos a los de otras razas autóctonas de ordeño y son más elevados que los de razas foráneas, los valores medios del recuento de células somáticas están por encima del millón de cel/ml, con valores muy altos en las desviaciones típicas, lo que indica la gran variabilidad entre años y también entre rebaños y se aprecia una estacionalidad en la producción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERO, P., 2000. Estudio de las diferentes tipologías de ganado ovino de leche en Castilla y León. Junta de Castilla y León. Valladolid.

ACERO, P., PANDO, V. y CEDRÚN, N., 2002. Calidad de la leche de oveja en rebaños de diferente manejo y sistema de ordeño. II Congreso Internacional sobre Producción y Sanidad Animal, 177. Barcelona.

ANUARIO ESTADÍSTICO DE CASTILLA Y LEÓN, 2001. Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Castilla y León. Valladolid.

CALCERRADA, A., PARDO, J. E., SERRANO, E., ARIAS, R., ALTARES, S y MONTORO, V., 1995. Estudio de la calidad físico-química de la leche utilizada en queserías inscritas en la Denominación de Origen "Queso Manchego". XX Jornadas Científicas de la SEOC, 1995: 547-551.

DURANTI, E., MORGANTE, M., CASOLI, C., RANUCCI, S. y PAUSELLI, M., 1994. Quality of milk of grazing primiparous ewes. Physicochemical, technological and cellular characteristics. Atti XI Congresso Nazionale, Perugia, Italy, 459-462.

LANA, M. P. y LASARTE, J. M., 1998. Influencia de la raza en producción y calidad de leche. XXIII Jornadas Científicas de la SEOC, 1998: 167-170.

PIRISI, A., PIREDDA, G., PODDA, F. y PINTUS, S., 1996. Effect of somatic cell count on sheep milk composition and cheessemaking properties. EAAP, nº 77.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN LA OVEJA GUIRRA: PARTO DE PRIMAVERA

Rodríguez, M., Escolar, E., Paolini, S., Beltrán, MC., Peris, C., Molina, P y Fernández, N.
Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ciencia Animal. Camino de Vera s/n. 46071 Valencia.

INTRODUCCIÓN

La oveja Guirra ha sido ordeñada tradicionalmente en la Comunidad Valenciana, donde goza de buena reputación por sus aptitudes lecheras. Recientemente se ha iniciado la recuperación de los quesos tradicionales que eran elaborados con su leche, así como el estudio de las características productivas de la raza.

En un trabajo previo realizado durante una lactación de otoño-invierno (Rodríguez et al., 2002), se han obtenido unos resultados productivos similares a otras razas autóctonas españolas y, en la composición de la leche, destaca su elevado contenido en proteína. Puesto que la época del año influye en la producción y en la composición de la leche, ya que en primavera aumenta la producción y se reduce el contenido en grasa y proteína, el objetivo de este trabajo es analizar la producción y la composición de la leche en una lactación con parto en primavera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 28 ovejas adultas (con más de una lactación) de raza Guirra (19 de parto simple y 9 de parto doble) pertenecientes al rebaño experimental de la Universidad Politécnica de Valencia, que fueron mantenidas en condiciones de estabulación permanente. Los partos tuvieron lugar entre marzo y abril, y tras un periodo de lactancia natural de 5 semanas, se realizó el destete y se inició el periodo de dos ordeños diarios durante 9 semanas (mayo, junio), posteriormente se pasó a realizar un solo ordeño al día durante 2 semanas (julio). Se controló semanalmente el potencial lechero en toda la lactación, mediante la técnica de doble inyección de oxitocina y la cantidad de leche ordeñada después del destete.

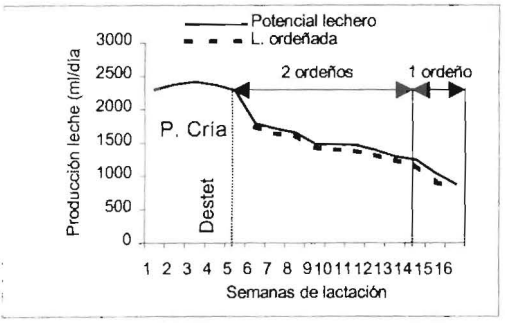


Figura 1. Curva de lactación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución del potencial productivo (oxitocina) a lo largo de la lactación y la cantidad de leche ordeñada se han representado en la **Figura 1**. Se puede observar una elevada producción en el periodo de cría, el descenso productivo cuando se realiza el destete, característico de este sistema de lactancia, la posterior evolución paralela del potencial y la leche ordeñada, así como el descenso de producción al iniciarse la etapa de un ordeño al día.

En el periodo de cría, el potencial productivo tendió a ser mayor en las ovejas de parto doble que en las de parto simple ($P=0,06$) y se observa una interacción significativa ($P<0,05$) entre el tipo de parto y las 2 etapas de lactancia consideradas

(semanas 1^a-3^a *vs* 4^a-5^a) (**Tabla1**). Aunque los valores no difieren significativamente entre ambas etapas (*P=0,21*), las producciones más altas tienden a presentarse en las tres primeras semanas para ovejas de parto doble y en las dos últimas semanas para ovejas de parto simple.

Tabla 1. Efecto del tipo de parto y la etapa de lactancia sobre el potencial lechero (oxitocina) en el periodo de cría.

Tipo de parto	Periodo de cría	
	Semanas 1-3	Semanas 4-5
Parto simple	2222 ± 129^{ab}	2295 ± 135^{b}
Parto doble	2801 ± 179^{c}	2537 ± 188^{ac}

Cuando se realiza el destete, el descenso del potencial en las tres primeras semanas de ordeño, tiempo suficiente para la adaptación de las ovejas al ordeño, fue significativamente mayor (P<0,05) en las ovejas de "1 pico" (32,5±5,5%) que en las de "2 picos" (20,4±3,3%). El tipo de parto (simple o doble) no influyó significativamente en el descenso de producción.

En el periodo de ordeño, la producción lechera fue afectada significativamente (P<0,001) por la etapa de lactación; así la producción diaria en el primer mes de ordeño fue de 1509,5 ±26 ml, en el segundo mes de 1211,6 ±23 ml y en la etapa de un ordeño al día fue de 808,2±37 ml. También el tipo de cinética de emisión de leche y el método utilizado para evaluar la producción (Potencial *vs* L. Ordeñada) influyeron significativamente (P<0,001), observándose una interacción (P<0,01) entre ambos factores (**Tabla 2**) .

Tabla 2. Efecto del método de evaluación de la producción (oxitocina vs L.ordeñada) y el tipo de cinética de emisión de leche sobre la producción de leche en el periodo de ordeño.

Tipo de cinética de emisión		Método de evaluar la producción		
		Ordeño (ml/día)	Potencial (ml/día)	
1 Pico	n=8	$904,5^{a}$	$932,3^{a}$	± 16
2 Picos	n=20	$1384,0^{b}$	$1485,0^{c}$	± 11

Se comprueba que la leche ordeñada y el potencial son similares en las ovejas menos productivas ('1 pico'), mientras que en las más productivas ('2 picos'), el potencial lechero es significativamente superior a la cantidad de leche ordeñada. Sin embargo, el tipo de parto no tuvo efectos significativos sobre la producción.

Cuando se inició el periodo de un ordeño (semanas 15-16 de lactación), la producción de leche ordeñada era de 1157 ml/día y el descenso en este periodo tendió a ser mayor (P=0,08) en las ovejas de "1 pico" (26,9±3,6%), peor adaptadas al ordeño que en las de "2 picos" (19,5±2,2%).

La evolución del contenido en grasa, proteína bruta y caseína de la leche (del potencial y leche ordeñada) a lo largo de la lactación se expone en la **Figura 2** y los valores obtenidos en el periodo de ordeño se recogen en la **Tabla 3**. Como puede observarse, estos componentes descienden en las primeras semanas de lactancia y, después del destete, se incrementan significativamente (P<0,001) en cada etapa de lactación. También el método utilizado para evaluar la producción afectó significativamente (P<0,001) a la composición de la leche. La leche ordeñada presenta un mayor contenido de las fracciones proteicas (un 5% superior) y un

menor contenido en grasa que la leche del potencial, aunque en este último componente se observa una interacción significativa (P<0,001) del método con la etapa de lactación.

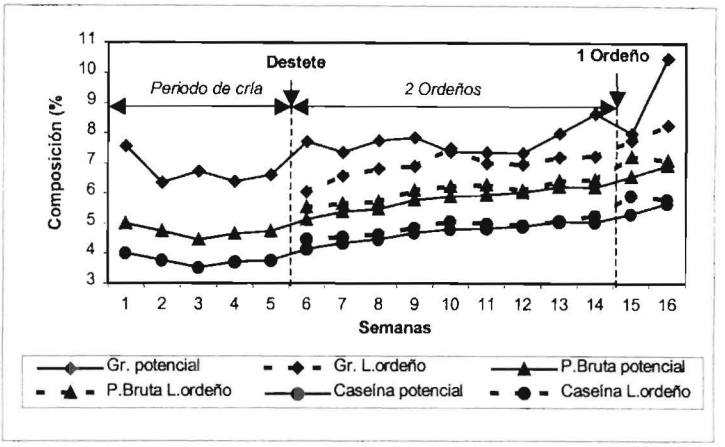


Figura 2. Evolución de la composición de la leche a lo largo de la lactación.

Tabla 3. Efecto de la etapa de lactación y el método de evaluación de la producción (Potencial *vs* L. Ordeñada) sobre la composición de la leche (%) en el periodo de ordeño.

Componentes de la leche	Evaluación de la producción	Etapa de lactación Semanas 6ª - 9ª	Semanas 10ª - 14ª	Semanas 15ª - 16ª	
Grasa	L. ordeñada	6,19±0,18^{a}	7,31±0,15^{b}	7,81±0,18^{c}	
	L. potencial	7,31±0,18^{b}	7,64±0,15^{bc}	10,08±0,18^{d}	
Proteína	L. ordeñada	5,62±0,06	6,27±0,05	7,11±0,06	6,33±0,04^{a}
	L. potencial	5,30±0,06	6,02±0,05	6,74±0,06	6,02±0,04^{b}
		5,46±0,09^{a}	6,14±0,08^{b}	6,92±0,09^{c}	
Proteína verdadera	L. ordeñada	5,23±0,06	5,85±0,05	6,68±0,06	5,92±0,04^{a}
	L. potencial	4,92±0,06	5,62±0,05	6,31±0,06	5,61±0,04^{b}
		5,07±0,09^{a}	5,74±0,08^{b}	6,50±0,09^{c}	
Caseína	L. ordeñada	4,55±0,05	5,10±0,04	5,84±0,05	5,16±0,03^{a}
	L. potencial	4,27±0,05	4,89±0,05	5,51±0,05	4,89±0,03^{b}
		4,41±0,08^{a}	5,00±0,06^{b}	5,67±0,08^{c}	

Finalmente, se puede destacar que los niveles de proteína encontrados han sido elevados (6,33±0,04%), aunque son inferiores a los obtenidos en la lactación de otoño-invierno (6,52-6,86 %) (Rodríguez et al., 2002).

BIBLIOGRAFÍA

RODRÍGUEZ M., HIDALGO M.Y., ALTHAUS R.L., MOLINA P., PERIS C. Y FERNÁNDEZ N. 2002. Primeros resultados de producción y composición de la leche en la oveja Guirra. XXVII Jornadas Científicas de la SEOC. 913-917. Valencia.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), proyecto RZ00-014-C3-1.

UTILIZACIÓN DE TESTS DE CRIBADO PARA LA DETECCIÓN DE RESIDUOS ANTIBIÓTICOS EN LECHE DE OVEJA

Berruga[1] M.I., M. Yamaki[1], B. Novés[2], R.L. Althaus[3], M.P. Molina[4] y A. Molina[1]

[1]Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal, ETSIA, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 Albacete.
[2]Sección Sanidad Animal, Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP), Diputación Provincial de Albacete, 02080 Albacete.
[3]Cátedra de Biofísica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, 3080 Esperanza, Argentina.
[4]Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica, 46071 Valencia.

INTRODUCCIÓN

En la leche de oveja la presencia de residuos puede tener graves implicaciones en la salud pública y en los procesos tecnológicos de la industria láctea. Para la detección de estos residuos, se han evaluado varios tests de cribado comercializados para leche de vaca, cuyos resultados han demostrado una sensibilidad aceptable en leche de oveja (*1, 2, 3, 7*), con límites de detección incluso inferiores a los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos por la UE (*4*). Este trabajo pretende evaluar el comportamiento de diversos métodos de cribado durante la eliminación de dos β-lactámicos administrados a ovejas en lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio, 24 ovejas de raza Manchega, en su cuarta semana de ordeño y procedentes del rebaño experimental del ITAP, se distribuyeron en 2 lotes homogéneos que fueron tratados con ampicilina (Amfipen LA, Intervet) y amoxicilina (Clamoxyl LA, Pfizer), respectivamente. Cada tratamiento consistió en la administración de 2 inyecciones intramusculares de 15 mg de antibiótico/kg PV con un intervalo de 48 horas. Tras la última dosis, se recogieron muestras de leche procedentes del ordeño de la mañana y de la tarde durante 6 días, y se refrigeraron a 4ºC hasta su análisis (antes de 24 horas). El periodo de supresión recomendado por los fabricantes para ambos antibióticos es de 6 ordeños.

Todas la muestras se analizaron simultáneamente con 4 test de inhibición microbiológica: *BRT MRL* (AIM-Analytik in Milch Produktions-und Vertriebs BmbH), *Copan test (CH ATK) microplate P&S* (Chr Hansen), *Delvotest SP* (DSM Food Specialties) y *Eclipse 100ov* (ZEU-Inmunotec), y el test enzimático *Penzym 100* (Chr Hansen). Las condiciones de ensayo fueron las señaladas por cada fabricante, y las respuestas se evaluaron independientemente como positivas, dudosas o negativas por un panel entrenado de 3 personas mediante interpretación visual y según las mismas directrices.

Para evaluar la influencia del número de ordeño y de la producción de leche sobre las respuestas de los 5 métodos, se utilizó un modelo de regresión logística multinomial. El análisis estadístico para estudiar los efectos de los factores sobre la respuesta de los 5 métodos se realizó empleando el siguiente modelo: $\mathbf{L_{ijk} = logit\ [P_{ijk}] = \beta_0 + \beta_1\ [NO]_i + \beta_2\ [PL]_j + \varepsilon_{ijk}}$; donde L_{ijk} es la variable dependiente; $[P_{ijk}]$ es la probabilidad de la respuesta categórica ("positivo/dudoso + negativo" o "dudoso + positivo/negativo"); β_0 es el intercept; β_1, β_2 son los parámetros estimados para el modelo; $[NO]_i$ es el efecto del número de ordeño (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 12); $[PL]_j$ es el efecto de la producción de leche y ε_{ijk} es el error residual. Dicho estudio se realizó utilizando la opción STEPWISE del procedimiento LOGISTIC contenido en el paquete estadístico SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la aplicación del modelo logístico a las respuestas de los métodos de cribado para los dos tratamientos se resumen en la Tabla 1 y Figura 1. Para ambos tratamientos y todos los métodos ensayados el ajuste de la función matemática presentó elevados coeficientes de concordancia (C>86%; Tabla 1), aunque sólo resultó significativo el efecto del número de ordeño (P<0,0001).

En el caso de la **ampicilina** los métodos Eclipse 100ov, BRT MRL y Delvotest SP presentaron mayores pendientes ("β_1", Tabla 1); es decir, una más rápida disminución en la respuesta de estos métodos. Por otro lado, los métodos BRT MRL y Delvotest SP mostraron una elevada frecuencia de casos dudosos (Fig. 1), en concordancia con el parámetro "β_{01} - β_{02}", cuyos valores fueron más elevados en estos métodos ("16,6004–10,0290" y "11,2768–7,7846", respectivamente), lo que podría atribuirse al hecho de que al finalizar el periodo de supresión coinciden los límites de detección de los métodos ensayados con el LMR. Respecto a los casos positivos, casi no se observan en el séptimo ordeño, a excepción del Penzym 100 (7%). Hay que destacar la sensibilidad de los métodos ensayados presentando valores próximos al LMR (4 ppb;*4*); entre 3 ppb para Delvotest SP (*3*) y BRT MRL (*6*), y 4 ppb para Eclipse 100ov (*7*), Penzym 100 (*1*) y CH ATK P&S (*5*).

También para la **amoxicilina**, los métodos Eclipse 100ov y Delvotest SP presentaron mayores valores de "β_1". En este tratamiento, Eclipse 100ov, Delvotest SP y Penzym 100 mostraron mayor frecuencia de casos dudosos. Tras los 6 ordeños de supresión recomendados por el fabricante, todavía se observaron elevadas frecuencias de respuestas positivas (73,4% CH ATK P&S, 51,7% BRT MRL, 28,4% Penzym 100 y 11,3% Delvotest SP). Los límites de detección para los métodos BRT MRL y CH ATK P&S fueron 2 –3 ppb (*6*) y 3,5 ppb (*5*), respectivamente, motivo por el cual es posible detectar sus residuos después de finalizado el periodo de supresión; mientras que Eclipse 100ov presenta menor sensibilidad a amoxicilina (7 ppb; *2*), motivo por el que la frecuencia de positivos resultó muy baja al finalizar el periodo de seguridad (2,8%). Para Delvotest SP (*3*) y Penzym 100 (*1*), el límite de detección (5 ppb) está próximo al LMR (4 ppb;*4*) por lo que tras el tiempo de supresión se observa un alto porcentaje de casos dudosos (45,1% en Delvotest SP y 44,6% e Penzym 100).

Nuestros resultados sugieren la necesidad de ajustar la sensibilidad de los métodos de cribado a los LMR, ya que pese a que el ganadero respete el periodo de supresión, pueden encontrarse resultados positivos y dudosos en muestras de leche de oveja procedentes de animales individuales cuando se analizan con BRT MRL, Delvotest SP, CH ATK P&S y Penzym 100.

BIBLIOGRAFÍA

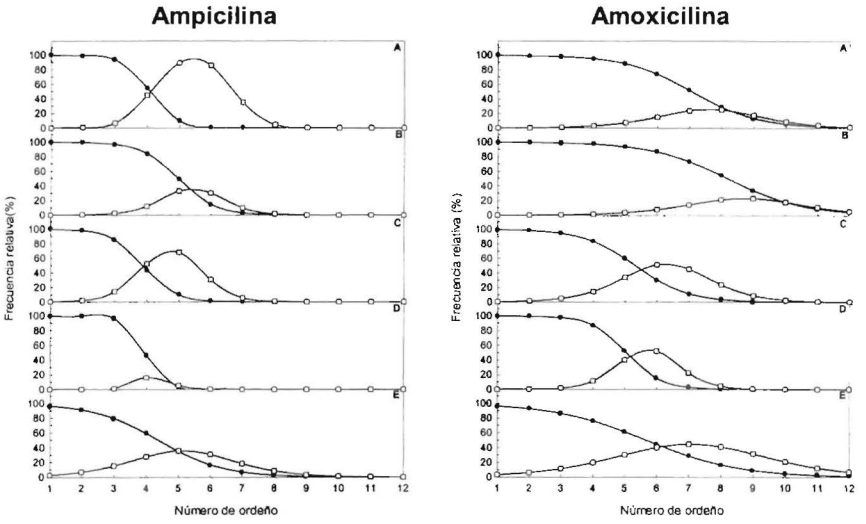
1. Althaus R, MP Molina, M Rodríguez y N Fernández. 2001. *J. Food Prot.* 64: 1844-1847.
2. Althaus RL, A Montero, MC Beltrán, R Lloría y MP Molina. 2002a. p 224-228. *En* Actas de XXVII Jornadas Científicas SEOC, Valencia, España, 19-21 septiembre.
3. Althaus RL, C Peris, A Montero, A Torres y P Molina. 2002b. *Milchwissenschaft*. In press.
4. Anón. 1999. Reglamento (CE) 508/99 por el que se modifican los anexos I a IV del Reglamento (CEE) 2377/90 del Consejo por el que se establece un procedimiento comunitario de fijación de los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal, p. 16-52. 4 marzo 1999, DOCE L60.
5. Anón. 2001. Copan test (CH ATK) antibiotic test instructions, CHR Hansen, Hoersholm, Dinamarca.
6. Anón. October 2002. Detection sensitivity of the AIM BRT-Tests towards selected antibiotics in µg/kg (ng/mol; ppb). Disponible en: http://www.aim-bayern.de/english/information/detectionm.htm. Consultado en 28 octubre 2002.
7. Molina P, A Montero, E Gomis, RL Althaus y A Molina. 2001. *En* Actas de la XVIII Reunião G-Temcal "Segurança nos lacticíneos. Control na exploração", Lisboa, Portugal, 28-29 septiembre.

Tabla 1. Coeficientes del modelo de regresión logística para la eliminación de ampicilina y amoxicilina en leche de oveja.

	Métodos	β_{01} [a]	β_{02} [b]	β_1	C [c]
Ampicilina	BRT MRL	10,6290	16,6004	-2,4580	94,7%
	CH ATK P&S	8,5030	10,0424	-1,7080	96,5%
	Delvotest SP	7,7846	11,2768	-2,0065	95,0%
	Eclipse 100ov	13,6978	14,4512	-3,3116	98,4%
	Penzym 100	4,2916	5,7963	-0,9826	91,5%
Amoxicilina	BRT MRL	6,8887	7,9490	-0,9742	92,3%
	CH ATK P&S	6,9055	7,8484	-0,8418	90,1%
	Delvotest SP	6,5344	8,8514	-1,2277	94,2%
	Eclipse 100ov	9,2268	11,6771	-1,8235	96,6%
	Penzym 100	3,9108	5,8315	-0,6905	86,7%

[a] $\beta_{01} = \beta_0$ se usa para estimar la frecuencia de casos "positivos/dudosos + negativos"; [b] $\beta_{02} = \beta_0$ se usa para estimar la frecuencia de casos "positivos + dudosos/negativos"; [c] C: Coeficientes de concordancia.

Figura 1. Frecuencia relativa de casos positivos (●) y dudosos (□) en leche de ovejas tratadas por vía intramuscular con ampicilina o amoxicilina utilizando los métodos BRT MRL (A), CH ATK P&S (B), Delvotest SP (C), Eclipse 100ov (D) y Penzym 100 (E).



Agradecimientos.- Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto 191/IA-40 de la Conserjería de Agricultura y Medio Ambiente (JJ CC Castilla-La Mancha). Se agradece a las empresas AIM-Analytik in Milch Produktions-und Vertriebs GmbH (Alemania), Chr Hansen (Dinamarca), DSM Food Specialties (Holanda) y ZEU-Inmunotec (España) la colaboración en este trabajo mediante la donación de los test que han permitido su realización.

EFECTOS DE LA SUPRESIÓN DE UN ORDEÑO A LA SEMANA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS LECHERAS

Ayadi M.[1], Caja G.[1], Such X.[1] y Knight, C.H.[2]

[1]Grup de Recerca en Remugants, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.
[2]Animal Physiology Group, Hannah Research Institute, Ayr, KA6 5HL, Reino Unido.

INTRODUCCIÓN

El principal problema de la política lechera de la Unión Europea son los excedentes de leche, en gran medida consecuencia de las subvenciones y el progreso técnico de las últimas décadas. Se ha propuesto como alternativa la aplicación de una política de rentas y de mejora de la calidad de vida de los ganaderos. En este sentido, la reducción de la frecuencia de ordeño puede ser una estrategia de interés para ajustar la producción y reducir del calendario laboral. De hecho, suprimir un ordeño a la semana (normalmente el domingo por la tarde) se justifica por razones sociales, especialmente en granjas pequeñas o familiares. La introducción de un intervalo de 18-24 h entre ordeños un día a la semana, ofrece menos riesgos que la práctica de un ordeño diario, tal como se realiza en Nueva Zelanda, que reduce un 30-50% la producción de leche (Autrey, 1963). Los primeros estudios sobre el efecto de la supresión de un ordeño a la semana en vacas lecheras indicaron pérdidas entre 3-10% (Labussière y Coindet, 1968; Radcliffe *et al.*, 1973). La pérdida se relaciona con el estado de lactación, el nivel de producción, la raza y la morfología de ubre. Así, el tamaño de las cisternas condiciona el valor de la pérdida de leche al aumentar el intervalo entre ordeños (Knight y Dewhurst, 1994; Davis *et al.*, 1998). Recientemente, Ayadi *et al.* (2003) han propuesto un método no invasivo para el estudio interna de la ubre en vacas lecheras mediante ecografía.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar los efectos a corto plazo de la supresión de un ordeño a la semana sobre la producción y composición de leche, así como su relación con el tamaño de las cisternas glandulares, en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experiencias en el rebaño de vacas lecheras Holstein del S1GCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la UAB. El ordeño se realizó en una instalación de ordeño en plaza con línea alta, regulado a 50 kPa, 60:40 y 60 p/min (Westfalia Landtechnik, Granollers, Barcelona).

Experiencia 1 (10 semanas): Se utilizaron 8 vacas (5 multíparas y 3 primíparas) a mitad de lactación (201 ± 15 d; 31.2 ± 5.8 l/d) para estimar la pérdida de producción de leche al suprimir un ordeño a la semana. Para ello, después de un periodo de control (5 sem) a 2 ordeños/d (8 am y 6 pm), se pasó a un periodo experimental (5 sem) en el que los domingos sólo se realizó 1 ordeño/d (1 pm). El ordeño del lunes por la mañana se adelantó a las 7 am a fin de mantener un intervalo máximo de 18 h entre ordeños. La producción de leche se controló a diario y la composición dos veces por semana (viernes y sábado). La pérdida de producción de leche se calculó por diferencia entre los valores estimados en la semana del cambio, a partir de las regresiones de la producción de leche en cada uno de los periodos experimentales. Las cisternas de la ubre se evaluaron al principio y al final de la experiencia por ecografía (Ayadi *et al.*, 2003), previa

inyección endovenosa de Atosiban® (10 µg/kgPV; Ferring, Suecia) para bloquear el reflejo de eyección. La leche cisternal se evacuó después de la ecografía mediante una unidad de ordeño en cántara con separación de cuartos. Para la extracción de la leche alveolar se inyectó oxitocina (2 x 10^{-3} UI/kg PV), ordeñando a continuación con el mismo equipo con separación de cuartos.

Experiencia 2 (10 semanas): Se utilizaron 5 vacas (3 multíparas y 2 primíparas), distintas a las anteriores y a mitad de lactación (227 ± 67 d; 21.0 ± 3.4 l/d), con objeto de evaluar los efectos de la supresión de 1 ordeño/semana en la composición de leche y el estado sanitario de la ubre. Las vacas se ordeñaron desde su primera lactación de acuerdo con el procedimiento aplicado en la Exp. 1, excepto que el ordeño del domingo se realizó a las 12 h am. Los intervalos entre ordeños resultaron así de 18 h (de sábado pm a domingo) y de 20 h (de domingo a lunes am). La producción y composición de leche se controlaron diariamente.

En ambas experiencias se analizó el contenido en grasa, proteína y lactosa de la leche mediante un equipo CombiFoss 5000 (Foss España, Barcelona), y el recuento en células somáticas (RCS) con un Fossomatic (Fosseeltric, Hillerød, Dinamarca). Los datos se analizaron estadísticamente con el procedimiento PROC MIXED de SAS (v. 8.1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron casos de mamitis como consecuencia de la supresión de 1 ordeño/semana en ninuna de las experiencias. La supresión de 1 ordeño/semana en la Exp. 1 produjo una pérdida de leche del 3.7% (-1.1 l/d), sin afectar a su composición y RCS medios, ni a la persistencia (**Tabla 1**). Trabajos previos antiguos (Labusière y Coindet, 1968; Radcliffe *et al.*, 1973) y recientes (Sheehy, 2001; O'Brien *et al.*, 2002) han indicado pérdidas de producción de leche durante toda la lactación de 3-10% en condiciones similares. Sin embargo estos trabajos indican efectos, a largo plazo, de disminución de la composición (-6 a -7%) que no fueron significativos en nuestro caso.

Tabla 1. Efectos de la supresión del ordeño del domingo por la tarde en vacas.

	14 ordeños/semana (semanas 1 a 5)	13 ordeños/semana (semanas 6 a 10)	Efecto (*P*<)
Producción de leche, l/d	28.8 ± 2.1	24.6 ± 2.7	0.042
Regresión de PL[1]: a	32.1 ± 2.2	29.8 ± 3.2	-
b	-1.16 ± 0.32	0.91 ± 0.32	-
R^2	0.97	0.94	-
CP[2], %	95.4	96.3	-
Composición de leche,%			
Grasa	3.11 ± 0.21	2.91 ± 0.21	0.771
Proteína	3.06 ± 0.09	3.10 ± 0.08	0.936
Lactosa	4.21 ± 0.21	4.08 ± 0.21	0.347
Log SCC x 1000	2.28 ± 0.17	2.36 ± 0.17	0.841
Fracciones de leche[3]			
Alveolar, l	8.89 ± 0.82	5.53 ± 0.28	0.001
Cisternal, l	3.16 ± 0.26	2.67 ± 0.31	0.069
Area cisternal[3], cm^2	21.7 ± 2.9	19.9 ± 1.9	0.112

[1]: PL (l/d) = a + b × (semana), R^2= coeficiente de derterminación.

[2]: Coeficiente de persistencia de la PL en 4 semanas (%) = 100 - 4 × b

[3]: Medida a 8 h de intervalo entre ordeños

Respecto a los efectos de la supresión del ordeño en la evolución de los componentes lácteos a lo largo de la semana (Exp. 2), se observó que el día de la supresión (domingo), la producción de leche (15.6 l/d), grasa (3.38%) y RCS (Log x 1000 = 2.59) disminuyeron ($P<0.05$) un 29, 21 y 27%, respectivamente. Como compensación, la producción de leche (23.9 l/d), grasa (4.84%) y RCS (3.02) aumentaron el lunes ($P<0.05$) un 9, 14 y 100%, respectivamente. Dichos parámetros volvieron a sus niveles medios a las 72 h (miércoles) de la supresión del ordeño, sin afectar a las medias semanales. Sin embargo, la proteína bruta (3.47%) aumentó un 2% y la lactosa (4.37%) disminuyó un 2% ($P<0.05$) durante la semana. Estos resultados confirman los obtenidos por Labussière y Coindet (1968), respecto a los cambios en la producción y composición durante los días de la semana.

Los valores medios del área de las cisternas y del volumen de leche cisternal de cada cuarto (8 h después del ordeño) obtenidos en la Exp. 1, variaron entre 4.1-55.0 cm^2 y 0.21-1.95 l, respectivamente, mostrando una relación alta y positiva ($r = 0.83$, $P<0.01$) de acuerdo con las conclusiones de Bruckmaier *et al.* (1994) y Ayadi *et al.* (2003). El fraccionamiento de leche mostró descensos en el volumen de leche alveolar (-38%, $P<0.001$) y tendencias en la cisternal, tanto en volumen (-15%, $P<0.07$) como en área (-7%, $P<0.11$), debido al efecto conjunto de la supresión del ordeño y el avance de la lactación. No se observó ninguna relación entre la pérdida de leche al suprimir el ordeño y el nivel de producción de leche o el volumen de leche alveolar. Sin embargo, se obtuvo una relación negativa ($r = -0.70$, $P<0.05$) entre la cantidad de leche perdida y el área cisternal, lo que estaría de acuerdo con la teoría del control autocrino local de la secreción de leche (Peaker y Wilde, 1996; Stelwagen, 2001) por medio del FIL (factor autoinhibidor de la lactación). El FIL sólo actuaría a nivel alveolar, no siendo activo a nivel cisternal (Knight y Dewhurst, 1994).

Para concluir, en nuestro condiciones, la supresión de un ordeño por semana produjo una pequeña pérdida de producción de leche sin afectar a su composición ni a la persistencia de la lactación y el estado sanitario de la ubre. La pérdida de leche ocasionada por la supresión de un ordeño depende de las características de las cisternas glandulares, y por tanto, la evaluación del tamaño cisternal a través ultrasonografia puede ser un método adecuado para seleccionar vacas que se adaptan mejor a la reducción de la frecuencia de ordeño. Por último, a efectos de no alterar los datos del control lechero, éste debería realizarse a mitad de la semana, para evitar la alteración en la composición de leche por efecto de la supresión del ordeño del domingo por la tarde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autrey K.M., Rolling, G.H., Cannon R.Y. 1963. J. Dairy Sci., 48:626 (Abstr.).

Ayadi M., Caja G., Such X., Knight C.H. 2003. J. Dairy Res. 70: 1-7.

Bruckmaier, R.M., Rothenanger E., Blum J.M. 1994. Milchwissenschaft 49:543-546.

Davis S.R., Farr V.C., Copeman P.J.A., Carruthers V.R., Knight C.H., Stelwagen K. 1998. J. Dairy Res. 65:1-8.

Knight C.H., Dewhurst R.J. 1994. J. Dairy Res. 61:441-449.

Labussière J., Coindet J. 1968. Ann. Zootech. 14:63-126.

O'Brien B., Ryan G., Meaney W.J., McDonagh D., Kelly A. 2002. J. Dairy Res. 69:367-374.

Peaker M., Wilde C.J. 1996. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia 1:307-316.

Radcliffe J.C., Bailey L.F., Horne M.L. 1973. J. Dairy Res. 40:167-177.

Sheehy J. 2001. http://www.dairybiz.com (acceso 13 Oct., 2001).

Stelwagen K. 2001. J. Dairy Sci. 84 (E. Suppl.):E204-E211.

Wellnitz O., Bruckmaier R., Albrecht C., Blum J.M. 1999. J. Dairy Res. 66:1-8.

EFECTOS DE LA GESTACIÓN Y EL SECADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS[1]

Salama A.A.K., Caja G., Such X., Albanell E. y Casals R.
Grup de Recerca en Remugants. Department de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

Se han realizado diversos trabajos a fin de acortar el ciclo productivo en vacas lecheras mediante la reducción (Sorenson y Enevoldsen, 1991) u omisión del secado (Swanson, 1965; Smith *et al.*, 1966; Remond *et al.*, 1992). Estos estudios han demostrado un efecto negativo sobre la producción de leche en la siguiente lactación, indicando que es imprescindible un periodo de secado de 45-60 días en vacas lecheras. Esta conclusión no parece ser aplicable a cabras lecheras ya que, en el único trabajo realizado sobre los efectos del secado, realizado mediante un diseño por medias ubres, Fowler *et al.* (1991) indicaron la ausencia de pérdidas de producción en la nueva lactación cuando no se realiza un período de secado antes del parto.

La composición de la leche en vacas ordeñadas al final de la gestación contiene más grasa y proteína, así como una menor relación caseína:proteína, lo que afecta a su rendimiento quesero (Wheelock *et al.*, 1965; Remond *et al.*, 1992). En relación a las cabras, se dispone de muy poca información sobre los cambios en la composición de la leche durante la última parte de la gestación.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la omisión del período de secado en cabras lecheras sobre la producción de leche en la siguiente lactación, así como los cambios producidos durante el período de gestación y lactación simultáneas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 cabras multíparas de raza Murciano-Granadina, pertenecientes al rebaño experimental del S1GCE de la Universidad Autónoma de Barcelona. Las cabras siguieron un sistema de reproducción de 1 parto/año en condiciones de manejo semi-intensivo, con pastoreo en praderas de secano (6 h/d) y suplementación en la estabulación con una mezcla de alfalfa-maíz deshidratados *ad libitum*, 0.5 kg de granulado alfalfa y 0.5-1.0 kg/d de concentrado (0.9 UFL/kg, 18% PB) según el estado de lactación. El ordeño se realizó una vez al día (9 am) en una sala 2 x 12 (Westfalia Landtechnik) a 42 kPa, 90 p/min y 60:40. El experimento cubrió dos lactaciones, presentándose aquí los datos hasta las 16 semanas de la 2ª lactación.

Las cabras se dividieron en dos grupos experimentales según el tratamiento de secado seguido: Secado 60 días antes del parto (CS; n=10) y sin periodo de secado (SS; n=10). Las cabras se cubrieron (1 boque/grupo) a los 210 d de lactación, con una producción media de 2.0 L/d. Tres cabras (15%; una del grupo CS y dos del grupo SS) no quedaron gestantes, formando un grupo que se continuó ordeñandose sin que parieran (NP). Cinco cabras gestantes (63%) del grupo SS se secaron espontáneamente (45 d antes del parto), considerándose como cabras del grupo CS.

Semanalmente se controló la producción de leche, y se recogieron muestras de cada 2 semanas para analizar su composición y el recuento de células somáticas (RCS) hasta el final de la experiencia. La composición de la leche (sólidos totales, grasa, proteína y caseína) se analizó mediante un equipo NIR (Technicon InfraAlyzer-450, Nordersted, Alemania), según la metodología descrita por Albanell *et al.* (1999). Se realizaron biopsias de ubre con anestesia local, mediante agujas automáticas de calibre 14 (Bard Max·Core, Covington, Georgia, EE.UU), en 3 momentos: 280 d de la primera lactación, 7 d después del secado (grupo CS sólo) y 49 d en la siguiente lactación. En la segunda lactación, se atendieron los partos y se recogieron muestras de calostro de todas las cabras, evitando que los cabritos tuvieran acceso a las ubres. Los cabritos fueron pesados al nacimiento.

Los datos fueron analizados estadísticamente con el PROC MIXED de (v. 8.1). El modelo estadístico incluyó los efectos del tratamiento, semana de lactación y las interacciones de primer orden.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de la gestación y el período de secado sobre la producción de leche se muestran en la **Figura 1**. En comparación con las cabras no gestantes (grupo NP), las cabras gestantes sufrieron una reducción importante en la producción de leche después de la semana 6 de gestación, siendo la diferencia de producción de: -0.13 L/d ($P>0.05$), -0.39 L/d ($P<0.10$), -0.60 L/d ($P<0.05$), y –1.48 L/d ($P<0.05$) en las semanas 6, 7, 9, 12 de gestación, respectivamente. De igual modo, Knight y Wilde (1988) indicaron que el ritmo de disminución de la producción de leche fue similar entre cabras gestantes y no gestantes durante las 8 primeras semanas de gestación. Sin embargo, al avanzar la gestación, la pendiente de disminución se duplicó en los animales gestantes, mientras que en las cabras no gestantes se mantuvo constante. Este efecto negativo de la gestación sobre la producción de leche puede ser atribuido a un efecto directo del aumento de la concentración de estrógenos en sangre al avanzar la gestación, inhibiendo la secreción de leche, y a un efecto indirecto del aumento de las necesidades nutritivas de los fetos (Knight y Wilde, 1988). En particular debe señalarse la competencia de la placenta y la ubre en glucosa y aminoácidos.

Todas las cabras parieron sin problemas (1.95 cabritos/cabra), pero los cabritos del grupo SS nacieron con menor PV que los cabritos del grupo CS (1.7 vs 2.2 kg; $P<0.05$). Esta diferencia de PV al nacimiento puede ser consecuencia del estrés nutritivo relacionado con la competencia de la lactación y la gestación simultáneas. El peso específico del calostro en las cabras SS fue menor ($P<0.01$) que en las cabras CS (1.032 vs. 1.051), lo que indicó una mala calidad inmunitaria del calostro de las cabras del grupo SS, y obligó a dar calostro del grupo CS a sus cabritos.

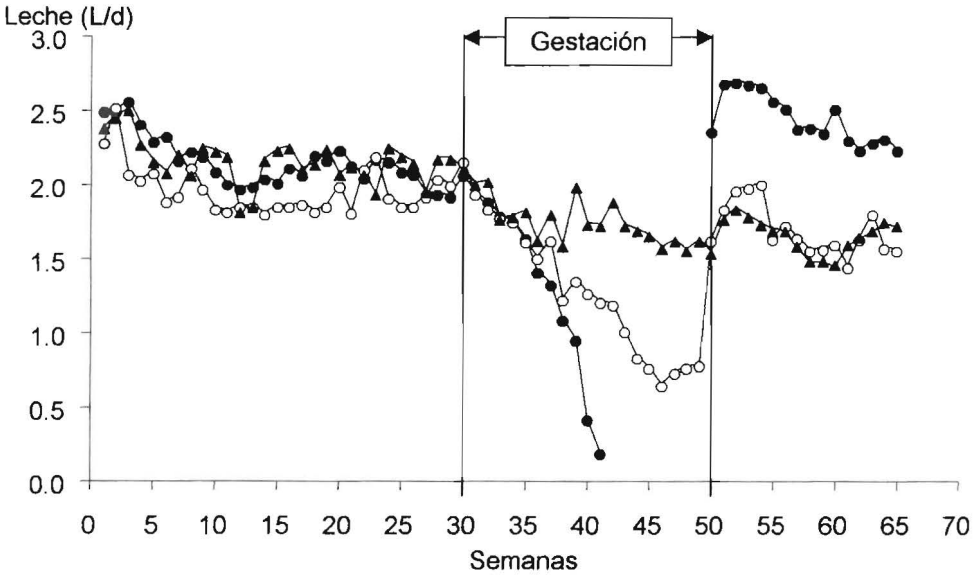
Aunque la producción de leche en la lactación usada como referencia (1ª lactación, 300 DIM) no varió entre grupos (578, 537 y 591 L, para CS, SS y NP, respectivamente), el grupo CS produjo un 51% más de leche que el grupo SS (2.5 vs. 1.7 L/d; $P<0.05$) en los primeros 4 meses de la siguiente lactación. Sin embargo, la pérdida de producción entre las dos lactaciones consecutivas de las cabras del grupo SS, para el mismo período, fue sólo del 14% ($P<0.10$). Estos datos indican un efecto negativo de la omisión del secado en cabras lecheras sobre la producción de leche, tal como se ha demostrado en vacas (Swanson, 1965; Remond *et al.*, 1992), contrariamente a lo concluido por Fowler *et al.* (1991).

No obstante, debe tenerse en cuenta que, en el trabajo de Fowler y colaboradores se comparó el secado entre media ubres (media se secó y la otra se

ordeñó), lo que debió alterar la respuesta de la media ubre no secada por los efectos sistémicos de la otra ubre. Respecto a las cabras del grupo NP, la producción de leche durante el mismo periodo de tiempo (semanas 1-16, equivalentes a los 350-455 DIM), fue de 1.7 L/d, lo que representa el 70% de su máximo de lactación. Este valor coincide con el de las cabras del lote SS en la Figura 1. Resulta así evidente que, la cabra Murciano-Granadina, puede realizar lactaciones de gran duración si no queda preñada, lo que tiene especial interés práctico. No se observaron diferencias de producción de leche entre las cabras del lote CS secadas 60 o 45 d antes del parto (2.1 vs 2.2 L/d, respectivamente; $P>0.05$), lo que significa que 45 d de secado pueden considerarse suficientes en cabras lecheras para no afectar la siguiente lactación. Este resultado concuerda con lo observado por Coppock *et al.* (1974) en vacas lecheras, donde no se produjeron efectos con secados de hasta 40 d.

En conclusión, las cabras presentan un marcado efecto negativo de la gestación en la lactación, y omitir el secado perjudica de forma grave la producción de leche en la siguiente lactación, no siendo recomendable en la práctica.

Figura 1: Producción de leche en cabras secadas antes del parto (●), no secadas (O) y sin parto (▲)



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albanell E., Cáceres P., Caja G., Molina E., Gargouri A. 1999. J. AOAC. 82, 753-758.
Coppock C.E., Everett R.W., Natzke R.P., Ainslie, H.R. 1974. J. Dairy Sci. 57:712-718.
Fowler P.A., Knight C.H., Foster M.A. 1991. J. Dairy Res. 58:13-19.
Knight C.H., Wilde C.J. 1988. J. Dairy Res. 55:487-493.
Remond B., Ollier A., Miranda G. 1992. J. Dairy Res. 59:233-241.
Smith A., Wheelock J.V., Dodd A.F. 1966. J. Dairy Sci. 49:895-896.
Sorenson J.T., Enevoldsen C. 1991. J. Dairy Sci. 74:1277-1283.
Swanson E.W. 1965. J. Dairy Sci. 48:1205-1209.
Wheelock J.V., Rook J.A.F., Dodd F.H. 1965. J. Dairy Res. 32:249-254.

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE UN ESTUDIO DEL ORDEN DE MAMA EN LECHONES UTILIZANDO TÉCNICAS ESTADÍSTICAS NO PARAMÉTRICAS

C. Segura[(1)], L. Esteban[(1)], S. Balasch[(2)], J.M. Navarro[(3)], A. Torres[(1)]
[(1)]Departamento Ciencia Animal. [(2)]Departamento Estadística, Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. [(3)]Departamento Expresión Gráfica Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Apdo. Correos 22012. 46071 Valencia

INTRODUCCIÓN

Una conducta del ganado porcino es el establecimiento y mantenimiento de una ordenación en el amamantamiento u orden de mama. La existencia de una especificidad del pezón consigue convertir el amamantamiento en un proceso eficaz, puesto que de no existir, cada amamantamiento sería una pelea continua.

Diversos estudios realizados sobre el amamantamiento arrojan un resultado unánime sobre la existencia de un proceso mediante el cual los lechones establecen un orden según el cual cada uno de ellos mama de una determinada teta y la mantiene hasta el destete (Hemsworth *et al.*, 1976; Rosillon-Warnier y Paquay, 1984; Pasillé y Rushen, 1989), si bien se trata de un tema muy estudiado como ponen de manifiesto las revisiones u obras generales de Ewank (1976), Hollis (1993) y Quiles y Hevia (1999), entre otros, donde se recogen trabajos anteriores (Donald, 1937; Mc Bride, 1963 y 1965; Van Loen y Molenaar, 1967; Winfield *et al.* 1974; Fraser 1975 y 1984; Harstock y Graves, 1976).

Sin embargo, en un trabajo reciente (Navarro, 2003), en el que se estudia el orden de amamantamiento a partir de un sistema de ***visión artificial***, no queda suficientemente claro el principio de ordenación, discrepancia que debería atribuirse a la metodología utilizada por este autor, dada la unanimidad existente en la bibliografía científica sobre tal ordenación. El procedimiento utilizado por este autor consistía en filmar lechones, previamente coloreados para una mejor identificación, con una cámara de vídeo digital; las imágenes captadas se convirtieron en coordenadas cartesianas (x, y) de cada lechón mediante un proceso de tratamiento digital de la imagen. Tras una serie de transformaciones matemáticas de esas coordenadas, se realizó el estudio de orden de mama a través de la comparación entre lechones de esas nuevas variables.

Sin embargo, dado el bajo número de cerdas y tomas controladas en el experimento de Navarro (2003) se ha creído necesario plantear este nuevo experimento con mayor número de observaciones, obtenidas directamente, que posibiliten un tratamiento estadístico más adecuado, que sirva para aquel, y a la vez se ofrezca una mayor garantía en las conclusiones.

En este trabajo se presenta el análisis de los primeros datos obtenidos, siendo por tanto una presentación preliminar, dado que se sigue recogiendo información al respecto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han controlado cinco cerdas híbridas comerciales de una explotación de producción. La toma de datos se realizó en tres momentos de la lactación: entre el día del parto y el quinto día de vida, entre el 7º y 10º día de lactación y entre el 14º y 17º postparto.

Se fijó una numeración para las mamas de delante hacia atrás y de izquierda a derecha. Los lechones eran marcados con un número en el lomo para poderlos

identificar durante el amantamiento. Se controlaron las tomas de la mañana entre las 12.00 y las 14.00 horas y las de la tarde entre las 17.00 y las 19.00 horas. Los datos recogidos por cerda y amamantamiento eran: el número del lechón y el número de mama en la que estaba mamando cada lechón; si existía alguna disputa o dos lechones estaban mamando del mismo pezón también era registrado.

Dado el ***carácter ordinal*** de la variable a analizar (nº de mama utilizada por cada lechón en los sucesivos amamantamientos) se ha empleado el ***test de Kruskal-Wallis*** (Spiegel, 1991), test no paramétrico adecuado para el tratamiento de respuestas ordinales, que no es más que la versión no paramétrica del clásico ANOVA para un factor. El test contrasta la hipótesis de diferencia entre distribuciones poblacionales (entre las distribuciones de orden de mama para el conjunto de amamantamientos de los distintos lechones) a partir de la comparación entre los rangos medios para cada lechón y permite la posterior realización de comparaciones múltiples entre las distintas poblaciones (lechones) con apoyo del *test de Mann-Whitney* (Spiegel, 1991). Para tal análisis estadístico de los datos se ha utilizado el programa 3S del paquete estadístico BMDP (Dixon, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos a partir del test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Salvo algunas excepciones se aprecia una marcada jerarquía y correspondencia con el orden de mama, si bien la jerarquía es gradual y no estricta. Algunos lechones únicamente utilizan una mama en todos los amamantamientos, aunque la mayoría emplea mayoritariamente una. No obstante, algunas tetas se repiten porque son utilizadas por varios lechones.

La cerda con mayor número de lechones , aun teniendo un número de mamas superior, es la que presenta una jerarquía más difusa.

El escaso número de cerdas no ha permitido realizar un análisis temporal para comprobar la posible existencia de una etapa previa de establecimiento de la jerarquía, como sugieren algunos autores.

En todo caso, el método estadístico utilizado parece apropiado porque detecta la jerarquía que se aprecia en la observación directa.

BIBLIOGRAFÍA

Dixon W.J. (1981). *BMDP Statistical Software*. University of California Press.

Ewank, R. (1976). *Social hierarchy in suckling and fattening pigs: a review*. Livest. Prod. Sci., 3: 363-372.

Hemsworth, P.H.; Winfield, C.G.; Mullaney, P.D. (1976). *A study of the development of teat order in piglets*. Appl. Anim. Ethol., 2: 225-233.

Hollis, G.R. (1993). *Growth of the pig*. Ed. G.R. Hollis. Wallingford.

Navarro, J.M. (2003). *Desarrollo de un sistema de visión artificial para la detección y seguimiento de la posición de lechones individuales en la maternidad*. Tesis Doctora. Universidad Politécnica de Valencia.

Passillé, A.M.B. de., Rushen, J. (1989). *Suckling and teat disputes by neonatal piglets*. App. Anim. Behav. Sci., 22: 23-38

Quiles, A.; Hevia, Mª L. (1999). *Comportamiento del ganado porcino durante el parto y la crianza*. Porci, 53: 67-93.

Rosillon-Warnier, A.; Paquay, R. (1984). *Development and consequences of teat order in piglets*. App. Anim. Behav. Sci., 13: 37-58.

Spiegel M. R. (1991). *Estadística*. MC Graw-Hill.

Tabla 1

Jerarquización de lechones según el orden de mama (nº lechón), mama más utilizada por el correspondiente lechón y porcentaje de utilización de la misma por dicho lechón

ID	NA	GC (gl)	Mamas funcionales	Ordenación de lechones según el orden de mama											
				Variable	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
A	37	347,28*** (9)	12	Nº lechón	4^{ab}	1^{ab}	5^{ab}	7^{bc}	2^{cd}	10^{de}	9^{def}	3^{efg}	6^{fg}	8^{g}	-	-
				m.m.u. (nº)	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12		
				% utilización	84,2	83,8	78,8	84,2	80,0	84,6	93,1	75,7	76,5	96,7		
B	35	320,27*** (11)	14	Nº lechón	6^{a}	12^{a}	4^{ab}	11^{ab}	10^{b}	3^{b}	9^{bc}	2^{cd}	5^{de}	1^{de}	7^{de}	8^{e}
				m.m.u. (nº)	1	2	3	4	5	6	5	9	11	7	9	14
				% utilización	58,3	72,5	36,8	60,0	22,9	54,3	45,7	37,5	42,3	33,3	25,0	100,0
C	40	344,19*** (9)	16	Nº lechón	6^{a}	3^{a}	10^{ab}	4^{bc}	5^{bcd}	1^{cd}	2^{de}	9^{ef}	8^{ef}	7^{f}		
				m.m.u (nº)	1	2	3	4	5	6	7	9	11	12	-	-
				% utilización	86,8	81,0	94,6	84,6	93,7	92,3	81,8	77,4	54,5	78,3		
D	31	254,20*** (9)	13	Nº lechón	3^{a}	5^{ab}	8^{abc}	2^{bc}	1^{bcd}	10^{cd}	9^{de}	7^{def}	6^{ef}	4^{f}		
				m.m.u. (nº)	1	2	2	3	4	5	7	8	11	13	-	-
				% utilización	100,0	77,1	22,9	96,9	80,0	90,9	100,0	92,3	92,6	96,6		
E		269,33*** (9)	14	Nº lechón	6^{a}	4^{ab}	2^{bc}	5^{bcd}	3^{cde}	10^{de}	1^{de}	8^{ef}	7^{f}	9^{f}		
				m.m.u. (nº)	1	2	4	3	6	10	7	12	13	14		
				% utilización	86,7	77,4	74,2	42,5	45,2	32,3	27,6	46,9	51,6	54,8		

Siglas: ID= identificación cerda; NA= número de amamantamientos registrados; m.m.u.(nº)= mama más utilizada (nº mama); GC= estadístico chi-cuadrado de Krusal-Wallis; ***=p < 0,001; gl= grados de libertad.

$^{a, b, c, d, e, f, g}$= superíndices distintos indican diferencias entre órdenes, con p< 0,05, según el test de Mann-Whitney (comparación por filas)

INFLUENCIA DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ÁCIDO OLEICO EN LA DIETA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA CARNE DE CERDO GRASO

J. Peinado[1], C. Vieira[2], A. Fuentetaja[3] y P. Medel[1]
[1]Imasde Agropecuaria, S. L., Madrid. [2]Estación Tecnológica de la Carne de Guijuelo, Salamanca.
[3]COPESE, S.A., Segovia.

INTRODUCCIÓN

El perfil de ácidos grasos de la grasa del cerdo es modificable con la dieta (Cava *et al*, 1997). Sin embargo, en las situaciones prácticas la grasa depositada por los animales se mantiene hasta el sacrificio, por lo que en las estrategias de modificación se debe considerar la grasa depositada previamente por el animal. En este sentido, existe gran interés en enriquecer este perfil en ácido oleico por su efecto positivo en la calidad de los productos curados (Ruiz y López-Bote, 2002) y su efecto beneficioso en la salud humana. Pero además, es preciso evaluar el efecto que sobre la calidad de la carne fresca tienen las estrategias de modificación del perfil de ácidos grasos dirigidas a maximizar la calidad de los productos curados.

Así, el objetivo de este ensayo fue evaluar la influencia de diferentes programas de inclusión de ácido oleico en las fases de crecimiento y cebo sobre el perfil de ácidos grasos del tocino dorsal y sobre las características físico-químicas y sensoriales de la carne de cerdo graso, y su posible interacción con el sexo de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras: Se utilizaron 96 cerdos Pietrain*Large White x Landrace*Large White de 22,9 ± 3,0 kg PV. Se cebaron en 24 réplicas de 4 animales y se sacrificaron con 125,6 ± 11,2 kg PV. A continuación, se tomaron muestras del lomo de los 48 cerdos de peso intermedio de cada réplica a la altura de la última costilla. Estas muestras se congelaron a –20ºC hasta su análisis. Además, se tomaron 48 muestras de grasa dorsal (2 x 2 x 4 cm^3) a 10 cm de la rabadilla hacia la cabeza.

Diseño experimental: Al azar con 6 tratamientos ordenados factorialmente (Tabla 1), con tres programas alimenticios según el nivel de inclusión de ácido oleico en la dieta (bajo, BB; medio BA; alto, AA) y dos sexos (machos castrados, MC; hembras enteras, HE). La unidad experimental fue el cerdo y hubo 8 réplicas por tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos experimentales según el nivel de oleico de la dieta y el sexo (MC = machos castrados, HE = hembras enteras).

Tratamiento	Nivel de oleico de la dieta (%)			Sexo
	30-60 kg	60-90 kg	0-125 kg	
1	1,5	2,3	2,3	MC
2				HE
3	2,0	2,3	3,8	MC
4				HE
5	3,0	3,8	3,8	MC
6				HE

Dietas experimentales: Las dietas se ofrecieron en gránulo y todos los grupos recibieron su respectiva dieta experimental *ad libitum*. La composición y el análisis calculado y químico de las dietas se presenta en la Tabla 2. Se determinó proteína bruta, extracto etéreo y humedad siguiendo los procedimientos 984.13, 920.39 y 930.15 descritos por la AOAC (2000). Asimismo, se determinó el perfil de ácidos grasos de la dieta mediante cromatografía de gases (991.39).

Controles: El perfil de ácidos grasos del tocino se determinó mediante cromatografía de gases. Se determinó el color de la carne (L, a* y b*) por espectrocolorímetría. Se evaluó la capacidad de retención de agua de la carne calculando pérdidas por descongelación, goteo (Honickel, 1998) y cocinado. La fuerza máxima de corte de la carne cocinada se determinó con la sonda Warner-Bratzler (Honickel, 1998) y la composición química de la carne (humedad, grasa y proteína) mediante espectroscopía de infrarrojo cercano por transmitancia (NIT). Se realizó un análisis sensorial (UNE 87-008-92) con 7 catadores entrenados que evaluaron olor, terneza, jugosidad, flavor y aceptabilidad general de las muestras de lomo en una escala creciente del 1 al 10.

Paralelamente se realizaron pruebas sensoriales discriminantes (test triangular) para detectar diferencias entre sexos y programas de inclusión de ácido graso oleico en la dieta.

Análisis de datos: Los datos fueron analizados como un modelo al azar por el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 1990). El modelo incluyó el nivel de oleico, el sexo y sus interacciones como efectos principales, y en el análisis sensorial el catador y la sesión como efectos fijos. Los resultados se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados. El análisis del test triangular se realizó calculando la relación entre el número de respuestas correctas sobre el total de respuestas según la Norma UNE 87-006-92 (AENOR, 1979), asumiendo la distribución binomial de las variables.

Tabla 2. Composición y valor nutricional de las dietas experimentales

Fase de cebo	**30-60 kg**			**60 - 90 kg**		**90-125 kg**	
Nivel de oleico, %	**1,5**	**2**	**3**	**2,3**	**3,8**	**2,3**	**3,8**
Ingredientes, %							
Cebada + trigo	56	56	60	80,1	79,8	80,6	80,0
Hna soja	20	20	20	10	10	9,3	9,3
Grasa animal	3	1,5	-	5	-	5	1
Oleínas 70% oleico		1,5	4	-	5,2	-	4,6
Otros[1]	21,01	21,01	16,01	4,90	5,00	5,71	5,71
Análisis calculado[2]							
Energía neta, kcal/kg	2,302	2,294	2,319	2,436	2,417	2,402	2,409
Proteína bruta, %	16,8	16,8	16,9	14,2	14,2	13,8	13,7
Extracto etéreo, %	4,9	4,9	5,7	6,7	6,8	6,8	7,3
Almidón, %	38,4	38,4	37,3	42,2	42,1	41,3	41,0
Análisis químico[3]							
Humedad, %	9,56	10,45	9,09	8,71	8,68	8,36	8,22
Proteína bruta, %	16,15	17,33	17,48	14,08	14,32	15,00	14,90
Extracto etéreo, %	5,00	5,10	6,10	7,12	7,32	7,32	8,31
A. palmítico, %	21,81	18,59	16,50	25,94	16,64	24,22	16,09
A. palmitoléico, %	2,69	1,63	0,12	2,32	0,89	1,97	0,97
A. esteárico, %	10,27	7,08	3,43	12,04	3,66	12,88	4,65
A. oleico, %	37,16	42,09	52,25	40,19	54,57	38,07	54,08
A. linoleico, %	23,69	26,85	24,88	17,54	22,29	18,57	21,48
A. linolénico, %	1,47	1,77	1,66	-	1,75	1,33	1,59

[1] Maíz, melaza, carbonato cálcico, fosfato bicálcico, cloruro sódico, L-Lisina, DL-Metionina, L-Treonina, colina, fitasas y complejo vitamínico-mineral. [2] FEDNA (1999). [3] Ácidos grasos expresados como porcentaje de la grasa total de la dieta.

RESULTADOS

El efecto del sexo y del programa de inclusión de oleico de la dieta sobre el perfil de ácidos grasos del tocino se muestra en la Tabla 3. Los MC presentaron mayor porcentaje de saturados y menor de insaturados que las HE (P<0,050). Al aumentar el nivel de ácido oleico en la dieta, disminuyó el porcentaje de ácidos palmítico y esteárico (20,6, 21,4, 22,5 % y 10,1, 11,0, 12,2 % para los ácidos palmítico y esteárico AA, BA y BB, respectivamente; P<0,050) y aumentó el porcentaje de oleico y linoleico del tocino dorsal (50,8, 48,8, 46,8 % y 12,6, 12,2, 11,6 % para los ácidos oleico y linoleico para los programas AA, BA y BB, respectivamente; P<0,050).

El efecto del tratamiento sobre las características físico-químicas de la carne se muestra en la Tabla 4. Los lomos de los cerdos alimentados con los programas AA y BA tendieron a presentar mayores pérdidas de agua por descongelación que los del programa BB (8,3, 8,0 y 6,7 % para los programas AA, BA y BB, respectivamente; P<0,100). Asimismo, los lomos de los programas AA y BB presentaron mayor humedad y menor proteína bruta que los lomos del programa BA (73,5, 72,9, 73,8 % y 23,8, 24,8, 23,9 % para humedad y proteína con los niveles AA, BA y BB, respectivamente; P<0,050).

Como se muestra en la Tabla 5, el análisis sensorial reveló diferencias significativas entre tratamientos (P<0,050) para la terneza, flavor y aceptabilidad general, siendo en general los peores valores para el programa BA, y los mejores para el programa BB en HE y AA o BB para los MC (P<0,050). Asimismo, en las pruebas triangulares los catadores discriminaron la carne de

los diferentes sexos (60%, P<0,001) y de los diferentes programas de inclusión de oleico (71%, P<0,001).

Se concluye que el empleo de programas alimenticios ricos en ácido oleico aumentó el nivel de este ácido en el tocino dorsal. Por otro lado, no se observaron respuestas claras al aumento de oleico de la dieta para las características físico-químicas de la carne, mientras que se constató la mayor tendencia de los animales enteros a depositar grasa más insaturada para el mismo programa de alimentación. Asimismo, en contra de los esperado, el programa de nivel medio de inclusión de oleico penalizó la terneza, flavor y aceptabilidad general del lomo de los cerdos.

Tabla 3. Efecto del sexo (HE = hembras enteras, MC = machos castrados) y del nivel de inclusión de oleico en la dieta (AA = alto, BA = medio, BB = bajo) sobre el perfil de ácidos grasos del tocino dorsal.

		Palmítico, %	Esteárico, %	Oleico, %	Linoleico, %
Sexo	HE	20,7 a	10,8 a	49,4 a	13,0 a
	MC	22,4 b	11,5 b	48,2 b	11,3 b
Nivel de oleico	AA	20,6 a	10,1 a	50,8 a	12,6 a
	BA	21,4 a	11,0 b	48,8 b	12,2 ab
	BB	22,5 b	12,2 c	46,8 c	11,6 b
EEM[1]	n=24	0,26	0,18	0,30	0,23
	n=16	0,32	0,23	0,37	0,29
P[2]	Sexo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
	Oleico	<0,050	<0,050	<0,050	0,051
	Interr.	NS	NS	NS	NS

[1] EEM: error estándar de la media. [2] NS = P>0,100; a, b indica diferencias significativas paraun efecto en una columna.

Tabla 5. Efecto del sexo (HE = hembras enteras, MC = machos castrados) y del nivel de inclusión de oleico en la dieta (AA = alto, BA = medio, BB = bajo) sobre la calidad sensorial de la carne de cerdo.

		Intensidad de olor	Terneza	Jugosidad	Flavor	Acepta. general
HE	AA	4,9	4,2 bc	4,1	4,5 bc	4,3 bc
	BA	5,3	4,7 b	4,0	4,7 ac	4,4 b
	BB	5,3	5,8 a	4,8	5,3 a	5,4 a
MC	AA	5,0	4,3 b	4,3	5,2 ab	4,5 ab
	BA	5,2	3,1 c	3,1	4,2 c	3,4 c
	BB	5,1	4,0 bc	4,2	5,1 ab	4,0 bc
EEM[1]		0,21	0,34	0,26	0,22	0,26
P[2]	Sexo	NS	<0,050	NS	NS	<0,050
	Oleico	NS	<0,100	<0,050	<0,050	<0,100
	Interr.	NS	<0,050	NS	<0,050	<0,050

[1] EEM: error estándar de la media (n = 20). [2] NS = P>0,100; a, b indica diferencias significativas para una columna.

Tabla 4. Efecto del sexo (HE = hembras enteras, MC = machos castrados) y del nivel de inclusión de oleico en la dieta (AA = alto, BA = medio, BB = bajo) sobre las características físico-químicas de la carne.

		Pérdidas descongelación %	Pérdidas goteo %	Pérdidas cocinado %	L	a	b	Humedad %	Grasa %	Proteína %	Textura kp
Sexo	HE	7,4	1,2	27,0	50,27	4,70	11,17	73,5	2,8	24,2	7,24
	MC	7,9	1,0	26,9	49,65	5,41	11,24	73,3	2,9	24,2	7,34
Nivel de oleico	AA	8,3 x	1,1	27,1	50,62	5,05	11,35	73,5 a	3,1	23,8 a	7,41
	BA	8,0 x	1,0	26,8	50,41	5,01	11,28	72,9 b	2,9	24,8 b	7,64
	BB	6,7 y	1,3	26,9	48,85	5,11	10,99	73,8 a	2,6	23,9 a	6,82
EEM[1]	n = 15	0,37	0,18	0,86	1,14	0,28	0,18	0,12	0,18	0,17	0,37
	n = 10	0,45	0,27	1,05	1,40	0,34	0,22	0,15	0,22	0,21	0,45
P[2]	Sexo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Nivel oleico	<0,100	NS	NS	NS	NS	NS	<0,050	NS	<0,050	NS
	Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[1] EEM: error estándar de la media. [2] NS = P>0,100; a, b indican diferencias significativas (P<0,050); x, y indica tendencia (P<0,100) para un efecto en una columna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR, 1979. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España.

AOAC. 2000. Offic. Metds. of Analisys (17thed.). Assc. of Offic. Analytical Chemists. Arlington, VA, EE.UU.

Cava, R., Ruiz, J., López-Bote, C., Martín, L., García, C., Ventanas, J. y Antequera, T. 1997. Meat Sci., 45, 263-270.

FEDNA. 1999. Normas Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España.

Honickel, K.O. 1998. Meat Sci., 49, 447-457.

Ruiz, J. y López-Bote, C. 2002. Research Signpost (en prensa)

SAS Institute. 1990. SAS® User's Guide: Statistics. V. 6.12. SAS Institute. Cary, NC, EE.UU.

PREDICCIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO (PSE) SEGÚN LAS CONDICIONES DE MANEJO *ANTE MORTEM* Y EL GENOTIPO RYR1

Guàrdia, M.D.[1], Estany, J.[2], Balasch, S.[3], Oliver M.A.[1], Gispert, M.[1], Diestre, A.[1]

1. IRTA-Centro de Tecnología de la Carne, Granja Camps i Armet, E-17121 Monells,Girona.
2. UDL-Departamento de Producción Animal, Rovira Roure, 177, E-25198, Lleida.
3. UPV-Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicada y Calidad, Camino de Vera, E-46022, Valencia.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne de cerdo está directamente relacionada con el metabolismo muscular durante el periodo *ante mortem*, y está influenciada por factores genéticos y ambientales (Cassens *et al.*, 1975, Channon *et al.* 2000). El desarrollo anormal de proceso de caída del pH muscular después del sacrificio da lugar al defecto de calidad de carne conocido como PSE (*pale, soft and exudative*), el cual constituye un grave problema tanto para el consumo de la carne en fresco como para los procesos industriales de transformación.

El gen RYR1 (N,n) es el responsable de la sensibilidad genética al estrés en porcino. Así, los animales de genotipo nn tienen una gran predisposición a esta miopatía (Oliver *et al.*, 1988), aunque los cerdos portadores del gen RYR1 también la pueden desarrollar (García Macías *et al.*, 1996). Se ha observado que los cerdos genéticamente resistentes al estrés (NN) no están exentos de proporcionar carnes PSE. Diversos estudios muestran que un estrés agudo producido poco antes del sacrificio favorece la aparición de este defecto (Honkavaara, 1989) cuando el animal cuenta aún con reservas energéticas.

El objetivo de este estudio es determinar, en condiciones comerciales, el efecto de los factores de manejo *ante mortem* y del gen RYR1 en la incidencia de carne PSE a partir de una muestra representativa del mercado porcino español.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha evaluado la condición PSE de la carne a partir de medidas de conductividad eléctrica realizadas con el *Pork Quality Meter* (PQM-I-Inteck, Gmbh, Germany) en el músculo *semimembranossus* entre 1 y 2 h *post mortem* en 14.370 animales sacrificados en 5 mataderos comerciales españoles según se describe en Gispert *et al.* (2000). Las canales con valores de PQM>6 se clasificaron como severamente PSE, y las que presentaron valores 4<PQM≤ 6 como moderadamente PSE. La carne se consideró normal cuando el valor de PQM≤ 4 y el valor de $pH_{24} \leq 6$. La condición PSE se ha descrito como una variable respuesta ordinal con valores 1 (normal), 2 (moderado), 3 (severo) y los datos se han analizado según un modelo de regresión logística multinomial mediante el programa *Polychotomous Stepwise Logistic Regression* del paquete estadístico BMDP (Dixon, 1981). Las variables categóricas incluidas finalmente en el modelo fueron el matadero, el tipo de superficie del suelo del camión, el tipo de carga al camión, la estación, el sexo, y el genotipo RYR1 de los animales. Las variables independientes continuas incluidas en el mismo fueron el tiempo de ayuno en granja, el tiempo de carga, el tiempo de transporte, tiempo de espera en las cuadras del matadero, el área disponible durante el transporte y el porcentaje de magro. Se incluyó también la interacción tiempo de transporte x área disponible. El genotipo RYR1 de los cerdos se determinó en 1.331 muestras de sangre siguiendo el método descrito por Fuji *et al.* (1991).

La probabilidad de obtener carne severa y moderadamente PSE en la situación i se determinó mediante $P_i(y>2)$ y $[P_i(y>1) - P_i(y>2)]$, respectivamente. De forma complementaria, la probabilidad de obtener carne normal (no PSE) se calculó mediante la expresión $[1- P_i(y>1)]$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la probabilidad de obtener carne severamente PSE, moderadamente PSE y normal en función de les variables cualitativas incluidas en el modelo. La probabilidad de clasificar la carne como severamente PSE presenta valores muy variables según el matadero, llegando a doblarse entre algunos de ellos. Según los resultados obtenidos puede afirmarse que la superficie de poliéster presenta un efecto positivo en la reducción de este tipo de carne, que en verano el riesgo para las carnes severamente PSE es casi el doble que en invierno, que la presencia de machos enteros aumenta la probabilidad de incidencia de carne PSE y que la presencia del gen RYR1 en la especie porcina acentúa la problemática de la carne exudativa. Así, en la Tabla 1 se observa como los animales de genotipo nn presentan, aproximadamente, una probabilidad 4 veces superior a la de los animales NN y Nn de proporcionar carne severamente PSE. Según los resultados obtenidos, la probabilidad esperada de obtener carne PSE, a igualdad de condiciones de manejo, no es diferente entre los genotipos Nn i NN, contrariamente a los resultados aportados por los estudios realizados por García Macías *et al.* (1996) Velarde *et al.* (2001) y Fàbrega *et al.* (2002) pero coincidiendo con los aportados por Kocwin-Podsiadla *et al.* (1995). Asumiendo las frecuencias genotípicas aportadas por Gispert *et al.* (2000), eliminar los animales nn de la población porcina española representaría disminuir el riesgo de producción de carne severamente PSE entorno a un 6%.

Los resultados correspondientes a las variables cuantitativas permiten afirmar que se puede disminuir el riesgo de obtención de carne exudativa utilizando un período de ayuno en granja comprendido entre 12 y 18 h y limitando el tiempo de espera en el matadero a 3 h. En la Figura 1 se presentan los resultados correspondientes a la interacción entre el tiempo de transporte y el área disponible durante el mismo. En transportes de duración inferior a 3 h, la probabilidad de obtener carne exudativa es mayor en los animales transportados con disponibilidad de espacio respecto de los transportados a mayor densidad, mientras que en transportes superiores a 3 h son los animales que disponen de más espacio los que presentan un riego inferior. En transportes cortos y en condiciones de mezcla los animales prefieren viajar de pie o sentados para estar preparados para afrontar cualquier imprevisto así como posibles peleas, de manera que si se transportan a elevada densidad se restringe su actividad física y se mejora su bienestar y su posterior calidad de la carne. Contrariamente, después de 2-4 h de haberse iniciado el transporte los animales yacen descansando (Bradschaw *et al.*1995) porque ya se han adaptado al movimiento del vehículo y disminuyen el grado de tensión que muestran al inicio del transporte. En este caso, cuando los cerdos no disponen de área suficiente se producen cambios continuos de posición buscando espacio para poder descansar provocándose una fatiga adicional (Lambooij, 1988) a la del propio transporte, siendo la respuesta una peor calidad de la carne.

Mediante el modelo logístico estudiado se pueden simular estrategias de manejo que permiten ver la combinación de factores más favorable para optimizar el bienestar y la calidad de la carne y, en consecuencia, aumentar el rendimiento de la producción porcina española.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradshaw, R.H., Parott, R.F., Goode, J.A., Lloyd, D.M., Rodway, R.G. and Broom, D.M. 1995. EU-Seminar, June 1995, Masiensee.

Cassens, R.G., Marple, D.N. and Eikelenboom, G. 1975. Advances in Food Research, 21: 71.

Channon A., Payne, A.M. and Warner, R.D. 2000. Meat Science, 56: 291-299.

Dixon, W.J. 1981. BMDP Statistical Software. Los Angeles, University of California Press.

Fàbrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrión, D., Velarde, A., Ruiz-de-la-Torre, J.L. and Diestre, A. 2002. Animal Science (submitted).

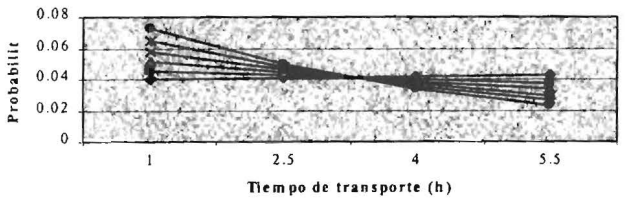
Fuji Fuji, J., Otsu, K., Zorzato, F., de León, S., Khanna, V.K., Weilwe, J., O'Brien, P.J., and Maclennan, D.H. 1991. Science, 253: 448-451.

García Macías, J.A., Gispert, M., Oliver, M.A., Diestre, A., Alonso, P., Muñoz Luna, A., Siggens, K., and Cuthbert-Heavens, D. 1996. Animal Science, 63: 487-496.
Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M. A , Guàrdia, M.D., Coll., C., Siggens, K., Harvey, K., Diestre, A. Meat Science, 2000, 55: 97-106.
Honkavaara, M. 1989. Journal of Agricultural Science in Finland, 61: 415-423.
Kocwin-Podsiadla *et al.* (1995). Kocwin-Podsiadla, M., Prybylski, W., Kuryl, J., Talmant, A. and Monin, G. 1995. Meat Science, 40: 121-125.
Lambooij, E. 1988. Animal Production, 46: 257-263.
Oliver, M.A., Gispert, M. and Diestre, A. 1988. Medicina Veterinaria, 1 (Vol.5): 45-49.
Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Alonso, P A., Manteca, X. and Diestre, A. 2001. Meat Science, 58: 313-319

Tabla 1. Probabilidad de obtener carne moderadamente PSE, severamente PSE y normal en función del matadero, tipo de suelo, estación, sexo y genotipo de los animales.

Factores		PSE		Normal
		Moderadamente	Severamente	
Matadero				
	A	35.90	3.46	60.64
	B	32.07	2.88	65.05
	C	49.05	6.44	44.51
	D	46.88	5.78	47.34
	E	36.49	3.55	59.96
Tipo de suelo				
	Poliester	39.45	4.08	56.47
	Aluminio	46.73	5.74	47.53
	Hierro	45.85	5.51	48.64
Tipo de carga				
	Rampa	47.05	5.83	47.12
	Ascensor	41.30	4.45	54.25
Estación				
	Verano	49.33	6.53	44.14
	Invierno	35.56	3.41	61.03
Sexo				
	Hembras	40.44	4.27	55.29
	Machos	42.91	4.79	52.30
Genotipo				
	nn	59.23	21.87	18.90
	Nn	39.67	5.01	55.32
	NN	39.38	4.93	55.69

Figura 1.- Probabilidad de obtener carne severamente PSE según el tiempo (h) y el área disponible (m^2/100 kg) durante el transporte.



ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 184-186

ESTUDIO DEL pH DE LA CANAL PORCINA EN RELACIÓN CON LA DISTANCIA DEL TRANSPORTE EN TRAYECTOS CORTOS

X. Averós; J.J. Valdelvira; J.M.R. Alvariño[1]; L.F. Gosálvez
Universidad de Lleida, Dep. Producción Animal-ETSEA, Av. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida
[1]Universidad Politécnica, Dep. Producción Animal-ETSIAM, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

El pH de las canales porcinas es un parámetro de gran importancia al determinar la calidad de la carne (Chizzolini et al., 1993; Garrido et al., 1994). En el periodo de tiempo que transcurre desde que los animales salen de la granja hasta el momento del sacrificio, se producen una serie de fenómenos físico-químicos en el músculo que afectan de forma directa tanto a los valores de pH, como a la evolución de éstos en el proceso de transformación en carne (Wesemeier, 1974). Procesos que están directamente relacionados con el estado corporal, de forma que cualquier fenómeno que altere la fisiología del animal puede tener un efecto directo sobre el pH y su evolución, y en consecuencia alterar la calidad final de la carne.

La alteración del estado corporal, y a su vez la alteración del pH, tiene su origen en causas genéticas (Oliver et al., 1993; Channon et al., 2000), en el manejo de los cerdos durante el periodo de tiempo previo al sacrificio, ya sea de forma directa a causa del ayuno o de un esfuerzo físico (Nedelniuc et al., 1974), o a otras causas que provoquen un estado de estrés al animal (Warriss et al., 1998). Particularmente el transporte a matadero, y algunos aspectos relacionados con éste, pueden afectar al bienestar de los animales y a la calidad de la carne (Lambooy y Engel, 1991).

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la influencia de la distancia del transporte a matadero sobre el pH de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

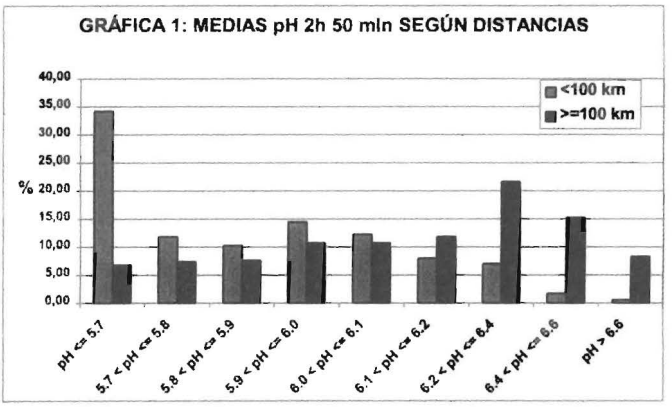
Se han estudiado 6 transportes de cerdos, desde la granja donde se llevó a cabo el engorde hasta un matadero industrial. Los animales, de genética industrial y con un peso vivo en torno a los 100 kg, fueron transportados previo ayuno de entre 12 y 16 horas. Los transportes se efectuaron con vehículos apropiados y conforme a la normativa vigente. El número de animales trasladados en cada transporte varió entre 140 y 240, y la distancia de transporte entre 10 y 150 km. Una vez en el matadero, los animales fueron descargados y alojados en corrales durante un tiempo variable entre 1 y 8 horas, hasta el momento del sacrificio. Posteriormente, las canales siguieron el proceso usual de faenado del matadero, realizándose las mediciones de pH a la salida del túnel de oreo de la cadena, a las 2 horas y 50 minutos. La medida del pH se realizó en el jamón de cada canal (músculo semimembranoso) de forma subjetiva utilizando un pH-metro modelo Ingenieurbüro R. Matthäus.

Para el tratamiento estadístico de los datos, se clasificaron los transportes en inferiores o superiores a 100 km. Para cada nivel de distancia, se clasificaron las canales según su pH, expresándolo en %. Los resultados se analizaron utilizando el test de Wilcoxon, utilizando el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la gráfica 1 pueden observarse las distribuciones del pH según las distancias de transporte. En ella se aprecia que cuando éstas son inferiores a 100 km los pH tienden a distribuirse con valores inferiores a los obtenidos con distancias superiores a los 100 km, con valores medios alrededor de 5.90 y 6.16 respectivamente.

Al realizar el test de Wilcoxon, en nuestras condiciones de trabajo, aparece una relación entre la distancia de transporte y el pH a las 2 horas 50 minutos, encontrándose diferencias significativas entre ambas distancias ($p< 0,001$). La mayor frecuencia se ha encontrado en el rango <=5.7 para distancias <100 Kms., y en el rango 6.2-6.4 para distancias >=100 Kms. Podría afirmarse, por lo tanto, que a medida que aumenta la distancia de transporte aumenta el pH de las canales a las 2 horas 50 minutos, similar a lo encontrado por Provaznik y Valenta (1994), aunque en el citado estudio las diferencias no resultaron significativas. Por otro lado, se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos pueden verse enmascarados por otros factores no estudiados, como la genética de los animales, las condiciones individuales con que ha tenido lugar cada transporte, y el período de descanso presacrificio. Por lo tanto puede afirmarse que, en nuestro caso, conforme aumenta la distancia de transporte el pH de las canales tiende a ser superior. Para las distancias cortas los pH obtenidos no parecen susceptibles de poder causar problemas de calidad en las canales. Dichos resultados, además, pueden no ser debidos únicamente a la distancia de transporte, sino que además pueden ser causados por otros factores no tenidos en cuenta en este trabajo.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Constantino Montañés como y la empresa Campocarne por la cesión de los datos utilizados en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

Channon, H.A., Payne, A.M., Warner, R.D. 2000. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. Meat-Science. 56: 3, 291-299.

Chizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Delbono, G., Rosa, P. 1993. Objective evaluation of pork quality: results of on-line measurements. Meat Science. 34: 1, 79-93.

Garrido, M.D., Banon, S., Pedauye, J., Laencina, J. 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. Meat Science. 37: 3, 421-428.

Lambooy, E., Engel, B. 1991. Transport of slaughter pigs by truck over a long distance: some aspects of loading density and ventilation. Livestock Production Science. 28: 2, 163-174.

Nedelniuc, V., Popescu, N., Stanescu, I., Badulescu, P. 1974. Effects of stress (fatigue), position when bled out, and electrical stunning on the quality of pig meat. Revista de Cresterea Animalelor. 24: 9, 75-84.

Provaznik, L., Valenta, V. 1994. The effect of transport and resting time of pigs before slaughter on meat quality. Zivocisna Vyroba. 39: 12, 1063-1072.

SAS Institute, (1999). SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 1993. The effects of breed and halothane sensitivity on pig meat quality. Meat Science. 35: 1, 105-118.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Gade, P.B., Santos, C., Costa, L.N., Lambooij, E., Geers, R. 1998. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. Meat Science. 49: 2, 137-144.

Wesemeier, H. 1974. Electron microscopy of skeletal muscle from unstressed and stressed slaughter pigs, a contribution to the aetiology and pathogenesis of pale, watery pork. Archiv fur Experimentelle Veterinarmedizin. 28: 3, 329-383.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 187-189

RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA DEL TRANSPORTE Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALES

X. Averós;J.J. Valdelvira; J.M.R. Alvariño[1]; L.F. Gosálvez
Universidad de Lleida, Dep. Producción Animal-ETSEA, Av. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida
[1]Universidad Politécnica, Dep. Producción Animal-ETSIAM, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

La caracterización de las canales es una variable de gran importancia desde un punto de vista económico, ya que de ella dependen en gran medida las ganancias obtenidas por el sector de la producción de carne. Diferentes estudios han analizado el efecto de diversos factores de la producción zootécnica hasta el momento del sacrificio, sobre las características y composición de las canales de las diferentes especies productivas (Jones et al. 1988; Rundgren et al., 1990; Schaefer et al., 1990; Stalder et al., 1998; Gispert et al., 2000). Dichos factores pueden afectar en mayor o menor medida la calidad de la canal, viéndose repercutida de forma negativa su valoración.

En este sentido, un factor a tener en cuenta es el efecto de la distancia de traslado de los animales al matadero, que puede afectar de forma negativa al rendimiento de la canal (Jones et al., 1988; Warriss et al., 1990), al valor de pH de la carne (Von Wenzlawowicz, et al., 1996) o a la aparición de canales PSE (Gispert et al., 2000).

En este trabajo se ha estudiado la influencia de la distancia del transporte a matadero sobre las características de las canales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 6 transportes de cerdos, de genética industrial y con un peso vivo en torno a los 100 kg, desde la granja donde se cebaron hasta el matadero, previo ayuno de entre 12 y 16 horas. El número de animales trasladados, mediante vehículos comerciales adecuados y conforme a la normativa vigente, varió entre 140 y 240; la distancia de transporte varió entre 10 y 150 km. Una vez en el matadero los animales se descargaron y alojaron en corrales entre 1 y 8 horas, hasta el sacrificio. Las canales siguieron el faenado usual del matadero. La variable estudiada fue la clasificación de las canales, realizada en función de las características de conformación en jamón, paleta y lomo, y de espesor de grasa dorsal.

Para el análisis estadístico de los datos, se realizó una clasificación de los transportes en dos niveles, inferior (D1) o superior (D2) a los 100 km. Para cada nivel de distancia las canales fueron ordenadas, según su conformación y espesor graso dorsal, en categoría Extra, Primera A (IA), Primera B (IB), Segunda A (IIA), Segunda B (IIB), Tercera A (IIIA), Tercera B (IIIB), Cuarta A (IVA), Cuarta B (IVB), y Resto, expresando el resultado en %. Los resultados se analizaron estadísticamente, buscando correlaciones entre clasificaciones y entre distancias; se realizó el test t para encontrar diferencias significativas entre los niveles de clasificación de las canales, así como el test de Wilcoxon con el fin de hallar diferencias significativas entre distancias, para cada grupo de clasificación, con el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra, para todos los transportes realizados, la media y el error estándar de cada grupo de clasificación. Puede verse que la mayoría de canales quedaron dentro de los grupos IA y IIA, con el 46.3% y el 33.3% del total respectivamente, no hallándose diferencias significativas entre ellos ($p>0.05$). Si se encontraron diferencias significativas entre estos dos niveles y el resto ($p<0.001$), siendo el número de canales dentro de los grupos restantes muy inferior a dichos valores.

	Media (%)	Error Estándar (%)
Extra	2.5	±0.8
IA	46.3	±3.2
IB	4.8	±1.4
IIA	33.3	±3.6
IIB	1.2	±0.7
IIIA	7.5	±1.5
IIIB	0.3	±0.2
IVA	1.6	±0.5
IVB	0.2	±0.1
Resto	2.3	±0.8

Tabla 1: Media y error estándar de las canales según la clasificación en matadero.

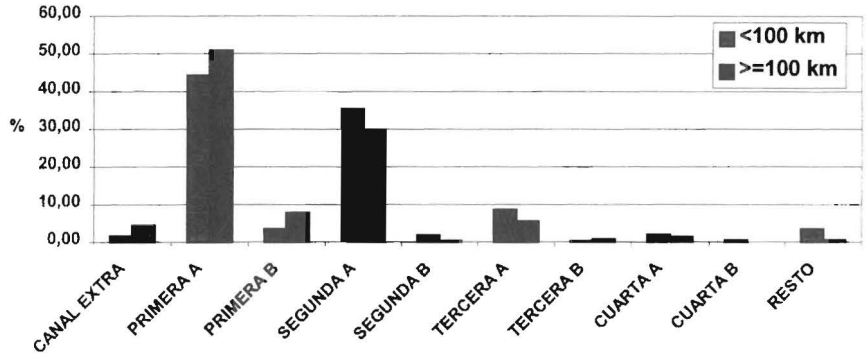
Al estudiar las correlaciones entre el % de canales de cada grupo de clasificación se observa una correlación significativa de 0,98 ($p<0,001$) entre D1 y D2. Este resultado sugiere que las tendencias con que se distribuyen las clasificaciones para las distancias estudiadas son muy similares; por lo tanto puede afirmarse que las distancias estudiadas no afectan a la clasificación de las canales. El test de Wilcoxon confirma dicha afirmación, no hallando diferencias significativas entre distancias ($p>0.05$) para las distintas clasificaciones. Este resultado parece contradecir lo obtenido por Warriss et al. (1990), quienes encuentran que tiempos largos de transporte perjudican el rendimiento de la canal, aunque dichos tiempos de transporte, y por tanto las distancias, son más elevados que en nuestro caso, y en consecuencia quizás no son comparables.

En la Gráfica 1 puede observarse la distribución de las clasificaciones según la distancia de transporte. La mayoría de las canales se clasificaron como IA y IIA en D1 (44,13% y 35,3% respectivamente) y en D2 (50,7% y 29,45% respectivamente).

Estos resultados sugieren que, en las distancias de transporte estudiadas, los cerdos no se ven obligados a movilizar sus reservas corporales, por lo que no existen variaciones en la conformación muscular ni en el porcentaje graso de las canales.

Además, dentro de cada nivel del factor distancia, se mantienen las diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$) entre los porcentajes mayoritarios y el resto. Esto puede ser debido a la demanda, por parte de los mataderos industriales, de homogeneidad en las canales a causa de las imposiciones del mercado, hecho por el que predominan determinados tipos de canal frente a otros.

Gráfica 1: Valores medios de canales (%) en cada nivel de clasificación según la distancia de transporte.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Constantino Montañés como y la empresa Campocarne por la cesión de los datos utilizados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M.A., Guardia, M.D., Coll, C., Siggens, K., Harvey, K., Diestre, A. 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. Meat Science. 55: 1, 97-106.

Jones, S.D.M., Schaefer, A.L., Tong, A.K.W., Vincent, B.C. 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Body component changes, carcass composition and meat quality. Livestock Production Science. 20: 1, 25-35.

Rundgren, M., Lundstrom, K., Edfors Lilja, I. 1990. A within-litter comparison of the three halothane genotypes. 2. Performance, carcass quality, organ development and long-term effects of transportation and amperozide. Livestock Production Science, 26: 3, 231-243.

SAS Institute, (1999). SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Schaefer, A.L., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W., Young, B.A. 1990. Effects of transport and electrolyte supplementation on ion concentrations, carcass yield and quality in bulls. Can. J. Anim. Sci. 70: 1, 107-119.

Stalder, K.J., Maya, J., Christian, L.L., Moeller, S.J., Prusa, K.J. 1998. Effects of preslaughter management on the quality of carcasses from porcine stress syndrome heterozygous market hogs. J. Anim. Sci. 76: 9, 2435-2443.

Von Wenzlawowicz, M., Von Holleben, K., Von Mickwitz, G. 1996. Meat quality in pigs. Investigations regarding stress, carcass weight and percentage of lean meat. Fleischwirtschaft. 76: 3, 301-307.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Bevis, E.A., Kestin, S.C. 1990. The influence of pre-slaughter transport and lairage on meat quality in pigs of two genotypes. Animal Production. 50: 1, 165-172.

INFLUENCIA DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CORRECTOR VITAMÍNICO-MINERAL SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDO GRASO

E. Gómez[1], M. Cortés[2], J. Sánchez[2], M. Nieto[3] y M.I. Gracia[2]
[1]Centro de Pruebas de Porcino de la Junta de Castilla y León, 40353 Hontalbilla, Segovia.
[2]Imasde Agropecuaria, S. L. C/ Isabel Colbrand 10, local 90, 28050 Madrid.
[3]COPESE, S.A., 40300 Sepúlveda, Segovia.

INTRODUCCIÓN

Los cerdos consumen aproximadamente un tercio del pienso total en las últimas cuatro semanas (NRC, 1998), por lo que las estrategias encaminadas a la reducción de costes en este periodo tienen un alto impacto económico. Este aspecto es especialmente importante en cerdos sacrificados a pesos elevados dado que los consumos diarios en la última fase son elevados y son necesarias menores concentraciones de nutrientes para satisfacer la necesidades diarias. Diversos estudios han evaluado el efecto de retirar el corrector vitamínico mineral (CVM) durante la última fase de cebo sin encontrarse efectos negativos sobre la productividad o calidad de la canal (Kim et al., 1997; Mavromichalis et al., 1999). Sin embargo Edmonds y Arentson (2001) observaron resultados similares, aunque con un descenso del contenido de vitamina E y de Cu en la carne. Una alternativa a esta práctica que podría reducir costes y la contaminación ambiental es utilizar menores niveles de CVM durante un periodo más largo, aunque su impacto en la productividad y en la calidad de la canal debe ser evaluado. Asimismo, la variabilidad encontrada por Fraga y Villamide (2000) en la riqueza de los CVM en España revela la posibilidad de ajustar más los niveles a las necesidades animales.

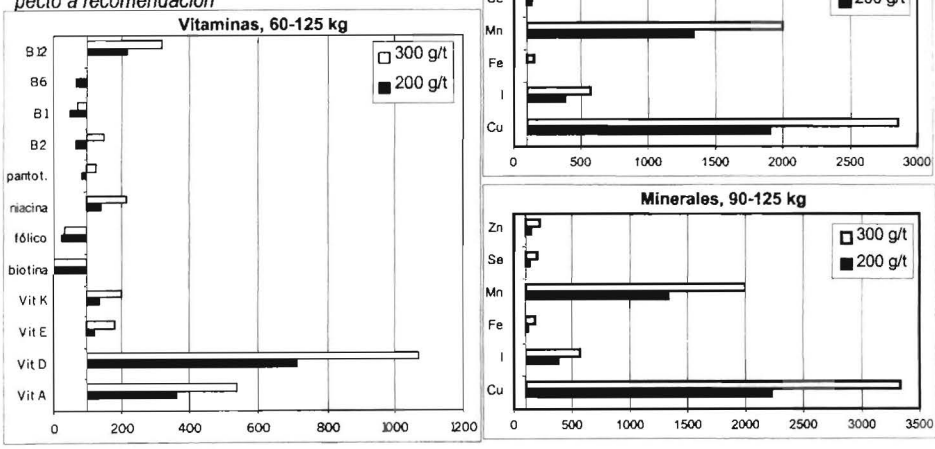
El objetivo de este ensayo fue evaluar la influencia de la inclusión de diferentes niveles de corrector en la fase de cebo sobre la productividad y la calidad de la canal del cerdo graso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales: Se utilizaron 192 cerdos Pietrain*Large White x Landrace*Large White, mitad machos castrados y mitad hembras enteras, de 63,3 ± 13,9 kg.

Diseño experimental: Al azar con cuatro tratamientos ordenados factorialmente con dos niveles de CVM (200 vs 300 g/t) y dos sexos (machos castrados vs hembras enteras). Los niveles de vitaminas y minerales aportados con los dos niveles de CVM utilizado aparecen representados en la figura 1 como porcentaje de los niveles recomendados por el NRC (1998) para cerdos de estas edades.

Figura 1. Aporte vitamínico-mineral de los tratamientos experimentales respecto a las recomendaciones del NRC (1998) en función del nivel de corrector, % respecto a recomendación



Dietas experimentales: Hubo dos dietas para cada tratamiento experimental, una de 60 a 90 kg y otra de 90 kg hasta el sacrificio a los 125 kg aproximadamente. Las dietas se presentaron en forma de gránulo y todos los grupos recibieron su respectiva dieta experimental *ad libitum*. La composición y análisis calculado de las dietas se presenta en la Tabla 1. Se determinó proteína bruta, extracto etéreo, fibra

bruta, humedad y cenizas siguiendo los procedimientos 984.13, 920.39, 962.39, 930.15 y 942.05 descritos por la AOAC (2000).

Controles: Peso y consumo de pienso mensual por réplica. Al final del periodo experimental se sacrificaron todos los animales registrándose el rendimiento de la canal. A los 45 minutos *post-mortem* se midieron en la media canal izquierda el espesor de grasa dorsal (P2), entre la 3ª y la 4ª últimas costillas, y el espesor de grasa del *Gluteus medius* en la parte de menor espesor graso de dicho músculo, mediante cinta métrica. A las 48 horas *post-mortem* se calculó el rendimiento de los jamones tras el perfilado, el corte de la piel en forma de "V" y la retirada del hueso del puente.

Análisis de datos: Los datos fueron analizados como un modelo al azar por el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 1990). El modelo incluyó el nivel de CVM, el sexo y su interacción como efectos principales. Para los datos de productividad y de calidad de la canal se introdujeron, respectivamente, el peso inicial o de la canal como covariable. Los datos se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados.

Tabla 1. Composición y valor nutricional de las dietas experimentales[1]

Periodo	**60 - 90 kg**		**90 - 125 kg**	
Tratamiento	**1 y 3**	**2 y 4**	**1 y 3**	**2 y 4**
Ingredientes, %				
Cebada	52,1	52,0	65,1	65,0
Trigo	28,0	28,0	15,0	15,0
Soja 47 % PB	10,0	10,0	9,3	9,3
Otros[2]	9,7	9,7	10,4	10,4
Corrector[3]	0,2	0,3	0,2	0,3
Análisis calculado[4]				
Energía Neta, kcal/kg	2.436	2.436	2.405	2.405
Proteína bruta, %	14,20	14,20	13,80	13,80
Extracto etéreo, %	6,70	6,70	6,80	6,80
Fibra bruta, %	4,35	4,34	4,84	4,80
Lisina, %	0,68	0,68	0,65	0,65
Fósforo disponible, %	0,30	0,30	0,27	0,27
Calcio, %	0,68	0,68	0,63	0,63
Sodio, %	0,21	0,21	0,20	0,20
Análisis químico				
Humedad, %	8,68	8,71	8,36	8,22
Cenizas, %	4,19	4,20	4,57	4,58
Proteína bruta, %	14,54	14,32	13,90	14,00
Extracto etéreo, %	7,05	7,12	6,76	7,32
Fibra bruta, %	4,20	4,40	4,78	4,58

[1] Cubren o exceden las recomendaciones del NRC (1998) para cerdos de estas edades excepto para algunas vitaminas (Figura 1).

[2] Grasa animal, melaza, carbonato cálcico, fosfato bicálcico, cloruro sódico, L-Lisina, DL-Metionina, L-Treonina, colina y fitasas.

[3] Suministraba por kg de dieta: **T1** y **T3** (vit. A, 4.667 UI; vit. D_3, 1.067 UI; vit. E, 13,3 mg; vit. K, 0,67 mg; tiamina, 0,47 mg; riboflavina, 1,33 mg; piridoxina, 0,67 mg; vit. B_{12}, 10,7 µg; niacina, 10 mg; ácido pantoténico, 6 mg; ácido fólico, 0,07 mg; Fe, 50 mg; Cu, 66,7 mg; Zn, 73,3 mg; Mn, 26,7 mg; Co, 0,07 mg; Se, 0,2 mg; I, 0,53 mg); **T2** y **T4** (vit. A, 7.000 UI; vit. D_3, 1.600 UI; vit. E, 20 mg; vit. K, 1 mg; tiamina, 0,7 mg; riboflavina, 3 mg; piridoxina, 1,0 mg; vit. B_{12}, 16 µg; niacina, 15 mg; ácido pantoténico, 9 mg; ácido fólico, 0,1 mg; Fe, 75 mg; Cu, 100 mg; Zn, 110 mg; Mn, 40 mg; Co, 0,1 mg; Se, 0,3 mg; I, 0,8 mg).

[4] FEDNA (1999).

RESULTADOS

El efecto del tratamiento sobre la productividad se muestra en la tabla 2. El nivel de CVM no afectó a la productividad de los cerdos, obteniéndose crecimientos y conversiones similares para ambos niveles de inclusión (988 vs 980 g/d para ganancia de peso y 2,90 vs 2,90 kg/kg para conversión alimenticia, para 200 y 300 g/t de CVM, respectivamente; P>0,10). Los machos castrados alcanzaron mayores pesos que las hembras enteras tanto a los 31 (94,9 vs 91,6 kg; P<0,001) como a los 66 d de prueba (130,7 vs 125,8 kg; P=0,003) fruto de un mayor crecimiento diario (1,021 vs 0,947 kg/d; P=0,003). Asimismo, los machos castrados comieron más que las hembras enteras para el conjunto del periodo experimental (3,01 vs 2,70 kg/d; P=0,003).

El efecto del tratamiento sobre la calidad de la canal se muestra en la tabla 3. Ni el nivel de CVM ni el sexo de los animales afectaron al rendimiento de la canal. Sin embargo, los machos castrados presentaron mayor espesor graso a nivel dorsal (32,8 vs 29,4 mm; P<0,001) y a nivel del *Gluteus medius* (23,8 vs 22,3 mm; P=0,044) que las hembras enteras y estas tendieron a presentar un mayor rendimiento de los jamones que los machos castrados (26,2 vs 26,0 %; P=0,069). Asimismo, los animales alimentados con el menor nivel de CVM mostraron un mayor espesor graso a nivel del *Gluteus medius* (23,8 vs 22,4 mm; P=0,048).

Se concluye que la disminución en 100 g/t del nivel de CVM utilizado durante esta fase no afectó a la productividad de los animales o a la calidad de la canal, aunque sí disminuyó en espesor graso a nivel del *Gluteus medius*. Además, los machos castrados crecieron y consumieron más y depositaron más grasa que las hembras enteras durante el periodo de cebo.

Tabla 2. Efecto del nivel de corrector vitamínico-mineral (CVM) y del sexo sobre el peso vivo (PV) la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD) y el índice de transformación (IT)

	Sexo	Machos castrados		Hembras enteras						
	CVM, g/t	200	300	200	300					
Período, d prueba	**Parámetro**	***Tratamiento***				***EEM*[1]**		***Significación*[2]**		
		1	***2***	***3***	***4***	***n=12***	***n=24***	***A***	***B***	***C***
31	PV, kg	95,4	94,4	92,0	91,2	0,90	0,64	0,001	NS[3]	NS
66		131,3	130,1	125,8	125,8	1,47	1,04	0,003	NS	NS
0-31	GMD, kg	1,034	1,001	0,926	0,899	0,029	0,021	0,001	NS	NS
	CMD, kg	2,814	2,708	2,514	2,435	0,076	0,054	0,001	NS	NS
	IT, kg/kg	2,72	2,72	2,72	2,71	0,067	0,047	NS	NS	NS
31-66	GMD, kg	1,026	1,022	0,965	0,990	0,034	0,024	NS	NS	NS
	CMD, kg	3,253	3,213	2,826	2,966	0,099	0,070	0,002	NS	NS
	IT, kg/kg	3,21	3,15	2,96	3,01	0,114	0,081	NS	NS	NS
0-66	GMD, kg	1,029	1,012	0,946	0,947	0,022	0,016	0,003	NS	NS
	CMD, kg	3,047	2,976	2,679	2,717	0,075	0,053	0,003	NS	NS
	IT, kg/kg	2,96	2,94	2,83	2,87	0,060	0,043	NS	NS	NS

[1]EEM: error estándar de la media
[2]A: Machos castrados *vs* Hembras enteras; B: 200 *vs* 300 g/t corrector vitamínico-mineral; C: Interacción
[3]NS= P>0,10

Tabla 3. Efecto del nivel de corrector vitamínico-mineral (CVM) y del sexo sobre el rendimiento a la canal, el espesor graso y el rendimiento de los jamones

	Sexo	Machos castrados		Hembras enteras						
	CVM, g/t	200	300	200	300					
Parámetro		***Tratamiento***				***EEM*[1]**		***Significación*[2]**		
		1	***2***	***3***	***4***	***n=48***	***n=96***	***A***	***B***	***C***
Rendimiento canal, %		77,1	77,1	77,5	77,3	0,35	0,24	NS	NS	NS
Espesor graso, mm	P2	32,7	32,9	29,5	29,3	0,82	0,58	0,001	NS	NS
	Gluteus	24,6	23,1	22,9	21,7	0,62	0,44	0,044	0,048	NS
Rendimiento jamones, %		26,0	25,9	26,1	26,4	0,12	0,09	0,069	NS	NS

[1]EEM: error estándar de la media
[2]A: Machos castrados *vs* Hembras enteras; B: 200 *vs* 300 g/t corrector vitamínico-mineral; C: Interacción
[3]NS= P>0,10

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. 2000. Oficial Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, EE.UU.

Edmonds, M. S y B. E. Arentson. 2001. J. Anim. Sci. 79: 141-147.

FEDNA. 1999. Normas de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal para la formulación de piensos compuestos. C. de Blas, P. García y G. G. Mateos (eds.). FEDNA. Madrid, España.

Fraga, M. J. Y M. J. Villamide. 2000. Pig News and Information 21: 67N-72N.

Kim, I. H., J. D. Hancock, D. H. Kropf, R. H. Hines, J. H. Lee, J. S. Park, S. L. Johnston y P. Sorrell. 1997. J. Anim. Sci. (Suppl. 1): 63.

Mavromichalis, I., J. D. Hancock, I. H. Kim, B. W. Senne, D. H. Kropf, G. A. Kennedy, R. H. Hines y K. C. Behnke. 1999. J. Anim. Sci. 77: 2700-2708.

NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th rev ed. National Academic Press. Washington DC, EE.UU.

SAS Institute. 1990. SAS® User's Guide: Statistics. V. 6.12. SAS Institute. Cary, NC, EE.UU.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO Y COMPOSICIÓN DE LA GRASA INTRAMUSCULAR A PARTIR DE UNA BIOPSIA EN PORCINO

Bosch, L. [1], Tor, M. [2], Villalba, D. [2], Puigvert, X. [1], Estany, J. [2]

(1) UdG – Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària, Avda. Lluís Santaló s/n, 17071 Girona
(2) UdL- Departament de Producció Animal, Rovira Roure 191, 25198 Lleida

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe un gran interés en poder determinar la calidad de la carne en vivo, particularmente con vistas a su aplicación en los programas de mejora genética. En el caso del porcino, se ha estimado que con los valores fenotípicos de los animales candidatos a la selección se aumentaría hasta un 30% el progreso genético en los caracteres de calidad con respecto a la selección basada en datos de los parientes sacrificados (Danske Slagterier, 1999). En el mercado de curados, el contenido de grasa intramuscular (GIM) es probablemente el carácter de calidad de mayor relevancia, lo que ha llevado a que en la actualidad se estén desarrollando distintas alternativas para su predicción en animal vivo. La posibilidad más inmediata es hacerlo a partir de una biopsia (Villé et al.1997; Baas et al.1998; Sánchez et al. 2002). El objetivo del presente trabajo es presentar un método de determinación del contenido y la composición de la GIM en porcino a partir de una biopsia, que resulta fiable, a la vez que práctico de realizar.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha llevado a cabo mediante dos experimentos. El primer experimento, en el que se utilizaron cinco lomos de cerdos Duroc y tres de Pietrain, se diseño con el fin de poner a punto tanto el equipo de toma de las biopsias como la metodología posterior de análisis químico. Se realizaron entre tres y cinco biopsias por lomo, según localización (punto inserción última costilla; a 5 y 10 cm en sentido caudal; y a 5 y 10 cm en sentido craneal) y diámetro de la cánula (7 y 8 mm). El segundo experimento se diseñó para comprobar la practicabilidad del método en vivo. Para ello se eligieron al azar 45 cerdos cruzados de un lote de 140, a los cuales se les extrajo una biopsia a los 140 y otra a los 150 días de edad. Aproximadamente la mitad de ellos fueron anestesiados totalmente antes de la extracción de la biopsia. Todas las biopsias se tomaron con un equipo tipo '*Spring loaded biopsy*" (PPB-U, Biotech, Nitra, Eslovaquia), en el que se varió únicamente el tamaño de cánula. Se controló el consumo de todos los animales del lote entre los 140 días y el sacrificio (167 d), con el fin de comprobar el efecto de la toma de la biopsia en el comportamiento de los animales. Se inspeccionaron las canales para observar las eventuales secuelas que hubiera podido ocasionar la realización de las biopsias en el lomo.

Una vez extraída la biopsia, se procedió a la separación del tejido adiposo subcutáneo y del músculo. Cada fracción se envasó en un vial diferente y se congeló en nitrógeno líquido, conservándose posteriormente hasta su análisis en congelador a –80ºC. El contenido de GIM de los lomos del primer

experimento se determinó sobre una muestra homogeneizada, por duplicado y mediante dos metodologías: por el método Soxhlet (S), 960.39 del AOAC (2000), considerado como método de referencia, y a partir de la determinación cuantitativa de los ácidos grasos, que se realizó por cromatografía gaseosa (CG) en columna capilar, previa esterificación metílica directa sobre el tejido (Rule, 1997). Los ácidos grasos se cuantificaron utilizando como patrón interno el triglicérido del ácido pentadecanoico (C15:0), al no hallarse éste presente en las muestras de carne analizadas. La determinación de la GIM en las biopsias se realizó por duplicado y únicamente por el método CG.

Con los datos del primer experimento se obtuvo la repetibilidad de cada método de determinación de la GIM y la correlación entre métodos. La repetibilidad se estimó como el cociente entre la varianza entre muestras y la varianza total. Para ello se utilizó un modelo en el que se incluyeron el genotipo, la localización y el diámetro de cánula como efectos fijos, y la muestra y el residual como aleatorios. Los datos del segundo experimento se utilizaron para estimar la repetibilidad de la determinación de la GIM en vivo y la correlación entre el resultado de las biopsias obtenidas a edades distintas (140 *vs* 150). La repetibilidad de la determinación en vivo se realizó de igual modo que el descrito en el primer experimento, pero en este caso los efectos fijos fueron tipo genético y sexo. Las componentes de varianza se estimaron mediante el método REML implementado en el procedimiento MIXED del SAS (1999)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación del contenido de GIM por el método S y otros similares que fueron ensayados sólo fue posible realizarla con muestras de tamaño superior a 400 mg, mientras que el método CG pudo aplicarse a muestras de hasta 25 mg. Dado que el tamaño de las muestras obtenidas por biopsia oscila entre 100 y 400 mg, el contenido de GIM a partir de una biopsia se realizó únicamente por el método CG. La repetibilidad del método CG en biopsia fue alta (0.95), sólo ligeramente inferior a la obtenida con el método S en lomo homogeneizado (0.99). La correlación observada entre métodos también fue alta: 0.95 entre el método S y CG en lomo, y 0.89 entre el método S en lomo y el método CG en biopsia, valor éste último superior al obtenido por Baas (1998), que tan sólo fue de 0.39. El método CG, no obstante, tendió a infraestimar el contenido de GIM con relación al método S, probablemente por no tener en cuenta para estimarlo todo el perfil de ácidos grasos completo. Por el contrario, el método CG permite determinar la composición de la grasa intramuscular, lo que puede resultar de interés para determinados estudios. La correlación obtenida en el presente trabajo es suficientemente elevada como para permitir la determinación de la GIM a partir de biopsias. Con relación a los efectos del genotipo, localización y diámetro de cánula, sólo se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) en el caso del genotipo.

Por lo que se refiere a la prueba realizada en animal vivo, no se apreciaron diferencias relevantes, ni en consumo ni en comportamiento, entre los animales control y los que fueron sometidos a biopsia, así como entre los anestesiados de los que no lo fueron, a excepción del estrés momentáneo producido durante la extracción de la biopsia o la aplicación del anestésico. Esta

observación coincidiría con lo apuntado por los diseñadores del equipo (Kovac, comunicación personal). Por otra parte, tampoco se observaron daños que afecten a la valoración de la canal sobre el punto de realización de la biopsia. Las repetibilidad de la determinación del contenido de GIM en vivo fue 0.92, tanto para la biopsia practicada a los 140 como a los 150 días de edad, valor similar al obtenido en la primera prueba sobre lomo. La correlación entre el contenido de GIM entre la biopsia realizada a los 140 días de edad y la obtenida a los 150 días fue algo menor (0.80; Figura 1), lo que indicaría que la edad a la que se toma la biopsia puede ser un factor relevante a efectos de predecir el contenido de GIM a la edad de sacrificio.

De los resultados obtenidos se concluye que es posible determinar el contenido de grasa intramuscular a partir de una biopsia en vivo, sin que ello afecte sensiblemente al animal ni ocasione mermas económicas en la canal, al menos cuando la biopsia se practica quince días antes del sacrificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC International. 2000. Gaithersburg, MD, USA.

Baas, T.J., L.L. Christian y G.H. Rouse. 1998. Department of Animal Science. Iowa State University.

Danske Slagterier. 1999. Denmark. Annual Report 1998.

Rule, D. C. 1997. Meat Science, 46:23.

Sánchez, M. P., P. Le Roy, H. Griffon, J.C. Caritez, X. Fernandez, C. Legault y G. Gandemer. 2002a. In: Journées de la Recherche Porcine, 34:39.

SAS Institute, Inc. 1999. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Villé, H., R. Rombouts, P. V. Hecke, S. Perremans, G. Maes, G. Spincemaille y R. Geers. 1997. Journal of Animal Science. 75:2942

Agradecimientos

Trabajo financiado por la CICYT (proyecto AGL-2001-0648). A la empresa GESCASER, S.A. por la cesión de los animales.

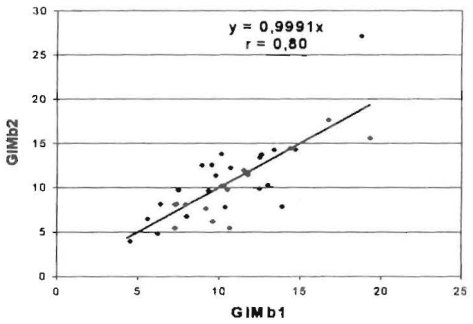


Figura 1. Regresión del contenido de grasa intramuscular en la biopsia a los 150 días (GIMb2) sobre el obtenido en la realizada a los 140 días (GIMb1) de edad.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 196-198

INFLUENCIA DE LA REDUCCIÓN DEL APORTE DE PIENSO DURANTE EL PERIODO DE CRECIMIENTO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS DEL CEBO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CERDOS PESADOS

A. Daza [2], C.J. López-Bote[1], I. Rodríguez[1], I .Ovejero[2]
1. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. U . C . M
2. Departamento de Producción Animal. E .T.S.I.A
Ciudad Universitaria .28040 . Madrid

INTRODUCCIÓN

Restricciones moderadas de pienso durante la fase de crecimiento de cerdos de cebo generan incrementos del consumo de alimento y del crecimiento diario durante el periodo de acabado que pueden traducirse en mejoras de los índices productivos finales del cebo (Donker et al, 1986; Daza et al, 2003). Entendemos que los experimentos sobre crecimiento compensatorio, realizados con cerdos de cebo, siguen teniendo interés dada la gran incidencia económica de la alimentación sobre el coste final del kg de canal y la heterogeneidad de resultados obtenidos según experimento.
En este trabajo se estudia el efecto de una restricción moderada de pienso, aplicada durante el periodo de crecimiento, sobre los resultados productivos finales y la calidad de la canal de cerdos de cebo pesados cuya fase de acabado coincidió con el verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 100 cerdos machos castrados Large White x (Large White x Landrace) con el mismo origen genético y un peso medio inicial de 34,5 kg. El diseño experimental observó dos tratamientos: restricción al 75% del consumo "ad libitum" durante los primeros 36 días experimentales (tratamiento R) frente a no restricción (tratamiento A.L) durante dicho periodo. Cada tratamiento incluyó cinco réplicas con 10 cerdos por réplica que se distribuyeron al azar en una nave experimental de la E.T.S.I.A de Madrid en la que se registraron diariamente las temperaturas máximas y mínimas. Concluida la fase inicial de 36 días todos los cerdos recibieron alimentación "ad libitum". El pienso único empleado contenía 3183 kcal de E.M/ kg (composición calculada), el 16,98% de proteína bruta y el 1,29% de lisina (A.O.A.C, 1990).
Los cerdos se pesaron los días 0 (inicial), 36 y 100 (final) del experimento, y se controló el consumo de pienso por réplica. Mediante un ecógrafo de ultrasonidos con pantalla incorporada se determinaron, al final del periodo de restricción y al final del experimento, las áreas de lomo y de grasa a nivel de la última costilla.
Los datos obtenidos se estudiaron mediante análisis de covarianza con el tratamiento como efecto fijo y las covariables peso inicial de los cerdos para la ganancia diaria, el peso inicial medio de las réplicas para el consumo de pienso e índice de transformación del alimento y el peso final de los cerdos para las características de la canal. Los análisis se realizaron utilizando el procedimiento G.L.M del paquete estadístico S.A.S (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede inferirse de los resultados reflejados en la Tabla 1, adoptando una restricción de pienso del 75% del consumo "ad libitum" durante la fase de crecimiento, se reduce significativamente la ganancia media diaria de los cerdos en dicho periodo, pero no se afecta significativamente al índice de transformación del alimento respecto a los cerdos alimentados

"ad libitum" (Critser et al, 1995; Daza et al, 2003). Al final del periodo de restricción las superficies del lomo y de la grasa ,a nivel de la decimocuarta costilla, fueron inferiores en los cerdos R que recibieron alimentación restringida que en los alimentados "ad libitum" A.L (Campbell et al, 1983), tendiendo a ser superior la relación área del lomo / área de grasa ($P<0,1$) en los cerdos restringidos R.

Durante el periodo de realimentación (postrestricción), desde el día 36 del experimento hasta el día anterior al sacrificio (día 100 del experimento), los cerdos R consumieron significativamente más pienso y superaron en crecimiento diario a los A.L obteniendo los cerdos R y A.L un índice de transformación del pienso estadísticamente similar. En esta fase los cerdos R ganaron más superficie de lomo y de grasa que los A.L (35 vs 30 mm / día y 20,7 vs 16,4 mm / día respectivamente $P< 0,05$).

Sin embargo, cuando se estudia el periodo total de cebo (0- 100 días) los cerdos R no compensaron totalmente, durante la fase de realimentación, la pérdida de crecimiento que sufrieron durante el periodo de restricción a pesar de haber consumido más pienso durante la fase de postrestricción (acabado) de manera que, en el periodo total de cebo, la ganancia media diaria final fue significativamente inferior en los cerdos R que en los A.L, y no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas según tratamiento en las variables índice de transformación del alimento y áreas de lomo y de grasa (Critser et al ,1995) aunque el consumo medio diario de pienso fue significativamente inferior en los cerdos R que en los A.L.

La compensación total de crecimiento, con niveles iniciales de restricción moderados, parece lograrse cuando la diferencia de consumo en la fase de realimentación entre cerdos R y A.L es igual o mayor al 10% (Donker et al, 1986 ; Daza et al, 2003) y en tal diferencia pueden influir factores como la capacidad de ingestión de los cerdos y el régimen térmico. En nuestro experimento la temperatura media elevada registrada durante el periodo de postrestricción (27° C), al reducir la ingestión de alimento, pudo ser la responsable de que no se alcanzara la compensación total al generarse una diferencia de consumo medio diario entre los cerdos R y A .L tan sólo del 7,5%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. 1990 . Official methods of analysis . Arlington . V.A.

CAMPBELL , D. J ; TAVERNER , M. R ; CURIC , D. M . 1983 . Livestok Production Science . 10 : 265-272

CRITSER , D. J ; MILLER , P . S ; LEWIS , A. J . 1995 . Journal of Animal Science , 73 :3376-3383

DAZA , A ; RODRÍGUEZ , I ; OVEJERO , I ; LÓPEZ- BOTE , C . 2003 . Investigación Agraria . Producción y Sanidad Animales (enviado)

DONKER , R. A ; DEN HARTOG , L . A ; BRASCAMP , E . W ; MERKS , J .W . M ; NOORDEWIER , G . J ; BUITING , G . A . J . 1986 . Livestok Production Science , 15 : 353-365

S .A.S. 1994. Institute S .A.S. / Stat Users Guide .S .A.S . Cary NC .

TABLA 1. EFECTO DEL TRATAMIENTO ALIMENTICIO SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Periodo	0-36 días		36-100 días		0-100 días	
Tratamiento	A.L	R	A.L	R	A.L	R
G.M.D. (g)	870 a	676,5 b	827,9 a	876,6 b	839,7 a	807,7 b
C.P (g)	1999,3 a	1505,2 b	2710,3 a	2914,2 b	2478,1 a	2383 b
I.T. (g/g)	2,30	2,23	3,27	3,32	2,95	2,95
S.L. (mm^2)	1551,7 a	1249 b	-	-	3476,4	3485,3
S.G. (mm^2)	800,2 a	553,4 b	-	-	1845,6	1887,2
S.L/S.G (1)	1,94	2,26	-	-	1,9	1,85

G.M.D.= Ganancia media diaria ; C.P= Consumo medio diario de pienso ; I.T =Índice de transformación del alimento ; S.L = Área del lomo al final del periodo ;S.G = Área de la grasa al final del periodo .

Por periodo, según tratamiento medias con distintos superíndices difieren $P< 0,05$; (1) $P< 0,1$ entre los tratamientos A.L y R en el periodo 0-36 días

EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL TEJIDO ADIPOSO SUBCUTÁNEO DE CERDOS ¾ IBÉRICO/ ¼ DUROC CEBADOS EN MONTANERA EXCLUSIVA

B. Isabel[1] ; A. Daza[2] ; C.J. López-Bote[1]; V. Serradilla[1]
1.Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. U.C.M
2. Departamento de Producción Animal. E.T.S.I.A
Ciudad Universitaria 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

Para que el cerdo Ibérico se considere de "bellota" el tejido graso subcutáneo debe cumplir con un determinado perfil de ácidos grasos establecido por los contratos tipo homologados entre productores e industriales o por las Denominaciones de Origen existentes en el sector.
En los últimos años se ha tendido a incrementar la exigencia en la proporción de ácido oleico C18:1, que ha pasado del 50% al 54%, y a reducir la de ácido palmítico C16:0 de <22,5% a<21%, permaneciendo las de los ácidos esteárico y linoleico en <9,5% (De Pedro, 2001).
Resulta por ello interesante estudiar la evolución del perfil de los ácidos grasos de cerdos del tipo Ibérico explotados en montanera exclusiva con el fin de poder determinar la duración mínima que debe tener este delicado segmento productivo para que se cumpla con las precitadas exigencias cualitativas, objetivo fundamental que se aborda en el presente experimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 12 cerdos machos castrados 75% Ibérico/ 25% Duroc que entraron en montanera con 108 kg de peso inicial en una explotación situada en el término municipal de Alcuéscar (Cáceres) y que permanecieron en ella, a razón de 0,75 cerdos por hectárea, durante 75 días hasta que alcanzaron 166,7 kg de peso medio final.
Los días 0 (inicio del experimento), 15, 45 y 75 (final del experimento) se realizaron biopsias con una pistola provista de una cánula adaptable, con diámetro diferente según la edad de los animales, que permitiera alcanzar la profundidad suficiente para la extracción de la grasa de las capas externa e interna del tejido adiposo subcutáneo. Las muestras obtenidas se conservaron a –20ºC, separándose posteriormente los ésteres metílicos de los ácidos grasos mediante un cromatógrafo Hewlett –Packard 6890 equipado con un inyector de "split" (1/50), un detector de ionización de llama (FID) y una columna capilar Innowax con fase estacionaria polietilen –glicol Hewlett –Packard (30m x 0,32mm x 0,25um).
Durante el periodo experimental se tomaron seis muestras de pasto y de bellota determinándose su composición en nutrientes principales (A.O.A.C, 1990) y en ácidos grasos mediante un cromatógrafo de características análogas a las anteriormente mencionadas.
Los datos obtenidos se estudiaron mediante análisis de varianza según el procedimiento G.L.M del paquete estadístico S.A.S (1994) .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición media de las seis muestras de pasto y de bellota analizadas aparecen reflejadas en la Tabla 1, resultados que concuerdan con los obtenidos por López-Bote et al (1998) y por Tejeda (1999). Obsérvese la importante concentración de ácidos grasos (n-3) y de ácidos poliinsaturados en el pasto y de ácidos grasos monoinsaturados en la bellota descorticada.

TABLA.1. COMPOSICIÓN MEDIA DEL PASTO Y DE LA BELLOTA DESCASCARILLADA CONSUMIDOS POR LOS CERDOS DURANTE SU ESTANCIA EN MONTARERA

Composición	Pasto	Bellota
Materia Seca (g/kg)	244	627,3
Proteína Bruta (g/kg M.S.)	148,2	49,8
Grasa Bruta (g/kg M.S.)	66,5	88,1
Fibra Bruta (g/kg M.S.)	210	57,5
Cenizas (g/kg M.S.)	73	17
E.L.N. (g/kg M.S.)	502,2	787,5
E.M. kcal/kg M.S.	-	3135
A.G.S. (g/kg)	7,2	14,9
A.G.M. (g/kg)	2	53,3
A.G.P.I. (g/kg)	19,2	15,2
n-3	15,6	1,03
C 16:0	4,6	10,6
C 18:0	1,6	3,6
C 18:1(n-9)	1,2	52,2
C 18:2(n-6)	3,3	14,1
C 18:3(n-3)	14,8	0,70

A.G.S= ácidos grasos saturados ; A.G.M= ácidos grasos monoinsaturados ; A.G.P.I= ácidos grasos poliinsaturados

De la Tabla 2 se infiere una mayor instauración de la capa externa que la interna (López-Bote et al, 2001). La proporción de A.G.S en el tejido subcutáneo de cerdos Ibéricos de montanera es reflejo de la síntesis endógena, la de A.G.M de la composición de la bellota y de la actividad de la enzima esteril-Coa desaturasa y la de los A.G.P.I está íntimamente relacionada con la composición de la ingesta.

En la capa externa puede observarse una reducción de la proporción de A.G.S especialmente importante durante las primeras seis semanas de montanera y en la interna durante las cuatro últimas, reducciones en las que estuvo fundamentalmente implicado el ácido esteárico y en menor grado el ácido palmítico. La disminución de la proporción de los A.G.P.I fue más rápida en la capa interna que en la externa y fue el ácido linoleico el principal responsable de ella, no reduciéndose significativamente la proporción de ácido linolénico en ambas capas. La proporción de A.G.M creció en la capa externa a razón de 1,16 puntos en las dos primeras semanas y sólo en 0,5 puntos en las ocho siguientes observándose en la capa interna un crecimiento semanal más uniforme (0,65 y 0,5 puntos respectivamente). Como cabría esperar, fue el ácido oleico el responsable principal de tales incrementos en ambas capas del tejido graso subcutáneo.

De este experimento se deduce que cerdos ¾ Ibérico/ ¼ Duroc, con una reposición de cinco arrobas en una montanera de 75 días, pueden no alcanzar un perfil de ácidos grasos del tejido graso subcutáneo acorde con las exigencias comerciales.

De otra parte, dadas las diferencias de las proporciones de los ácidos grasos palmítico, esteárico, oleico y linoleico en las capas externa e interna del tejido graso subcutáneo el perfil final obtenido puede también estar influido por la profundidad de las muestras recabadas, aspecto que los sistemas de clasificación han venido ignorando, pudiéndose generar, como consecuencia, posibles polémicas en el sector.

Tabla 2. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS(% DEL TOTAL) DE LOS LÍPIDOS NEUTROS DE LAS CAPAS EXTERNA E INTERNA DEL TEJIDO GRASO SUBCUTÁNEO DE CERDOS IBÉRICOS EN MONTANERA

Capa	Ácidos Grasos	Días de montanera				R.M.S.E	Valor de P
		0	15	45	75		Efecto Tiempo
C.E.	A.G.S.	$36,45^{a}$	$35,25^{a}$	$32,14^{ab}$	$32,02^{b}$	2,37	0,02
	A.G.M.	$49,86^{a}$	$52,18^{a}$	$53,98^{a}$	$56,49^{b}$	2,31	0,004
	A.G.P.I.	$12,42^{a}$	$12,70^{ab}$	$12,69^{b}$	$11,49^{c}$	0,71	0,0004
	(n-3)	$1,03^{a}$	$1,09^{ab}$	$1,13^{b}$	$0,87^{c}$	0,10	0,0001
	C16:0	$22,23^{a}$	$21,43^{a}$	$20,77^{a}$	$19,96^{b}$	0,031	0,001
	C18:0	13,71	12,10	10,86	10,39	2,20	0,15
	C18:1n-9	$43,13^{a}$	$45,38^{b}$	$47,37^{bc}$	$50,48^{c}$	2,14	0,001
	C18:1n-7	2,65	2,54	2,57	2,26	0,297	0,10
	C18:2n-6	$10,56^{ac}$	$10,75^{a}$	$10,73^{a}$	$9,90^{c}$	0,64	0,003
	C18:3n-3	$0,71^{ac}$	$0,76^{ab}$	$0,82^{b}$	$0,62^{c}$	0,003	0,0002
C.I..	A.G.S.	$39,71^{a}$	$39,08^{a}$	$38,17^{a}$	$35,78^{b}$	1,63	0,0004
	A.G.M.	$46,99^{a}$	$48,28^{a}$	$50,11^{b}$	$52,25^{b}$	1,41	0,0001
	A.G.P.I.	$13,29^{a}$	$12,65^{b}$	$11,73^{c}$	$11,97^{c}$	0,34	0,0001
	(n-3)	$1,11^{a}$	$1,31^{b}$	$1,61^{c}$	$1,96^{d}$	0,153	0,0001
	C16:0	$23,32^{a}$	$23,41^{a}$	$23,54^{a}$	$22,23^{b}$	0,86	0,02
	C18:0	$14,57^{a}$	$13,83^{ab}$	$12,77^{b}$	$11,86^{c}$	1,36	0,0004
	C18:1n-9	$40,75^{a}$	$42,19^{b}$	$44,26^{c}$	$46,62^{d}$	1,19	0,0001
	C18:1n-7	2,35	2,26	2,14	2,10	0,23	0,19
	C18:2n-6	$11,32^{a}$	$10,47^{b}$	$9,26^{c}$	$9,12^{c}$	0,37	0,0001
	C18:3n-3	0,85	0,84	0,84	0,90	0,075	0,26

A.G.S.= ácidos grasos saturados ; A.G.M.=ácidos grasos monoinsaturados ; A.G.P.I.=ácidos grasos poliinsaturados .
Por filas, medias con distintos superíndices difieren $P<0,05$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis..Arlington VA

DE PEDRO , E. 2001. En Porcino Ibérico: aspectos claves .(coord. C. Buxadé y A. Daza). Ed Mundi Prensa pp 588-621

LÓPEZ-BOTE,C ; ISABEL,B ;REY,A. 1998. Anaporc ,177:50-73

LÓPEZ-BOTE,C ; ISABEL, B ; REY, A. 2001.En Porcino Ibérico: aspectos claves.(coord. C. Buxadé y A. Daza)Ed Mundi Prensa pp 215-246

S.A.S. 1994. Institute S.A.S./Stat Users Guide . S.A.S. , Cary NC

TEJEDA, J.F. 1999. Tesis Doctoral . Universidad de Extremadura .

ITEA (2003). Vol. Extra N.º 24. Tomo I. 202-204

EFECTO DEL TIPO DE GRASA INCLUIDA EN EL PIENSO SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL TEJIDO SUBCUTÁNEO DE CERDOS CRUZADOS IBÉRICO X DUROC

B. Isabel[1] ; C.J. López –Bote[1] ; A. Daza[2]
1. Departamento de Producción Animal .Facultad de Veterinaria U.C.M.
2. Departamento de Producción Animal . E.T.S.I.A.
Ciudad Universitaria 28040 Madrid
e-mail: adaza@pan.etsia.upm.es

INTRODUCCIÓN

Un tema interesante de la alimentación del cerdo Ibérico de pienso es el tipo de grasa que incluir en la ración del periodo de acabado por su repercusión en el perfil final de ácidos grasos del tejido subcutáneo (López-Bote, 2001) en el cual están muy interesados los productores, la industria elaboradora y los consumidores.
Por ello, en el presente experimento se estudia el efecto de la inclusión, en el pienso de acabado, de tres mezclas de grasa, elaboradas a partir de manteca de cerdo Ibérico y oleínas de aceites de oliva y de girasol, sobre la proporción final de ácidos grasos de la grasa subcutánea de cerdos cruzados 1/2 Ibérico /1/2 Duroc, tipo de animales muy frecuentemente utilizados en las explotaciones intensivas de porcino Ibérico .

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 cerdos machos castrados 50% Ibérico/50% Duroc que se distribuyeron al azar en tres grupos experimentales que incluían, cada uno, cuatro réplicas con dos animales por réplica, en una nave experimental de la E.T.S.I.A.M. La ración base utilizada fue formulada con cebada y harina de trigo como ingredientes principales, siendo suplementada con tres mezclas de grasa diferentes al nivel del 4% sobre el total de la ración :
Grupo M.O: manteca de cerdo Ibérico + oleína de aceite de oliva (1,54% +2,46%).
Grupo M.O.G: manteca de cerdo Ibérico + oleína de aceite de girasol + oleína de aceite de oliva (1,87% +0,9% +1,23%).
Grupo M.G : manteca de cerdo Ibérico + oleína de aceite de girasol (2,20% +1,80%).
Los tres piensos experimentales elaborados tenían una composición análoga en energía (3150 kcal de E.M/kg), proteína (13,5% de P.B), grasa bruta (6,9%), fibra bruta (4,8%) y extractivos libres de nitrógeno (68,8%) pero un contenido distinto en ácidos grasos que aparece reflejado en la Tabla 1.
Durante 15 días previos al inicio del experimento,que tuvo una duración de 56 días, todos los cerdos recibieron un pienso único de adaptación que contenía 3200 kcal de E.M/kg, 14,8% de P.B y 8,3% de grasa .
Se controlaron los pesos iniciales y finales de los cerdos y el consumo de pienso por réplica, y se realizaron biopsias en la zona lumbar del tejido adiposo subcutáneo al comienzo y al final del experimento. Las muestras de grasa se almacenaron a – 20ºC hasta su posterior análisis.
La composición en nutrientes principales de las raciones experimentales se determinó según la A.O.A.C.(1994), y la separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de los piensos y de la grasa mediante un cromatógrafo Hewlett Packard 6890 equipado con un inyector de

"split" 1/50, un detector de ionización de llama F.I.D. y una columna capilar Innowax con fase estacionaria polietilen-glicol Hewlett Packard (30m x 0,32mm x0,25um).
Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza según el procedimiento G.L.M. del paquete estadístico S.A.S(1990).

TABLA 1. CONTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS (g/kg) DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES

Ácidos Grasos	Ración		
	M.O.	M.G.O.	M.G.
A.G.S.	13,85	14,02	13,98
A.G.M.	23,11	18,39	15,98
A.G.P.I.	12,19	17,64	17,67
C16:0	10,08	10,20	10,05
C18:0	3,08	2,97	3,03
C18:1 n-9	20,91	16,68	13,97
C18:1 n-7	0,92	0,86	0,80
C18:2 n-6	9,92	14,85	18,89

A.G.S = ácidos grasos saturados ; A.G.M = ácidos grasos monoinsaturados ; A.G.P.I = ácidos grasos poliinsaturados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso medio inicial de los cerdos fue 104,7 kg y el peso medio final 154,4 kg. Con un consumo medio diario de 4'59 kg, aproximadamente el 90% del consumo "ad libitum"(Whittemore ,1993), los animales ganaron 0,887 kg/día y tuvieron un índice de transformación de 5,18 kg/kg y un rendimiento a la canal del 80,1%. El tratamiento no afectó significativamente a los resultados productivos (P>0,05) .
En la Tabla 2 aparecen reflejadas las proporciones iniciales y finales de ácidos grasos en las capas externa e interna del tejido graso subcutáneo. En los tres tratamientos aplicados la capa externa fue más insaturada que la interna (López-Bote, 2001). El pienso M.O, el más rico en ácido oleico, incrementó significativamente las proporciones finales de A.G.M y de C18:1(n-9) en ambas capas (Myer et al,1992) y tendió a reducir el grado de saturación (Miller et al, 10990; Cava et al, 1999). Los piensos M.G.O y M.G lograron proporciones similares de A.G.S, C16:0, C18:0 y C18:1(n-9). Las proporciones de A.G.P.I y de C18:2(n-6) finales estuvieron directamente relacionadas con sus niveles de inclusión en el pienso (Fontanillas et al ,1998) .
Los tres tratamientos redujeron, en las ocho semanas que duró el experimento, las proporciones de A.G.S y de C16:0 en la capa externa, observándose un mayor grado de reducción con el tratamiento M.O. El tratamiento M.O. no varió la proporción de ácido esteárico y los tratamientos M.G.O y M.G la aumentaron significativamente en la capa interna durante el periodo experimental. Las diferencias significativas en la proporción de C18:0 de la capa interna entre el tratamiento M.O y los M.G.O y M.G pudo ser debida al menor efecto inhibitorio del ácido oleico sobre la actividad de la enzima estearil-Coa desaturasa que los A.G.P.I.
A la luz de los resultados precedentes, parece que el pienso M.O es el que obtuvo el perfil más adecuado de ácidos grasos.

TABLA 2 . PROPORCIONES INICIALES (P.I) Y FINALES (P.F) DE ÁCIDOS GRASOS (% DEL TOTAL) DE LOS LÍPIDOS NEUTROS DE LAS CAPAS EXTERNA (C.E) E INTERNA (C.I) DEL TEJIDO GRASO SUBCUTÁNEO SEGÚN TRATAMIENTO ALIMENTICIO

Tratamiento		Acidos grasos													
		A.G.S.		A.G.M.		A.G.P.I.		C16: 0		C18: 0		C18:1(n-9)		C18: 2 (n-6)	
		P.I	P.F	P.I	P.F	P.I	P.F	P.I	P.F	P.I	P.F	P.I	P.F	P.I	P.F
C.E.	M.O	41,23	37,59	48,48	52,52^{a}	10,87^{a}	10,69^{a}	25,37	22,31	13,93	13,71	40,41	44,37^{a}	9,28	8,83^{a}
	M.G.O	41,50	40,07	48,18	49,49^{b}	10,95^{ab}	11,5^{ab}	25,82	23,75	13,83	14,59	40,18	41,56^{b}	9,21	9,07^{a}
	M.G	41,16	39,29	48,10	49,02^{b}	11,45^{b}	12,51^{b}	25,31	23,40	14,01	14,18	40,46	41,41^{b}	9,55	10,59^{b}
	R.M.S.E	0,74	2,66	0,38	2,49	0,97	1,03	0,56	1,78	0,30	1,17	0,24	2,27	0,78	0,88
	Valor P	0,12	0,19	0,09	0,02	0,02	0,01	0,40	0,27	0,50	0,34	0,07	0,03	0,11	0,001
C.I.	M.O	42,97	42,78	45,51	48,06^{a}	11,51	9,19^{a}	25,94	25,53	15,24	15,59^{a}	38,79	41,70^{a}	9,98	7,81^{a}
	M.G.O	41,94	45,55	46,26	45,06^{b}	11,81	9,52^{a}	25,34	26,16	14,84	17,60^{b}	39,26	39,16^{b}	10,20	8,09^{a}
	M.G	42,87	44,67	45,47	44,69^{b}	11,66	10,64^{b}	25,50	25,51	15,68	17,52^{b}	39,20	39,14^{b}	10,07	9,19^{b}
	R.M.S.E	1,74	2,1	0,64	1,81	0,50	0,66	0,53	1,30	0,65	1,30	0,50	1,68	0,42	0,58
	Valor P	0,22	0.06	0,13	0,002	0,53	0,001	0,14	0,15	0,30	0,01	0,09	0,01	0,58	0,0003

A.G.S =ácidos grasos saturados ; A.G.M. = ácidos grasos monoinsaturados ; A.G.P.I. = ácidos grasos poliinsaturados
R.M.S.E = raíz cuadrada del cuadrado medio del error
Según capa subcutánea , por columnas ,medias con distintos superíndices difieren P<0,05 .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. 1990. Oficial methods of análisis (15th Ed) . Arlington VA

CAVA, R ; RUIZ, J ; LÓPEZ-BOTE, C ; MARTÍN, L ; GARCÍA, C ; VENTANAS, J. 1997. Meat Science, 2:263-270

FONTANILLAS, R ; BARROETA, A ; BAUCELLS, M.D ; GUARDIOLA, F.1998. Journal of Animal Science, 76:1045-1055

LÓPEZ-BOTE, C.J. 2001.En: Porcino Ibérico: aspectos claves (Coord. C. Buxadé y A. Daza) Ed Mundi Prensa , pp 247-272.

MILLER, M.F ; SHACKELFORD, S.D ; HAYDEN, K.D ; REAGAN, J.O.1990. Journal of Animal Science, 68: 1624-1631.

MYER, R.O ; JOHNSON, D.D ; KNAUFT, D.A ; GORDET, D.W ; BRENDEMUHL, J.H ; WWALKER, W,R.1992. Journal of Animal Science, 70: 3734-3741

S.A.S.1994. S.A.S User's Guide Statistics . S.A.S Inst Inc , Cary ,NC , U.S.A.

WHITTEMORE, C.T.1993. The Science and Practice of Pig Production . Ed Longman, 661 pp

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 205-207

COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN PARA LA TRAZABILIDAD DEL GANADO PORCINO[1]

Hernández-Jover M.[1], Caja G.[1], Conill C.[2], Alabern X.[2], Ghirardi J.[1] y Farriol B.[3]
[1]Departament de Ciencia Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.
[2] Tracex Trazabilidad en Alimentación S.L., 08228 Terrassa.
[3] Gesimpex Comercial S.L., 08037 Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La identificación individual y permanente de los animales es un requisito imprescindible para asegurar su trazabilidad (Mc Kean, 2001). Aunque existen numerosos métodos para identificar a los animales y sus productos, pocos resultan satisfactorios en la práctica (Caja *et al.*, 2002a), especialmente en el ganado porcino (Caja y Hernández-Jover, 2002). Un buen sistema de identificación y registro de animales debería ser: único, barato, fácil de aplicar, de lectura automatizada y a distancia, seguro, adecuado para el bienestar animal y anti-fraude (McKean, 2001; Caja *et al.*, 2002a). La identificación electrónica (IDE), mediante transpondedores pasivos inyectables, puede ser un sistema de interés en la práctica. Los dispositivos electrónicos estudiados en porcino, tales como crotales e inyectables (Lambooij, 1992; Stärk *et al.*, 1998), presentan sin embargo problemas de pérdidas y roturas en granja y matadero, además de los problemas de recuperación de los inyectables.

El objetivo del presente trabajo es comparar los resultados obtenidos con diferentes dispositivos de identificación en cerdos de engorde, desde el nacimiento hasta el final de la cadena de sacrificio, con vistas a su trazabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 557 lechones, Pietrain × Tetras (Duroc × Landrace; Selección Batallé, Girona), de la Cooperativa de Artesa de Segre (Lleida). Los lechones se engordaron sin castrar hasta los 110 kg PV (6-7 meses de edad) en condiciones de ciclo cerrado. Los lechones fueron identificados a las 1-3 semanas de edad con dispositivos convencionales y electrónicos de distintas tecnologías reconocidas por ISO (HDX, half-duplex; y, FDX-B, full duplex): 1) crotales plásticos de botón (CP, n = 348; Azasa, Madrid; 2.0 g y 28 mmØ), 2) crotales electrónicos HDX (AX, n = 106; Allflex Europe SA, Vitré, Francia; 4.1 g, 28 mmØ), 3) crotales electrónicos FDX-B (SK, n = 103; Sokymat, Suiza; 5.5 g, 35 mmØ), 4) transpondedores inyectables HDX (Gesimpex: G23, n = 108; 23×3.8 mm; y, G31, n = 115; 31×3.8 mm; Gesimpex, Barcelona), y 5) transpondedores inyectables FDX-B (Datamars: D12, n = 116; 12×2.1 mm, Datamars, Bedano-Lugano, Suiza; y Sokymat: S12, n = 110; 12×2.1 mm; y, S34, n = 108; 34×3.8 mm; Sokymat, Vévéye, Suiza).

Los transpondedores inyectables fueron aplicados en dos posiciones corporales: 1) subcutáneamente en la base de la aurícula (BA, n = 248; Lambooij, 1992), y 2) intraperitonealmente (IP, n = 309; Caja *et al.*, 2002b), caudalmente al ombligo (2-5 cm) y a unos 2 cm de la línea media. Para las inyecciones se utilizaron agujas de uso múltiple y desinfección local con una solución yodada (Betadine, Braun Medical, Jaén), excepto en los D12, para los que se utilizaron jeringas desechables. Cada lechón fue identificado con sólo un crotal y un inyectable.

[1] Resultados del Proyecto QLK1-CT-2001-02229 (EID+DNA Tracing).

En el momento de la aplicación se registraron los datos de los lechones (número de madre, fecha de parto, tamaño de camada y edad), así como el tiempo de inyección. Los identificadores electrónicos se controlaron en: la granja (antes de la aplicación y a los días 1, 7, 15 y 30, y cada mes hasta el sacrificio), el transporte al matadero (salida y llegada) y la línea de matanza (sangrado, final de pelado, evisceración y corte de cabeza) mediante dos lectores portátiles (Gesreader I, Gesimpex Com.; e, Isomax I, Datamars). Los transpondedores subcutáneos en BA se recuperaron al final de la línea de matanza y los IP en la cadena de eviscerado, determinando sus pérdidas y el tiempo de recuperación.

Para analizar la capacidad de lectura (transpondedores leídos/aplicados × 100) se realizó un análisis de varianza con el modelo LOGIT del CATMOD de SAS (v. 8.1). Los tiempos de inyección y recuperación se analizaron con un GLM de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración media del engorde fue de 207 d y el peso de las canales de 70.6 kg. No se detectaron diferencias en el comportamiento y rendimientos productivos de los lechones debidas a los sistemas de identificación. Los resultados de pérdidas, roturas y fallos electrónicos de los distintos crotales figuran en la **Tabla 1**. Las pérdidas en granja de los crotales convencionales fueron bajas e inferiores a las de los crotales electrónicos ($P<0.01$). En los electrónicos, los valores fueron superiores a los obtenidos por Teixidor *et al.* (1995), Stärk *et al.* (1998) y Huiskes *et al.* (2000) que variaron entre 0-0.7% en cerdos de engorde. Deben destacarse los bajos valores de retención del SK, que resultó un prototipo de crotal no adecuado para porcino y que, al incluir los fallos, no pudo nunca ser leído al final del cebo. Por el contrario, los fallos electrónicos de AX fueron semejantes a lo señalado por Teixidor *et al.* (1995). A estas pérdidas hay que añadir las ocurridas en la línea de sacrificio y los fallos electrónicos, en total semejantes a los obtenidos por Stärk *et al.* (1998), y que limitaron la trazabilidad a menos del 90 y 70% para CP y AX, respectivamente.

Respecto a los inyectables, el tiempo de aplicación fue mayor en BA que IP (102 vs 84 s; $P<0.001$). Los resultados de pérdidas, roturas y fallos electrónicos de los transpondedores inyectables se muestran en la **Tabla 2**. Las pérdidas de transpondedores en BA fueron superiores a las registradas en estudios anteriores (Lambooij y Merks, 1989; Stärk *et al.*, 1998) y a las obtenidas en IP. La trazabilidad en BA no superó el 75%, lo que es claramente insatisfactorio. En IP únicamente se registró una pérdida (0.4%), en S12, posiblemente debida a la aplicación del transpondedor en el intestino, sin que resultara afectada la salud del cerdo.

Tabla 1. Efectos de distintos tipos de crotales en la identificación de cerdos.

	Convencionales	Electrónicos	
Ítem	CP	AX	SK
Granja, %			
Pérdidas	1.1[b]	8.8[a]	44.9[a]
Fallos electrónicos	-	5.5[b]	55.1[a]
Lectura en granja	98.9[a]	85.7[b]	0
Transporte, %	1.2	1.3	-
Matadero, %			
Pérdidas	11.2	6.4[b]	-
Fallos electrónicos	-	12.8	-
Trazabilidad, %	86.7[a]	68.1[b]	0

[a, b] : letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas a $P < 0.05$.

Tabla 2. Efecto del transpondedor y lugar de inyección en la identificación de cerdos.

	Tipo de transpondedor (Marca y tamaño en mm)				
Ítem	S12	D12	G23	G31	S34
Base aurícula:					
Granja, %					
Pérdidas	17.1[a]	19.4[a]	29.8[ab]	46.3[b]	72.5[b]
Roturas	2.4	0	0	2.4	2.5
Fallos electrónicos	0	0	0	0	2.5
Lectura en granja	80.5[a]	80.6[a]	70.2[ab]	51.2[b]	22.5[b]
Transporte, %	0	0	0	0	0
Matadero, %	12.1	6.9	0	0	22.2
Tiempo recuperación, s	56[a]	27[ab]	42[b]	8[b]	32[ab]
Trazabilidad, %	70.7[a]	75.0[a]	70.2[ab]	51.2[b]	17.8[b]
Intraperitoneal:					
Granja, %					
Pérdidas	2.0	0	0	0	0
Roturas	0	0	0	0	0
Fallos electrónicos	0	0	0	0	0
Lectura en granja	98.0	100	100	100	100
Transporte, %	0	0	0	0	0
Matadero, %	0	0	0	0	0
Tiempo recuperación, s	29[ab]	36[a]	7[c]	8[c]	12[bc]
Trazabilidad, %	98.0	100	100	100	100

[a, b, c] : letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas a $P < 0.05$.

Dado que no existieron pérdidas en la línea de sacrificio ni fallos electrónicos, la trazabilidad de los transpondedores IP fue de 99.6% (98.0-100%).

La recuperación de los transpondedores en BA fue elevada (88.9-100%), en comparación con lo obtenido por Lambooij y Merks (1989) y Stärk *et al.* (1998), aunque insatisfactoria para las especificaciones de ICAR (Comité internacional de identificación y registro de animales). En el caso de IP se mantuvo la identificación hasta la evisceración aunque, debido a que los transpondedores se encontraban libres en la cavidad abdominal, un 18.6% cayeron al suelo. En ningún caso se observaron transpondedores en la canal, lo que se confirmó con un detector de metales. El tiempo medio de recuperación en IP con transpondedores de 23-31 mm fue compatible con velocidades de sacrificio de 450-510 cerdos/h.

Los resultados conseguidos mediante la inyección intraperitoneal (99.6%) satisfacen las especificaciones de ICAR (>98%) y, en consecuencia, se recomienda esta metodología para la trazabilidad del ganado porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caja G., Hernández-Jover M. 2002. Ganadería 17:58-63.

Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J., Garín D. y Mocket J-H. 2002a. II Seminario Internacional Fundisa, Madrid. p.147-167.

Caja G., Garín D., Hernández-Jover M., Vilaseca J.F. 2002b. Patente P200202695. Madrid.

Huiskes J.H, Binnendijk G.P., Diepstraten H.J.A. 2000. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Proefverslag nummer P 1.252.

Lambooij E. 1992. Vet. Record 131: 419-420.

McKean J.D. 2001. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 20:363-371.

Stärk K.D.C., Morris R.S., Pfeiffer D.U. 1998. Livest. Prod. Sci. 53:143-152.

Teixidor H., Soler J., Tibau J. 1995. Anaporc 148:131-139.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 208-210

VALORACION DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE ÁCAROS ASTIGMÁTIDOS EN LABORATORIO E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Recio García, M.D., García Cachán, M.D.
Estación Tecnológica de la Carne, Instituto de Tecnología Agroalimentaria, Junta de Castilla y León, Apdo. 58, 37770 Guijuelo, Salamanca, España.
e-mail: marilorg@arrakis.es

INTRODUCCIÓN

Los ácaros, pertenecientes al suborden "Astigmata", son uno de los problemas más importantes que afecta a la industria cárnica dedicada a la fabricación de productos secos y curados, principalmente al jamón. A partir de un foco inicial de ácaros, éstos se extienden rápidamente por todo el jamón y dan lugar a contaminaciones cruzadas que evolucionan durante todo el proceso de elaboración del mismo. Las condiciones de humedad y temperatura que existen durante el secado y la maduración del jamón (10-15ºC y 70-80% de humedad relativa en secaderos y 18-20ºC y 60-70% de humedad relativa en bodegas) favorecen el desarrollo e incremento de la población de ácaros. Se ha observado que el mayor crecimiento demográfico se produce entre 20ºC y 25°C y a una humedad relativa entre 80% y 90% (Jorrín, 2001a), y completan su ciclo biológico en unos 9-12 días (Acha y col., 1994).

Existe gran cantidad de piezas que son rechazadas por comerciantes y consumidores y, a su vez, devueltas al fabricante debido a la presencia de ácaros o a los defectos producidos por éstos, lo que repercute en grandes pérdidas económicas, por lo que es necesario investigar distintos métodos de lucha frente a esta plaga.

Estos ácaros se pueden cultivar en el laboratorio, con lo que se obtienen individuos suficientes como para llevar a cabo distintos experimentos.

OBJETIVO

El objetivo de esta comunicación es valorar los métodos de cultivo de ácaros utilizados en el laboratorio e identificar las especies mayoritarias presentes en los jamones ibéricos de las industrias del área de Guijuelo, una zona típica de elaboración de este producto.

METODOLOGÍA

Este estudio comparativo se ha llevado a cabo con distintas especies de ácaros pertenecientes a la familia Acaridae aislados de jamones ibéricos. Las muestras se tomaron de la zona coxo-femoral de jamones infectados mediante el barrido de una superficie determinada con un pincel. Las claves utilizadas (Robertson, 1959; Huges, 1976; Evans, 1992 y Fain y Fauvel, 1993 en Jorrín y col., 2001) permitieron identificar el género y la especie.

Se analizaron los tres sistemas de cultivo que se describen a continuación:

1- Cada muestra de ácaros se depositó, junto con el alimento, levadura de cerveza y germen de trigo (Griffiths, 1966; George, 1982 en Okabe, 2001), en un Erlenmeyer perfectamente identificado. Dichos Erlenmeyer se introdujeron en desecadores y éstos, a su vez, en estufas de cultivo a 25° C.

2- Con este sistema de cultivo (fig. 1), propuesto por Jorrín (Jorrín, 2001b), cada muestra se traspasó a una placa Petri de 60 mm de diámetro, para, seguidamente, colocarla en otra placa de 140mm de diámetro, que sirvió de soporte para el cultivo.

En la placa mayor se introdujeron, además, tres placas pequeñas que contenían sólo alimento, para ser colonizadas por ácaros. La placa soporte se introdujo en un contenedor con una disolución saturada de cloruro potásico que proporciona la humedad necesaria. Al igual que en el anterior sistema de cultivo, los contenedores se introdujeron en estufas a 25°C.

3- En el sistema de cultivo de los ácaros sobre los mohos, se depositaron éstos sobre unas placas en las que se habían sembrado mohos procedentes de la superficie del jamón, y se introdujeron en un desecador que se incubó en una estufa a 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que se refiere al **cultivo realizado en frascos Erlenmeyer**, dicho cultivo se mantiene estable durante mucho tiempo si se llevan a cabo una renovación y una limpieza adecuadas además del mantenimiento de las condiciones óptimas para el crecimiento. Sin embargo, los individuos pueden llegar a invadir el desecador, lo que conlleva un riesgo de contaminación del laboratorio. Otro inconveniente es la dificultad de observar directamente el cultivo a la lupa estereoscópica, ya que hay que extraer una muestra del cultivo y colocarla en una placa y esto puede suponer una contaminación del cultivo por otras especies de ácaros.

En el **método propuesto por Jorrín** se salvan esos inconvenientes. La renovación de este tipo de cultivos es sencilla: basta con sustituir las placas Petri envejecidas por otras con alimento fresco que serán colonizadas por los ácaros del propio cultivo (Jorrín, 2001b). Con este método, también se realiza más fácilmente la observación de los cultivos bajo la lupa y el microscopio así como la toma de muestras para hacer preparaciones. Por otro lado, reproduce mejor las condiciones del hábitat del ácaro ya que permite un movimiento libre de los mismos por el cultivo.

En cuanto al **cultivo sobre los mohos**, se observó que las poblaciones inoculadas desarrollaron todo su ciclo biológico (Okabe, 2001), incluso, se consiguió que los ácaros sobrevivieran más de 60 días en las placas sembradas. Durante las pruebas realizadas sobre mohos se puso de manifiesto que el factor limitante en este tipo de cultivo era la humedad, pues ya que se extinguieron los cultivos de las placas que sufrieron desecación se extinguieron.

En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos tras visitar 10 fábricas en las que se realizó el muestreo. El género y la especie se determinaron teniendo en cuenta los caracteres descritos en las claves taxonómicas, y dicha identificación se llevó a cabo examinando sólo machos adultos. En este trabajo se identificaron dos especies mayoritarias: *Tyrophagus longior* y *Tyrolichus casei*, confirmando lo publicado en literatura anterior (Acha y col., 1994). Asimismo, se encontró otra especie de ácaros que se sospecha que pudiera ser *Blattisocius dendriticus* (Familia Ascidae), fácilmente observable sobre la superficie del jamón debido a su gran movilidad y se cree que pudieran ser depredadores de los ácaros plaga.

CONCLUSIONES

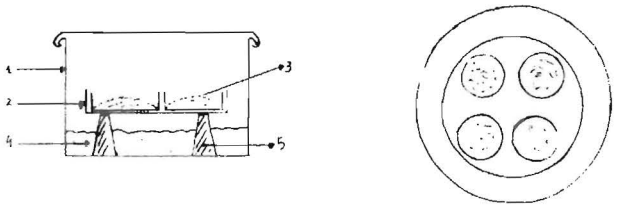
A la vista de los resultados obtenidos, se descartó el cultivo en frascos Erlenmeyer debido a sus inconvenientes. No ocurre así con el modelo de cultivo propuesto por Jorrín, en el cual el cultivo puede colocarse fácilmente bajo la lente y además se reproduce mucho mejor el hábitat del ácaro.

Por otro lado, el cultivo sobre hongos se ha observado útil para determinar si un moho es o no una posible dieta del ácaro, ya que el período de supervivencia en este tipo de cultivos (más de dos meses) supera el tiempo necesario para completar

el ciclo biológico de los ácaros, en las condiciones de humedad y temperatura fijadas.

En cuanto a las especies encontradas, podemos concluir que, actualmente, la especie mayoritaria de los ácaros que viven sobre los jamones ibéricos en el área de Guijuelo es *Tyrophagus longior*. La presencia de otras especies, como la perteneciente a la familia "Ascidae", puede ser debida a contaminaciones cruzadas, bastante frecuentes durante el proceso de elaboración del jamón curado.

Figura 1. Modelo de cultivo propuesto por Jorrín.



Vista lateral

Vista superior

1. -contenedor
2. -placa Petri 140 mm Ø
3. -placa Petri, 60 mm Ø
4. -disolución saturada de cloruro potásico
5. -soporte

Tabla 1. Especies identificadas y contaje de ácaros machos en preparaciones microscópicas (a partir de la muestra tomada en la zona coxo-femoral del jamón).

	Tyrolichus casei	*Tyrophagus longior*
Fábrica 1	9	-
Fábrica 2	-	20
Fábrica 3	5	10
Fábrica 4	-	7
Fábrica 5	1	9
Fábrica 6	-	7
Fábrica 7	-	3
Fábrica 8	3	-
Fábrica 9	2	-
Fábrica 10	5	-
Total indiv. 81	25	56
%	30,9	69,1

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se lleva a cabo gracias a la beca de investigación predoctoral que participa del proyecto del INIA con número SC00-021-C3-1.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, A., García, M.D.; Fernández, J.A. (1994). *Eurocarne*, **31**: 45-48.
- Jorrín, J., Magallanes, M. y. Vargas, P. (2001). *Eurocarne*, **99**:39-44.
- Jorrín, J. (2001a). *Eurocarne*, **100**:69-74.
- Jorrín, J. (2001b). Comunicación personal.
- Okabe, K. (2001). *Experimental and Applied Acarology*, **25**: 493-504.

EFECTO DE LA LÍNEA MACHO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS DESTINADOS A LA INDUSTRIA DEL JAMÓN CURADO

M.A. Latorre[1], A. Fuentetaja[2], R. Lázaro[1], D.G. Valencia[1] y G.G. Mateos[1]
[1]Departamento de Producción Animal, UPM, Senda del Rey s/n, 28040 Madrid
[2]COPESE S.A., Conde de Sepúlveda 24, 40300 Sepúlveda, Segovia

INTRODUCCIÓN

En el año 2001 se curaron en España más de 33 millones de jamones y paletas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2002). Las machos terminales de estirpes magras son menos adecuados para la producción de productos curados por su bajo nivel de grasa, incidencia de carnes pálidas, blandas y exudativas y pobres características tecnológicas de la carne del cruce final (Candek-Potokar et al., 2002). De hecho, se ha relacionado el veteado de la carne con características sensoriales (Barton-Gade, 1987) y la calidad de los jamones curados (Armero et al., 1999). Wood (1993) demostró que terneza y jugosidad son muy reducidas en los genotipos magros y, en consecuencia, la calidad de su carne se deteriora. Teniendo en cuenta esta información se llevaron a cabo dos ensayos para estudiar el efecto de la línea macho sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos producidos en España comercialmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Productividad

En el ensayo I se utilizaron 160 cerdos de 56 ± 3 d de edad (25 ± 0,7 kg PV) procedentes de dos líneas paternas (DD, Duroc Danés; PIxLW, Pietrain x Large White) que se cebaron hasta 120 ó 135 kg PV. La línea materna fue Landrace x Large White en todos los casos. Cada tratamiento se replicó 16 veces y la unidad experimental fue un departamento con cinco cerdos alojados conjuntamente.

En el ensayo II se utilizaron 240 cerdos de 103 ± 3 d de edad (45 ± 1,1 kg) procedentes de dos líneas paternas (DD, Duroc Danés; PIxLW, Pietrain x Large White) que se sacrificaron a un peso fijo de 117 kg PV (179 d de vida para la descendencia de la línea DD y 186 d para la de la línea PIxLW).

En ambos casos los cerdos se alojaron a una densidad de 1,00 m^2/cerdo en una nave de ambiente natural y tuvieron acceso *ad libitum* al agua y al alimento granulado durante todo el ensayo. Las dietas, basadas en maíz y harina de soja, se formularon para satisfacer o exceder los requerimientos del National Research Council (1998) para cerdos de esta edad. El crecimiento individual, el consumo de pienso y el índice de conversión por réplica se midieron cada 14 d.

Parámetros de la canal

En el matadero se pesaron las canales en caliente para determinar el rendimiento. Asimismo, se midió la longitud de la canal, el espesor de grasa dorsal (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y el pH a 45 min y a 24 h *postmortem* (pH_{45}, pH_{24}) en el *m. semimembranosus*. También se analizó el peso y rendimiento en piezas nobles (lomos, jamones y paletas) de cada canal individualmente.

Parámetros de la carne

Se tomó una muestra de 300 ± 15 g del *m. longissimus* del lomo izquierdo de cada canal a la altura de la última costilla para estimar la composición química (extracto etéreo, proteína bruta y humedad), el color (CIE, 1976), el contenido en mioglobina, y las pérdidas por descongelación. Asimismo, la textura, usando una célula de Warmer-Bratzler, y las pérdidas por cocinado se determinaron mediante el método descrito por Honikel (1998).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) incluyendo en el modelo la línea macho como efecto principal y se introdujo el peso al sacrificio como covariable.

RESULTADOS

Ensayo I

No se observó interacción alguna entre la línea paterna y el peso al sacrificio para ninguno de los parámetros estudiados por lo que en este trabajo se presentan sólo los datos relativos a la línea macho. La ingestión de pienso fue similar en ambas líneas pero la descendencia de DD creció más rápido (950 vs 920 g/d; $P < 0,05$) y tuvo mejor transformación del alimento (2,63 vs 2,76 g/g; $P < 0,001$) que la descendencia de PIxLW. La línea PIxLW tuvo mayor rendimiento de la canal (78,7 vs 77,7%; $P < 0,01$) y espesor de grasa dorsal (23,7 vs 21,7 mm; $P < 0,01$) que la línea DD. Las canales fueron más largas para la progenie de la línea DD que para la PIxLW ($P < 0,001$). La descendencia de PIxLW presentó menor pH_{45} que la de DD (5,92 vs 6,02; $P < 0,05$) pero no se detectaron diferencias para el pH_{24}. El peso de las piezas nobles fue similar para ambas líneas, pero el rendimiento del lomo (7,3 vs 7,10%; $P < 0,01$) fue mayor en la línea PIxLW y el rendimiento del jamón (26,6 vs 26,1%; $P < 0,01$) en la DD, lo que hizo que ambas líneas presentaron un rendimiento similar en piezas nobles (48,9 vs 48,6%). La carne de los cerdos DD tuvo menos proteína (23,8 vs 24,1%; $P < 0,01$) y más grasa (3,0 vs 2,5%; $P < 0,001$) que la carne de los cerdos PIxLW, mientras que el contenido en humedad fue similar (73,5 vs 73,7%). La progenie de la línea PIxLW tuvo mayor valor b* (9,89 vs 9,46; $P < 0,01$) y más intensidad de color en la carne (10,9 vs 10,4; $P < 0,01$) que la línea DD. No se observaron diferencias entre las descendencias de las dos líneas paternas para la resistencia al corte o las pérdidas durante el cocinado o la descongelación.

Ensayo II

La progenie de DD creció más rápido (922 vs 884 g/d; $P < 0,05$) y tuvo mejor índice de conversión (2,76 vs 2,85 g/g; $P < 0,01$) que la de PIxLW sin que se observaran diferencias en el consumo de alimento. El rendimiento de la canal fue mejor en los cerdos PIxLW que en los DD (78,7 vs 78,3%; $P < 0,05$) pero no se detectó efecto alguno sobre la grasa de la canal. La descendencia de la línea DD presentó mayor rendimiento de jamón (26,7 vs 26,4%; $P < 0,05$) que la PIxLW, lo que resultó en una mayor proporción de piezas nobles (49,1 vs 48,6%; $P < 0,01$). Por otra parte, la carne de la progenie DD tuvo mayor pH_{45} (6,09 vs 5,83; $P < 0,001$) y pH_{24} (5,84 vs 5,53; $P < 0,001$) que la carne de la progenie PIxLW. El lomo de la descendencia de DD mostró menos humedad (72,7 vs 73,4%; $P < 0,001$) y más grasa intramuscular (3,4 vs 2,7%; $P < 0,001$) que el lomo de la descendencia de PIxLW. El único parámetro del color afectado por la línea macho utilizada fue el valor a* que resultó mayor en la carne de los cerdos PIxLW que en la de los DD (4,49 vs 4,11; $P < 0,01$). La dureza del lomo (6,8 vs 6,2 kg; $P < 0,05$) y las pérdidas por descongelación (9,7 vs 7,4%; $P < 0,001$) fueron mayores para la línea PIxLW que para la DD.

En base a los resultados obtenidos concluímos que la línea DD puede utilizarse como macho terminal tanto para la producción de carne fresca, sacrificando hasta 116 ó 117 kg PV, como para la producción de curados, sacrificando a pesos superiores por sus buenos rendimientos productivos y elevada proporción de piezas nobles. Su mayor contenido en grasa intramuscular hace que esta línea sea preferible a la PIxLW en la industria de productos curados.

REFERENCIAS

Armero, E., Flores, M., Toldrá, F., Barbosa, J., Olivet, J., Pla, M. y Baselga, M. 1999. Effects of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. J. Sci. Food Agri. 79: 1147-1154.

Barton-Gade P. A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. Liv.Prod. Sci. 16: 187-196.

Candek-Potokar, M., Lefaucheur, L., Zlender, B. y Bonneau, M. 2002. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi as related to meat quality. Meat Sci. 52: 195-203.

Commission International de l'Eclairage. 1976. International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. 15 (E-1.3.1). Bareau Central de la CIE, París, Francia.

Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assesment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49: 447-457.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002. Anuario de Estadística Agraria. MAPA, Madrid, España.

National Research Council. 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press. Washington DC, EEUU.

Statistical Analysis Systems Institute. 1990. SAS user's guide: statistics. Version 6, 4th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU.

Wood, J. D. 1993. Consequences of changes in carcass composition on meat quality. En: The control of fat and lean deposition (ed. P. J. Buttery, K. N. Boorman and D B. Lindsay), pp. 331-353. Butterworth-Heinemann, Oxford, Gran Bretaña.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 214-216

EFECTO DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS DESTINADOS A LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS CURADOS

M.A. Latorre[1], M. Nieto[2], R. Lázaro[1], E. Gómez[3] y G. G. Mateos[1]
[1]Departamento de Producción Animal, UPM, Senda del Rey s/n, 28040 Madrid
[2]COPESE S.A., Conde de Sepúlveda 24, 40300 Sepúlveda, Segovia
[3]Centro de Pruebas de Porcino, Junta de Castilla y León, 40353 Hontalbilla, Segovia

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la producción porcina en España se ha basado en cruces de hembras Landrace x Large White con machos de líneas magras, como la Pietrain, sacrificando la progenie sin castrar a un peso aproximado de 100 kg PV. Es ampliamente aceptado que un incremento en el peso al sacrificio (PS) resulta en un engrasamiento de los cerdos (Richmond y Berg, 1971) con desventajas económicas por la prolongación del periodo de alimentación y el deterioro de la conversión alimenticia. Sin embargo, en los últimos 15 años ha habido una tendencia a aumentar el PS para incrementar el veteado (Barton-Gade, 1987; Wood, 1993) y la calidad sensorial de la carne (Candek-Potokar et al., 1997; Beattie et al., 1999), especialmente si los cerdos se destinan a la industria de productos curados. Por ello se llevaron a cabo dos ensayos para estudiar el efecto del PS sobre la productividad, la calidad de la canal y de la carne de cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Productividad

En el ensayo I se utilizaron 192 cerdos cruzados (Pietrain*Large White x Landrace*Large White) de 110 ± 3 d de edad (75 ± 1,3 kg PV) que se cebaron hasta 116, 124 ó 133 kg PV. Cada tratamiento se replicó ocho veces y la unidad experimental fue un departamento con ocho cerdos alojados conjuntamente para los parámetros productivos y de canal y las muestras de lomo de cuatro cerdos, elegidos al azar de los ocho que se alojaron conjuntamente, para los parámetros de carne.

En el ensayo II se utilizaron 240 cerdos de 56 ± 3 d de vida (25 ± 0,7 kg PV) procedentes de tres líneas paternas (DD, Duroc Danés; DHxLW; Duroc Holandés x Large White; PIxLW, Pietrain x Large White) sacrificándolos a 120 ó 135 kg PV. La línea materna fue Landrace x Large White en todos los casos. Cada tratamiento se replicó 24 veces y la unidad experimental fue un departamento con cinco cerdos alojados conjuntamente.

En ambos casos los cerdos se alojaron a una densidad de 1,00 m^2/cerdo en una nave de ambiente natural y tuvieron acceso *ad libitum* al agua y al alimento granulado durante todo el ensayo. Las dietas, basadas en maíz y harina de soja, se formularon para satisfacer o exceder los requerimientos del National Research

Council (1998) para cerdos de esta edad. El crecimiento individual, el consumo de pienso y el índice de conversión por réplica se midieron cada 14 d.

Parámetros de la canal

En el matadero se pesaron las canales en caliente para determinar el rendimiento. Asimismo, se midió la longitud de la canal, el espesor de grasa dorsal (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y el pH a 45 min y a 24 h *postmortem* (pH_{45}, pH_{24}) en el *m. semimembranosus*. También se analizó el peso y rendimiento en piezas nobles (lomos, jamones y paletas) de cada canal individualmente.

Parámetros de la carne

Se tomó una muestra de 300 ± 15 g del *m. longissimus* del lomo izquierdo de cada canal a la altura de la última costilla para estimar la composición química (extracto etéreo, proteína bruta y humedad), el color (CIE, 1976), el contenido en mioglobina, y las pérdidas por descongelación. Asimismo, la textura, usando una célula de Warmer-Bratzler, y las pérdidas por cocinado se determinaron mediante el método descrito por Honikel (1998).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) incluyendo en el modelo el PS como efecto principal.

RESULTADOS

Ensayo I

El incremento en el PS de 116 a 133 kg PV empeoró la ganancia diaria en 38 g/d ($P < 0,01$) y la conversión alimenticia en 100 g ($P < 0,001$) por cada 10 kg extras de peso vivo final. Asimismo, por cada 10 kg de PS, el rendimiento de la canal aumentó en 0,6 unidades porcentuales, el espesor de grasa dorsal en 2,4 mm y la longitud de la canal en 2,0 cm ($P < 0,001$). El peso de los jamones y las paletas aumentó con el PS ($P < 0,001$) pero su rendimiento no varió ($P > 0,05$). Asimismo, el pH_{45} ($P < 0,05$), pero no el pH_{24}, aumentó con el peso. El incremento de PS no afectó la composición química de la carne. Sin embargo, el valor L* disminuyó ($P < 0,001$) y el a* ($P < 0,01$) y el contenido en mioglobina ($P < 0,001$) aumentaron con el peso. No se observó influencia alguna del PS sobre la textura o las pérdidas por cocinado de la carne, pero las pérdidas por descongelación disminuyeron en 1,2 unidades porcentuales por cada 10 kg de PS ($P < 0,01$).

Ensayo II

No se observó interacción alguna entre la línea paterna y el peso al sacrificio para ninguno de los parámetros estudiados por lo que en este trabajo se presentan sólo los datos relativos al peso al sacrificio. Los cerdos sacrificados a 135 kg comieron más pienso (2,58 vs 2,47 kg/d; $P < 0,001$) y fueron menos eficientes (2,76 vs 2,67

g/g; $P < 0,01$) que los cerdos sacrificados a 120 kg, pero los crecimientos diarios fueron similares. El aumento del PS incrementó la longitud de la canal (88,4 vs 85,4 cm; $P < 0,001$) pero no afectó al rendimiento de la misma ni al espesor de grasa dorsal. Los cerdos sacrificados a 120 kg tuvieron mayor pH_{24} que los cerdos sacrificados a 135 kg (5,87 vs 5,78; $P < 0,05$) pero no se observó efecto alguno del peso sobre el pH_{45}. Por otro lado, el incremento de PS aumentó el peso de las piezas nobles (51,1 vs 46,7 kg; $P < 0,001$) pero redujo su proporción en la canal (48,0 vs 49,1%; $P < 0,001$). El incremento en el PS aumentó la grasa intramuscular (2,8 vs 2,5%; $P < 0,01$) y tendió a disminuir el contenido en humedad del lomo (73,6 vs 73,8%; $P < 0,10$). Asimismo, la tendencia al rojo (4,75 vs 4,21; $P < 0,001$) y la intensidad del color de la carne (10,7 vs 10,3; $P < 0,01$) incrementaron con el peso. Las pérdidas por descongelación fueron mayores para los cerdos sacrificados a 120 kg (6,4 vs 8,7%; $P < 0,001$) pero no se observó ningún efecto del peso sobre la dureza o las pérdidas por cocinado.

En base a los resultados concluimos que el incremento de peso al sacrificio empeora la productividad en campo, así como la calidad de la canal. Sin embargo, un incremento del PS mejora la calidad de la carne, en especial su contenido en grasa intramuscular, lo que puede resultar de interés para la industria de productos curados.

REFERENCIAS

Barton-Gade P. A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. Livest. Prod. Sci. 16: 187-196.

Beattie, V. E., Weatherup, R. N., Moss, B. W. y Walker, N. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. Meat Sci. 52: 205-211.

Candek-Potokar, M., Zlender, B. y Bonneau, M.. 1997. Effets du poids et de l'âge à l'abattage sur la composition chimique du muscle long dorsal de porcs croisés Duroc x (Landrace x Large White). Journ. Rech. Porcine Fr. 29: 391-396.

Commission International de l'Eclairage. 1976. International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. 15 (E-1.3.1). Bareau Central de la CIE, París, Francia.

Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assesment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49: 447-457.

National Research Council. 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press. Washington DC, EEUU.

Richmond, R. J. y Berg, R. T. 1971. Tissue development in swine as influenced by live weight, breed, sex and ration. Can. J.Anim. Sci. 51: 31-38.

Statistical Analysis Systems Institute. 1990. SAS user's guide: statistics. Version 6, 4th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU.

Wood, J. D. 1993. Consequences of changes in carcass composition on meat quality. En: The control of fat and lean deposition (ed. P. J. Buttery, K. N. Boorman and D B. Lindsay), pp. 331-353. Butterworth-Heinemann, Oxford, Gran Bretaña.

COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS PONEDORAS (I): PRODUCCIÓN DE HUEVOS

A. Villagrá, V. Blanes, P.L. Guillén, M. Lainez, A. Torres
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia

INTRODUCCIÓN

La industria del huevo, basada mayoritariamente en jaulas en batería, ha recibido crecientes críticas reclamando modificaciones en el ambiente de producción con el fin aparente de mejorar el bienestar de las gallinas (Craig y Swanson, 1994). Las jaulas en batería están siendo cuestionadas por proporcionar un ambiente poco estimulante para el animal. Así, la nueva legislación europea sobre Bienestar Animal exige el uso de jaulas de ambiente enriquecido desde el año 2003.

En este contexto se puede situar el objetivo general de este trabajo, que consiste en la comparación de tres sistemas típicos de producción: jaulas convencionales, jaulas pre-enriquecidas y aviario.

Se trata, en definitiva, de recoger una información sobre los tres sistemas lo más amplia y precisa posible, que permita compararlos de forma objetiva, en los aspectos de producción de huevos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado tres granjas pertenecientes a la empresa "Huevos Guillén S.L." y localizadas en Sinarcas. Este municipio, con una extensión de unos 103 km^2, se encuentra en el noroeste de la provincia de Valencia, lindando con la Comunidad de Castilla-La Mancha. Su acceso principal es la carretera nacional N-330 que conecta en Utiel con la autovía Madrid-Valencia.

La granja 1 es una nave de dimensiones 125x6m de jaulas convencionales con capacidad para 12000 gallinas; cada jaula alojaba a cinco gallinas, y puesto que las dimensiones de cada jaula eran 50x45x45cm, las aves disponían de 450 cm^2; la estirpe comercial alojada es *Hy-Line*, y entraron en la explotación en marzo de 2002 con 18 semanas de edad.

La granja 2 es una nave de 92x13m de jaulas pre-enriquecidas *Zucami* (provistas de limauñas) con capacidad para 52000 gallinas; en este caso, las dimensiones de las jaulas eran 60x50x50cm, y puesto que cada jaula alojaba a siete gallinas, éstas disponían aproximadamente de 550 cm^2/ave. La estirpe comercial alojada era igualmente Hy-Line y eran alimentadas con la misma dieta que en el caso de la granja 1. Entraron en la explotación en abril de 2002 con 18 semanas de vida.

En lo referente a la granja 3, era un aviario modelo NaturaNova de la empresa Big Dutchman, con capacidad para 15900 gallinas y con unas dimensiones de 72x13,2m, separado en dos compartimentos simétricos que alojaban cada uno de ellos a unas 7000 aves de las estirpes *Lohman* y *Lohman Tradition*; ello suponía una densidad de 15 aves/m^2. En este caso, existían los dispositivos típicos de los aviarios: aseladeros, comederos y bebederos, slat y nidales de puesta.

La toma de los datos se realizó del siguiente modo:

- Producción de huevos: conteo diario de los huevos obtenidos, realizado por el propio granjero. Se determinó, asimismo, la producción total de huevos a las 24 semanas de puesta (semana 42 de vida de las pollitas), sumando el total de huevos producidos hasta ese momento y dividiéndolo por el número de gallinas existentes. Este dato se comparó con las medias teóricas que alcanzan las estirpes comerciales.

  Además, con el dato de producción de huevos en un periodo dado y las existencias de aves, se determinó el índice de puesta semanal entre la primera semana de puesta y la semana 24. Posteriormente, se calculó la media del índice de puesta para cada uno de los sistemas.
- Porcentaje de huevos rotos: se determinó diariamente el número de huevos rotos por simple conteo, calculando posteriormente el porcentaje respecto al total de huevos producidos ese día.
- Porcentaje de huevos sucios: se determinó igual que en el caso anterior

- Porcentaje de huevos puestos fuera del nido en el sistema en suelo: se determinó igual que en el caso anterior

La comparación de sistemas se realizó mediante un análisis de varianza factorial de factores fijos, y cuando un efecto resultaba significativo, la comparación de medias se realizó mediante el test de Newman-Keuls. Tales análisis estadísticos se realizaron con el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

➢ Producción de huevos e índice de puesta

El sistema de producción resultó significativo ($p \leq 0,001$) en el análisis de varianza.

Los índices de puesta medios de cada uno de los sistemas se presentan en la **Tabla 1**, comprobándose que los mejores resultados se obtienen en la granja de jaulas convencionales seguida de la estirpe Lohman del aviario; en las jaulas pre-enriquecidas, el índice de puesta fue significativamente inferior al de las convencionales y a la media de la estirpe *Hy-Line*, pero del mismo orden que la estirpe *Lohman* del aviario. A la vista de estos resultados, se puede deducir que la estirpe *Tradition* del aviario presenta un índice de puesta inferior en un 15% al obtenido en las jaulas convencionales, y en un 6,5% al de las jaulas pre-enriquecidas.

Tabla 1. Efecto del sistema sobre el índice de puesta

Sistema de producción	IP	Producción
Jaulas convencionales	87,64[a]	142[a]
Jaulas pre-enriquecidas	79,52[b]	126[b]
Aviario (estirpe Lohman)	81,24[ab]	133[ab]
Aviario (estirpe Tradition)	74,32[c]	123[c]
Testigo Hy-Line	87,65[a]	136[a]
Testigo Tradition	87,71[a]	137[a]

[a, b, c]: letras distintas indican diferencias significativas al nivel del 5%, como mínimo

Además, la estirpe *Tradition* presenta unos resultados sensiblemente inferiores y alejados de su media teórica, cosas que no ocurre en las convencionales y la estirpe Lohman del aviario.

Del mismo modo, al realizar el análisis de la producción de huevos por gallina existente a las 24 semanas de puesta, se obtienen los valores representados igualmente en la **Tabla 1**, deduciéndose lo mismo que en el caso del Índice de puesta.

Esto coincide con autores como Galarza (2000) y otros (Anónimo, 1999) que constatan una menor producción huevera en los sistemas al aire libre o en semilibertad. En este mismo sentido también apuntan los estudios de Glatz y Ru (2001) que indican que el porcentaje de puesta en este tipo de sistemas es sensiblemente inferior al obtenido por los estándares comerciales en jaulas en batería. Tanaka y Hurnik (1996) observaron las mismas diferencias pero más suaves, tan sólo del 2%. Barnett (1999) también apoya esta afirmación, al argumentar que en los aviarios la producción huevera se reduce en un 3% aproximadamente, al igual que Taylor y Hurnik (1996) que observaron unas diferencias de la misma magnitud a favor de las jaulas convencionales. Del mismo modo, Cunningham (1996) afirma que con un espacio superior a los 387 cm^2/ave la productividad obtenida es óptima, independientemente del sistema de producción.

Por el contrario, Anderson y Adams (1994) defienden que no existen diferencias significativas entre las jaulas convencionales y los sistemas en suelo, estando de acuerdo con otros autores citados por ellos como Blaylock (1974) y Jin y Craig (1988).

➢ Porcentaje de huevos sucios, rotos y puestos fuera del nido

En el caso del porcentaje de huevos sucios y rotos, hubo importantes diferencias en el sistema de producción, siendo mucho más marcadas en el caso de los huevos sucios ($p \leq 0,001$).

En las jaulas convencionales, el porcentaje de huevos sucios fue muy inferior al obtenido en cualquiera de los otros sistemas, como aparece en la **Figura 1**; en el aviario existen diferencias entre estirpes, pero no difieren significativamente del resultado de las jaulas pre-enriquecidas.

Sin embargo, sorprenden los resultados del porcentaje de huevos rotos, ya que es en las jaulas convencionales en las que mayor porcentaje se alcanza, no existiendo diferencias entre el aviario y las jaulas pre-enriquecidas (**Figura 1**). En este último caso, la razón que explicaría el menor valor puede ser el limauñas, como apunta Cepero (2000), ya que al tener un efecto muy claro sobre la longitud de las uñas, puede ser un factor positivo para disminuir los huevos agujereados y rotos.

En el citado estudio de Cepero (2000), el porcentaje de huevos sucios era más elevado en las jaulas convencionales, y menor el de rotos, presentando además cierta tendencia a disminuir ambos porcentajes conforme disminuye la densidad de aves. Esto contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo.

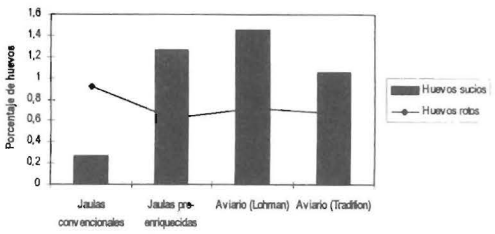


Figura 1. Efecto del sistema de producción sobre el porcentaje de huevos sucios y rotos

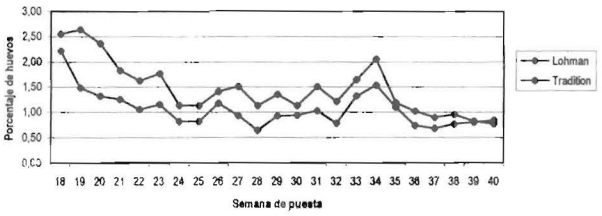


Figura 2. Evolución del porcentaje de huevos puestos en suelo

Por otra parte, en la **Figura 2** se muestra el porcentaje de huevos puestos en el suelo para las dos estirpes del aviario, donde se puede observar la tendencia a la baja que presenta en ambas conforme aumenta la edad de la gallina. La media para la estirpe *Lohman* fue de 1,46% y para la estirpe *Tradition* 1,06%, sin superar en ningún caso el 2,55% del total de huevos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, K.E. y ADAMS, A.W. (1994): "Effects of cage versus floor rearing environments and cage floor mesh size on bone strength, fearfulness and production of single comb White Leghorn hens". Poultry Science, 73: 1233-1240
- ANÓNIMO (1999): "El huevo "bio" gana terreno al huevo producido al aire libre". Selecciones Avícolas. Junio 1999. Págs. 353-355
- BARNETT, J.L. (1999): "Evaluation of alternative egg laying production systems in Europe". Travel Report del RIRDC. Diciembre, 1999.
- CEPERO, R. (2000): "La calidad del huevo y el método de producción (y II)". Selecciones Avícolas. Septiembre 2000. Págs. 535-538
- CRAIG, J.V. y SWANSON, J.C. (1994): "Review: welfare perspectives on hens kept for egg production". Poultry Science 73: 921-938
- CUNNINGHAM, D.L. y MAULDIN, J.M. (1996): "Cage housing, beak trimming, and induced molting of layers: a review of welfare and production issues". Journal of Applied Poultry Research, 5: 63-69
- GALARZA, J.L. (2000): "Análisis de la Directiva 1999/74/CE del Consejo de la UE sobre las jaulas y las aviculturas alternativas". Selecciones Avícolas. Enero 2000. Págs. 7-13
- GLATZ, P.C. y RU, YINGJUN (2001): "Ecoshelter housing of free range poultry integrated into a pasture/crop rotation system in the wheat belt of Australia". Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare. Suiza
- TANAKA, T. y HURNIK, J.F. (1992): "Comparison of behaviour and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary". Poultry Science, 71: 235-243
- TAYLOR, A.A. y HURNIK, J.F. (1996): "The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary". Poultry Science, 75: 47-51

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 220-222

COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS PONEDORAS (II): OTROS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

A. Villagrá, M. Lainez, P.L. Guillén, A. Torres
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de una serie, cuyo planteamiento general se expuso en un trabajo precedente (Villagrá *et al.*, 2003), que pretende la comparación de tres sistemas típicos de producción: jaulas convencionales, jaulas pre-enriquecidas y aviario.

En éste concretamente, y puesto que no puede restringirse el estudio a la producción propiamente dicha, se aborda el estudio de parámetros directamente relacionados con ella, como son la mortalidad, el peso de las aves y el índice de conversión.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología general y las instalaciones utilizadas son las descritas en el trabajo citado (Villagrá *et al.*, 2003).

La toma de los datos de las variables a estudiar se realizó del siguiente modo:

- Mortalidad de las gallinas: cada día se hacía un recuento de las bajas de gallinas y a final de cada semana se obtenía el porcentaje respecto a las existencias del periodo anterior. Se estudió desde la primera semana de puesta hasta el final del estudio.
- Índice de conversión: el índice de conversión (IC) utilizado fue el de kg pienso/docena de huevo, resultante de dividir los kilos de pienso consumidos un mes determinado entre las docenas de huevos producidas ese mismo mes.
- Peso de los animales: cada quince días y entre la semanas 36 y 48 de vida de las aves, se pesaron cien gallinas de cada una de las granjas, con el objeto de comprobar si existían diferencias entre ellas. Para pesarlas, se utilizó un dinamómetro con una capacidad de medida de 5 kg y precisión de ±50 gramos, de la marca "*Tokio SK, Kamoshita*".

La comparación de sistemas se realizó mediante un análisis de varianza factorial de factores fijos, y cuando un efecto resultaba significativo, la comparación de medias se realizó mediante el test de Newman-Keuls. Tales análisis estadísticos se realizaron con el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

➢ Mortalidad de las aves

Esta variable resultó significativa ($p \leq 0{,}001$) para el sistema de producción, siendo los valores medios obtenidos los presentados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Efecto del sistema sobre la mortalidad

Sistema de producción	Media
Jaulas convencionales	0,081[a]
Jaulas pre-enriquecidas	0,138[a]
Aviario (estirpe Lohman)	0,428[b]
Aviario (estirpe Tradition)	0,403[b]

[a, b]: letras distintas indican diferencias significativas al nivel del 5%, como mínimo

Se pone de manifiesto que entre los dos sistemas de producción en batería no hay diferencias en la mortalidad, así como tampoco entre las dos estirpes comerciales criadas en el aviario, pero sí

entre ambos sistemas de explotación, siendo considerablemente superior en el caso del aviario que en las baterías.

En general, este resultado está de acuerdo con el obtenido por diferentes autores que apuntan que la mortalidad en los sistemas al aire libre es superior a la de los sistemas con jaulas (Champagne, 1991), pero el valor obtenido en este estudio es bastante mejor que el conseguido por otros autores que sitúan la mortalidad en los sistemas en suelo en torno al 10% (Galarza, 2000 y Anónimo, 1999), y en el caso concreto de los aviarios, en torno al 13% según Glatz y Ru (2001) ó 3% según Barnett (1999).

➢ Índice de Conversión

En el estudio mensual del IC, no se detectaron diferencias significativas para el sistema de puesta, pero a pesar de ello, el que alcanza un mayor valor es el aviario, siendo el que menor IC presenta el sistema de jaulas pre-enriquecidas, con un valor muy próximo en el caso de las jaulas convencionales. Los resultados medios se exponen en la **Tabla 2**.

Esto supone una diferencia entre el aviario y las jaulas en batería de 1,6 kg pienso/docena de huevos, resultados que van en la línea de otros estudios, pero de forma más marcada, ya que el IC en los aviarios suele estar en torno a 2,52 kg pienso/docena (Champagne, 1991). En cualquier caso, en los sistemas alternativos el consumo de pienso es considerablemente mayor, alrededor de un 10% según Fiks-Van Niekerk (2000), un 13% para Barnett (1999) o un 11% en otro estudio (Anónimo, 1999). Por su parte, Cepero (2001) apunta como causa que las aves en jaulas convencionales ofrecen una intensidad de puesta y un tamaño de huevo algo mejores, y por tanto índices de conversión algo más favorables.

Tabla 2. Efecto del sistema sobre el IC

Sistema de producción	Valor
Jaulas convencionales	2,040±0,61
Jaulas pre-enriquecidas	1,964±0,61
Aviario	3,594±0,61

➢ Peso de las aves

Para el peso de las aves, resultó igualmente significativo el sistema de producción ($p \leq 0,001$). Así, en la **Tabla 3** se comparan los resultados del sistema de producción con los valores medios de las estirpes comerciales, pudiendo observarse que ni las gallinas alojadas en baterías ni las del aviario, han llegado a los valores que potencialmente podían haber alcanzado. Así, las que más se alejan de la media teórica son las aves alojadas en las jaulas convencionales, y las que más se aproximan a ese valor, son las del aviario. En cualquier caso, se puede afirmar que el sistema que mayores pesos obtiene es el de las jaulas pre-enriquecidas y el que menos, el aviario, seguido muy de cerca de las jaulas convencionales.

Tabla 3. Efecto del sistema sobre el peso de las aves

Sistema de producción	Media
Jaulas convencionales	1,780[a]
Jaulas pre-enriquecidas	1,839[b]
Aviario	1,741[c]
Testigo Hy-Line	2,146[d]
Testigo Tradition	1,986[e]

a, b, c: letras distintas indican diferencias significativas al nivel del 5%, como mínimo

Diversos autores coinciden en afirmar que el peso de las aves es inferior en los aviarios, alrededor de un 12% según Glatz y Ru (2001) o diferencias de unos 50 gramos según otro estudio (Anónimo, 1999, pero siempre con valores cercanos a los dos kilos, que no ha sido el caso estudiado, ya que los pesos oscilan alrededor de 1,800 kg. Igualmente, Taylor y Hurnik (1994) encontraron unas diferencias entre las

jaulas convencionales y los aviarios de unos 40 gramos, a favor de las primeras y también con pesos más elevados que los detectados en este estudio.

En cambio, Anderson y Adams (1994) argumentan que las gallinas criadas en suelo alcanzan pesos ligeramente superiores a las criadas en jaulas, concretamente unos 40 gramos, aunque son escasos los estudios encontrados en este sentido.

Tampoco se encuentran trabajos que apoyen la diferencia encontrada entre los dos tipos de jaulas. Bien al contrario, Cepero (2001) apunta que no existen diferencias significativas entre las jaulas convencionales y las jaulas enriquecidas, en las que las gallinas tienen más espacio que en las pre-enriquecidas, además de elementos adicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, K.E. y ADAMS, A.W. (1994): "Effects of cage versus floor rearing environments and cage floor mesh size on bone strength, fearfulness and production of single comb White Leghorn hens". Poultry Science, 73: 1233-1240
- ANÓNIMO (1999): "El huevo "bio" gana terreno al huevo producido al aire libre". Selecciones Avícolas. Junio 1999. Págs. 353-355
- BARNETT, J.L. (1999): "Evaluation of alternative egg laying production systems in Europe". Travel Report del RIRDC. Diciembre, 1999.
- CEPERO *et al.* (2001): "Jaulas "etológicas" de ambiente enriquecido en gallinas ponedoras". IX Jornadas sobre producción animal, 25-27 abril 2001. Zaragoza. España. ITEA. Extra: 22 (2). Págs. 505-507
- CHAMPAGNE, J. (1991): "La producción de huevos "al aire libre" continua su desarrollo". Selecciones Avícolas. Febrero 1991. Págs. 109-119
- FIKS-VAN NIEKERK *et al.* (2000): "Experiencias con distintos modelos de jaulas equipadas". Selecciones Avícolas. Diciembre 2000. Págs. 786-796
- GALARZA, J.L. (2000): "Análisis de la Directiva 1999/74/CE del Consejo de la UE sobre las jaulas y las aviculturas alternativas". Selecciones Avícolas. Enero 2000. Págs. 7-13
- GLATZ, P.C. y RU, YINGJUN (2001): "Ecoshelter housing of free range poultry integrated into a pasture/crop rotation system in the wheat belt of Australia". Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare. Suiza
- TAYLOR, A.A. y HURNIK, J.F. (1994): "The effect of long-term housing in an aviary and battery cages on the physical condition of laying hens: body weight, feather condition, claw length, foot lesions and tibia strength". Poultry Science, 73: 268-273

COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS PONEDORAS (III): PARÁMETROS DE CALIDAD DEL HUEVO

A. Villagrá, M. Lainez, P.L. Guillén, A. Torres
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe en Europa una muy clara legislación que define las características que todo huevo ha de tener para que pueda ser comercializado dentro de la Unión Europea. Esta reglamentación clasifica los huevos en distintas categorías comerciales, dependiendo de parámetros tales como la altura del albumen, el peso, la inclusión de cuerpos extraños, etc. (Hernández, 1999). En este sentido, dentro de la serie de trabajos de comparación de tres sistemas típicos de producción de gallinas ponedoras, en este se aborda el estudio de este tipo de parámetros.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología general y las instalaciones utilizadas son las descritas en el trabajo citado (Villagrá *et al.*, 2003).

La toma de los datos de las variables a estudiar se realizó del siguiente modo:

- Grosor de la cáscara: la resistencia de la cáscara a la rotura depende de su grosor, por lo que su medición puede proporcionar una información valiosa sobre su solidez (Buxadé, 1987). Se determinó el grosor de la cáscara en la muestra de 160 huevos con un micrómetro Mitutoyo en la zona del ecuador del huevo, que es donde se suele medir.
- Calidad del albumen (altura de albumen y Unidades Haugh): la unidad Haugh es el método más comúnmente usado para medir la calidad interna del huevo, una vez roto éste. Se determina a partir de la elevación de la clara espesa (albumen denso) en el punto marcado en la **Figura 1** mediante un micrómetro calibrador (Mountney y Parkhurst, 2001). Relacionando el logaritmo del espesor del albumen denso y corrigiendo en función del peso del huevo, se obtienen las Unidades Haugh. En este caso, el micrómetro utilizado era de la marca TSS OCHTM, realizándose la prueba en los mismos huevos de los apartados anteriores.

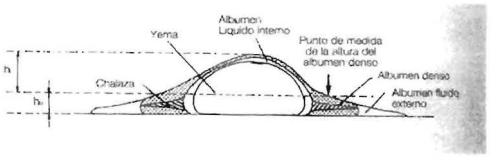


Figura 1. Medición de la altura de albumen (Fuente: Sauveur (1993)

En Estados Unidos, se establecen diferentes clases de huevos este parámetro, que son:

Clase AA ..... >79 UH
Clase A ..... 79>UH≥55
Clase B ..... 55>UH≥31
Clase C ..... UH<31

- Color de la yema: se midió cada quince días en 20 huevos de cada granja, entre las 36 y las 48 semanas hasta llegar a un total de 140 huevos de cada uno de los sistemas. Se utilizó un abanico colorimétrico Roche ("Yolk Colour Fan"), a simple vista. El método consiste en la comparación de la yema del huevo con la escala de este abanico, graduada de 1 a 15, teniendo los tonos amarillos muy pálidos unos valores inferiores a 7, los amarillos intensos desde 7 hasta 12 y llegando los anaranjados hasta el máximo. Según "Huevos Guillén SL" lo deseable es alcanzar valores entre 12 y 13.
- Tamaño de los huevos: se tomó una muestra de veinte huevos de cada sistema cada quince días, desde las 36 hasta las 48 semanas de vida de las

aves, pesándose cada huevo en una balanza de precisión "OHAUS Portable Advanced CT600" con una precisión de ±1 gr. Posteriormente, se agruparon en cuatro clases, según el peso: S (menor de 53 gramos), M (de 53 a 63 gramos), L (de 63 a 73 gramos) y XL (mayor de 73 gramos).

La comparación de sistemas se realizó mediante un análisis de varianza factorial de factores fijos, y cuando un efecto resultaba significativo, la comparación de medias se realizó mediante el test de Newman-Keuls. Tales análisis estadísticos se realizaron con el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

➢ Grosor de la cáscara

El grosor de la cáscara no varió en función del sistema de producción, siendo su valor medio 0,53±0,047 mm.

➢ Altura de albumen y Unidades Haugh

El caso de la altura de albumen, presenta la peculiaridad de que no se ve afectado por el sistema de producción, pero sí las Unidades Haugh (UH), aunque ambos siguen la misma tendencia, como se aprecia en la **Figura 2**. Así, parece claro que el aviario presenta un valor más elevado de UH, aunque no difiere significativamente del obtenido para el sistema de jaulas convencionales; en cambio, sí que existe una gran diferencia respecto a las jaulas pre-enriquecidas.

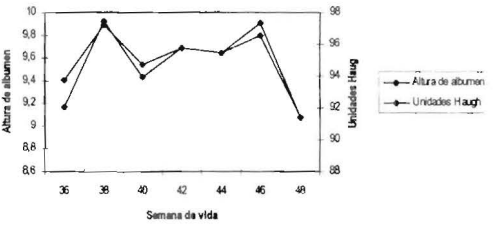


Figura 2. Efecto del sistema de producción sobre la altura de albumen y las UH

➢ Color de la yema

En la **Figura 3** se presentan los datos obtenidos tras el análisis, observándose que se obtuvo mayor color de yema en los huevos del aviario y menor en los de las jaulas pre-enriquecidas.

El color de la yema, además de este análisis de varianza, se estudió también mediante un test chi cuadrado, para hacer un estudio por clases, resultando significativo para el factor sistema de producción ($p \leq 0{,}001$), que corroboran el resultado del análisis anterior, comprobándose con claridad que los huevos del aviario son más oscuros que los producidos en las jaulas en batería, como mostraba, entre otros datos, el mayor porcentaje de huevos con color 13. No obstante, casi la mayoría de los huevos se situaron en el color 12.

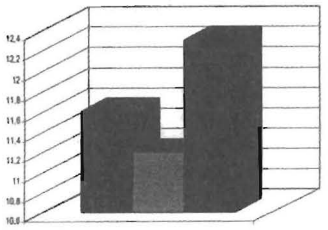


Figura 3. Efecto del sistema sobre el color de la cáscara

➢ Tamaño del huevo

En la **Tabla 1** se comparan los resultados de los pesos obtenidos con los de referencia, es decir, con la media teórica de las estirpes explotadas. En ella se puede comprobar que a pesar de que los huevos producidos en las jaulas convencionales tienen un tamaño diferente de los producidos en las jaulas pre-enriquecidas, ninguno de los dos difiere de forma significativa de la media para la estirpe Hy-Line ($p \leq 0{,}001$). Del mismo modo, el peso obtenido en el aviario, se corresponde con el teórico para la estirpe Tradition.

Estas pequeñas diferencias van en idéntico sentido al señalado por distintos autores. Así, Galarza (2000) afirma que el peso del huevo obtenido en los sistemas alternativos es ligeramente inferior al de las baterías, pero no es el único, mientras que otro autor apunta una diferencias entre estos sistemas de 0,8 gramos (Anónimo, 1999). Por su parte, Glatz y Ru (2001) aumentan esta diferencia a 6,7 gramos, cifrando el peso en valores más bajos que los presentados en la Tabla 1, pero Barnett (1999) da apenas un 1,6% de diferencia entre ellos y Anderson y Adams (1994) otorgan una diferencia de 0,7 gramos a favor de las jaulas convencionales. En cambio, Tanylor y Hurnik (1994) no encuentran diferencias significativas entre los sistemas en suelo y las jaulas en batería.

Tabla 1. Comparación de los pesos medios de los huevos en los tres sistemas y los resultados teóricos de las estirpes empleadas

Sistema de producción	Peso huevo (gr/unidad)
Jaulas convencionales	66,467[a]
Jaulas pre-enriquecidas	68,771[b]
Aviario	66,822[a]
Testigo Hy-Line	67,786[ab]
Testigo Tradition	65,843[a]

[a, b]: letras distintas indican diferencias significativas al nivel del 5%, como mínimo

En contraposición a todo lo anterior, está Van Horne (1996), cuyo estudio comparativo entre baterías y aviarios arroja una diferencia de 1,2 gramos/huevo a favor de estos últimos

Además de estudiarse el peso del huevo mediante un análisis de varianza, se realizó un test chi cuadrado para conocer las diferencias en la distribución de los huevos por clases; dicho test resultó significativo ($p \leq 0,03$), y permitió observar que la mayor parte de los huevos analizados pertenecían a la clase L, es decir, pesaban entre 63 y 73 gramos. Igualmente, permitió deducir que los huevos más pequeños eran los de la granja de jaulas convencionales y los de mayor tamaño, los pertenecientes a la granja de jaulas pre-enriquecidas, quedando en una posición intermedia el aviario, que por otro lado, es el que presentó en este muestreo, el huevo más grande. Estos datos se corresponden con los anteriormente comentados de peso del huevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUXADÉ, C. (1987): "La gallina ponedora". Ediciones Mundi-Prensa. 1ª edición. Madrid
- ANDERSON, K.E. y ADAMS, A.W. (1994): "Effects of cage versus floor rearing environments and cage floor mesh size on bone strength, fearfulness and production of single comb White Leghorn hens". Poultry Science, 73: 1233-1240
- BARNETT, J.L. (1999): "Evaluation of alternative egg laying production systems in Europe". Travel Report del RIRDC. Diciembre, 1999.
- GALARZA, J.L. (2000): "Análisis de la Directiva 1999/74/CE del Consejo de la UE sobre las jaulas y las aviculturas alternativas". Selecciones Avícolas. Enero 2000. Págs. 7-13
- GLATZ, P.C. y RU, YINGJUN (2001): "Ecoshelter housing of free range poultry integrated into a pasture/crop rotation system in the wheat belt of Australia". Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare. Suiza
- HERNÁNDEZ, J.M. (1999): "Calidad del huevo percibida por el consumidor urbano español: hábitos de compra y consumo de huevo". Selecciones Avícolas. Febrero 1999. Págs. 70-77
- MOUNTNEY, G.J. y PARKHURST, C.R. (2001): "Tecnología de productos avícolas". Editorial Acribia. 1ª edición. Zaragoza
- SAUVEUR, B. (1993): "El Huevo para consumo: bases productivas". Ediciones Mundi-Prensa y AEDOS Editorial. 1ª Edición. Madrid
- TAYLOR, A.A. y HURNIK, J.F. (1996): "The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary". Poultry Science, 75: 47-51
- VAN HORNE, P.L.M. (1996): "Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages". British Poultry Science, 37: 255-261

RESULTADOS DE LA INCUBACION DE HUEVOS DE GALLINAS DE LA RAZA EXTREMEÑA AZUL INSEMINADAS CON SEMEN FRESCO

Angel Muriel Durán
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura.
06187- Guadajira(Badajoz)

INTRODUCCION

La raza de gallinas Extremeña Azul, como se indica en el libro "Razas de gallinas españolas" (Orozco, 1989), se creó a base de aves que existían en algunos cortijos de Extremadura. La creación de esta raza ha pasado por diferentes situaciones. En la actualidad, entre otras actuaciones, este material animal se ha utilizado en el desarrollo de un proyecto de investigación titulado: "Posibilidades de explotación de la raza de gallinas Extremeña Azul para la producción de carne". Dentro de este estudio, uno de los objetivos era ajustar las características morfológicas del lote de animales que la Junta de Extremadura posee en la finca experimental Valdesequera a la propuesta de patrón de la raza presentado en el año 2000 (Orozco, 2000).

Para conocer el padre y la madre de cada pollito nacido empleamos la inseminación artificial como técnica de reproducción animal.

Con este trabajo pretendemos mostrar los resultados obtenidos de la incubación de 1412 huevos de gallinas realizada entre los meses de febrero y marzo de 2002.

MATERIAL Y METODOS

Para generar los huevos incubables utilizamos 168 gallinas y 28 gallos nacidos en mayo de 2001. Su crianza se inició en suelo y al cumplir 18 semanas de edad fueron alojados en jaulas individuales.

La recolección del semen se inició en el mes de febrero de 2002, cuando los machos tenían 40 semanas de edad, mediante la técnica de Burrows y Quinn (1935).

Cada seis eyaculados recogidos se procedía a inseminar a las hembras asignadas. Y así sucesivamente hasta inseminar la última gallina.

Las gallinas fueron inseminadas una vez a la semana, recibiendo en cada inseminación un volumen de 0.1 mililitros, con la que pretendíamos aplicar al menos 100 millones de espermatozoides por inoculación. La inseminación se realizaba por la mañana, entre 6-8 horas después del encendido de las luces del gallinero.

La recogida de huevos se inició 48 después de la primera inseminación y se efectuaba todos los días a partir de las 13 horas. Para asegurarnos la genealogía de los huevos puestos, éstos eran marcados con el número de jaula antes de ser retirados del gallinero (Muriel, 2001a).

Los huevos recogidos fueron almacenados en una cámara de frío que marcaba una temperatura de 12-13ºC, siendo 14 días la edad de los huevos con mayor tiempo de almacenamiento. Antes de ser introducidos en la incubadora, los huevos fueron sometidos a un precalentamiento realizado de la misma manera que la descrita, en un trabajo previo, con huevos de pintada (Muriel, 2001b).

Los huevos fueron incubados en una incubadora que tenía como valores consigna una temperatura de 37.7ºC y una humedad relativa de 52%. El día de la carga se aprovechó para la desinfección de los huevos con una mezcla de formaldehido y permanganato potásico. Tras 18 días, fueron trasferidos a una nacedora para la que se programó una temperatura de 36.94ºC y una humedad relativa de 54%.

Se procedió a pesar una muestra de 300 pollos el día de los nacimientos.

Para determinar la mortalidad embrionaria se realizó el análisis de los huevos no eclosionados al nacimiento. El procedimiento seguido consistió en romper los huevos por su extremo redondeado, dado que generalmente allí se localiza el desarrollo embrionario. De acuerdo con Martínez-Alesón (1999), hemos dividido el desarrollo embrionario y, por consiguiente, la mortalidad embrionaria en cuatro períodos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El día 21 de incubación se retiraron 1024 pollitos. Esto significa una tasa de nacimientos, respecto del total de huevos, del 72.52%. Este término también es conocido como incubabilidad bruta o total.

Para realizar una evaluación de esta incubación se presenta la **tabla 1**.

Tabla 1. Productividad de los huevos incubables de gallinas Extremeña Azul determinada bajo varios criterios

Categoría	Huevos	Porcentaje (%)
Total de huevos	1412	100
Huevos infértiles	189	13.39
Huevos fértiles	1223	86.61
Huevos picados no nacidos	11	0.90
Número total de pollitos	1024	72.52
Nacimientos de huevos fértiles		83.73
Pollitos de segunda categoría	14	0.99
Pollitos de primera categoría	1010	71.53
Mortalidad a los 7 días de edad	8	0.79
Productividad total	1002	70.96

Nota: El número de huevos infértiles fue determinado tras un período de incubación de 21 días

El éxito de la incubación y la calidad de los pollitos producidos han sido tradicionalmente el criterio por el que se juzga a una sala de incubación o a las incubadoras que hay en ella (Decuypere y cols., 2001).

Si la incubabilidad es calculada a partir del número de huevos cargados obtenemos, como se ha mencionado previamente, 72.52% de nacimientos. Pero si se tienen en cuenta solamente los huevos fértiles, la incubabilidad mejora hasta 83.73% de nacimientos (este término también se le conoce como incubabilidad neta o real).

Sin embargo, si a la hora de hacer el cálculo se descuentan los pollitos muertos en la nacedora y los de desecho, el valor total de la producción de los huevos incubados disminuye a 71.53%.

Por último, si se valora la mortalidad en el gallinero durante la primera semana de vida, entonces la productividad total disminuye hasta 70.96%.

Según Deeming (2001), el número de pollitos vivos en el gallinero al cabo de 7 días otorga un indicador mucho mejor de la calidad del pollito y es el punto real de partida para la producción. Para este mismo autor, el peso de los pollitos, usualmente expresado como un porcentaje de la masa inicial del huevo, es una buena alternativa de medición de su calidad y valores entre 65-68% de la masa inicial del huevo indican una buena calidad.

El peso medio de los 300 pollos pesados el día de los nacimientos fue 37.47 g y se determinó que las aves tenían un peso superior al 70% con respecto a la masa inicial del huevo (49.44 g). Este hecho, generalmente, proviene de huevos incubados bajo humedades demasiado altas y en nuestra incubación esto se constató los días que los huevos estuvieron en la nacedora, en la que se tomaron registros superiores al valor consigna.

Si comparamos el valor de la incubabilidad bruta con los presentados por Campo y Velasco (1986) para razas españolas de gallinas evaluadas en un período de cinco años, estos autores registraron valores extremos de 68.63% en la raza Vasca Barrada y del 49.70% en la Española de Cara Blanca. En un trabajo más reciente, Sánchez y cols. (2000) presentan una incubabilidad bruta del 59.07% para la gallina de raza Mos.

Lo que sí se pone de manifiesto es que el valor encontrado para la raza Extremeña Azul es inferior al 85-95% obtenido a partir de las reproductoras utilizadas por las empresas avícolas actuales (Raghavan, 2000). Estos valores son alcanzados utilizando, en la mayoría de las ocasiones, la monta natural como técnica de reproducción animal.

En la **tabla 2** se presentan los resultados de mortalidad embrionaria obtenidos en nuestra incubación. La tendencia general es que más embriones mueran en el primer y en el tercer tercio de la incubación que en el segundo (Christensen, 2001). Si comparamos nuestros resultados con porcentajes de mortalidad embrionaria estimados para lotes de reproductoras comerciales entre 30 y 42 semanas de edad (2% en el primer período, 0.3% en el segundo, 0.5% en el tercero y 2% en el cuarto), observamos como nuestros valores sobrepasan los registros promedio en los períodos 1º y 3º de la incubación.

Un alto número de muertes embrionarias tempranas puede indicar muy elevadas temperaturas, un tiempo de almacenamiento demasiado largo o inadecuados procedimientos en la recolección de los huevos (Mauldin, 2001).

Tabla 2. Mortalidad embrionaria en cada período del desarrollo embrionario (Porcentaje en relación al número de huevos fértiles)

Período	%
1º (1-4 días)	6.62
2º (5-10 días)	0.33
3º (11-17 días)	5.48
4º (18-21 días)	2.70
TOTAL	15.13

Como causas descritas en la bibliografía para explicar la mortalidad en el 3º período de la incubación se mencionan una inadecuada nutrición de las reproductoras (sobre todo en los niveles de vitaminas) y errores en los parámetros de la incubadora.

Consideramos que estos resultados son esperanzadores tratándose de un material animal autóctono cuya aplicación en estos momentos no pasa de su difusión como un recurso genético.

Sin embargo, dado que la edad del lote provoca variaciones considerables en la fertilidad, incubabilidad y mortalidad embrionaria, este estudio debería ser complementado con los resultados de otras incubaciones realizadas a partir de huevos procedentes de reproductoras de más edad, hecho que pretendemos realizar en el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Burrows, W.H.; Quinn, J.P. (1935). *Poultry Science* 14: 251-254.
Campo, J.L.; Velasco, T. (1986). *Inv. Agrar.: Prod. Sanid. Anim.* 1(3): 179-186.
Christensen, V.L. (2001). *World's Poultry Sci. Jour.* 57: 359-372.
Decuypere, E.; Tona, K.; Bruggeman, V.; Bamelis, F. (2001). *WPSJ.* 57: 127-138.
Deeming, D.C. (2001). *Avicultura Profesional* 19: 12-14.
Martínez-Alesón (1999). *Selecciones avícolas* 41: 267-270.
Mauldin, J.M. (2001). *Avicultura Profesional* 19: 18-23.
Muriel, A. (2001a). *Macracantorrinco*, nº 13, p. 14-19.
Muriel, A. (2001b). *Selecciones avícolas* 43: 417-420.
Orozco, F. (1989). Razas de gallinas españolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
Orozco, F. (2000). *Arte avícola*, nº 37, p. 24-28.
Raghavan, S.H.C. (2000). En: Del huevo al pollito (Vol. 2). Edita: Jamesway. EEUU.
Sánchez, L.; Sánchez, B.; Fernández, B. (2000). *Archivos de Zootecnia* 49: 77-80.

PRIMEROS RESULTADOS DE LA PRODUCCION DE CAPONES DE LA RAZA EXTREMEÑA AZUL CRIADOS EN EXTENSIVO

Angel Muriel Durán
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura.
06187- Guadajira(Badajoz)

INTRODUCCION

La producción de capones en España está orientada para abastecer una demanda específica que existe en el mercado durante la Navidad (Anónimo, 1998).

Los capones pueden prepararse a partir de razas o estirpes ligeras, semipesadas o pesadas. La raza Extremeña Azul, por su clasificación dentro de las razas de tipo atlántico (Orozco, 1989), es de formato semipesado y presenta como una de sus principales cualidades su rusticidad. Su utilización para la producción de capones podría contribuir a la conservación de este recurso genético animal.

La Junta de Extremadura desarrolló durante los años 2000-2002 un proyecto de I+D titulado: "Posibilidades de explotación de la raza de gallinas Extremeña Azul para la producción de carne". Uno de los objetivos de este trabajo era desarrollar una metodología de castración quirúrgica, caracterizar el crecimiento de los capones y describir las características de las canales que de ellos se obtienen.

En concreto, este primer trabajo pretende comparar el crecimiento, el índice de conversión y el peso testicular de gallos y de capones.

MATERIAL Y METODOS

400 pollos de la raza Extremeña Azul fueron criados en la finca experimental Valdesequera (Badajoz). Para valorar sólo el efecto de la castración, las condiciones de cría fueron las mismas, basadas en los reglamentos CEE 1538/91 y 1000/96.

Al cumplir 6 semanas de edad se trasladaron a parques en libertad un grupo de 100 machos (los destinados a castración) y un grupo de 84 machos.

A la edad de 60-64 días se castraron quirúrgicamente 75 machos mediante un método de estrangulación con abordaje intercostal (Van der Horst, 1997).

Todos los animales recibieron un pienso de arranque con 3100 kcal de E.M./kg y 22% de P.B. las 6 primeras semanas de edad y, desde este momento y hasta el sacrificio, un pienso de crecimiento de 2900 kcal EM/kg y 17% de P.B..

Se controló el consumo de pienso durante toda la crianza y los animales se pesaron individualmente a las 8, 11, 15, 20, 25, 30 y 32 semanas de edad.

Los capones y los gallos fueron sacrificados a la edad de 228 días después de un ayuno de 16 horas. De 20 canales de gallos y de 20 canales de capones se extrajeron los testículos y se pesaron.

Los pesos de los animales y de los testículos se analizaron utilizando el ANOVA del programa Statistica versión 6. Se aceptó un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto de la castración sobre el peso vivo de los capones y de los gallos se presenta en la **tabla 1**. En dicha tabla se observa como a las 8 semanas de edad (momento del control de peso previo a la castración) no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

En la primera pesada tras la castración (11 semanas de edad), el peso del grupo de los capones es significativamente inferior al de los gallos ($p < 0.05$) lo que puede ser atribuido al ayuno de pienso previo a la castración y al estrés derivado de la operación.

Sin embargo, a las 15 semanas de edad los pesos ya se habían igualado y a las 20, 25 y 30 semanas el peso de los capones fue significativamente superior. A la edad de sacrificio, el peso de los capones ya sólo era ligeramente más elevado que el los gallos.

Tabla 1. Evolución del peso vivo de capones y de gallos de Extremeña Azul (media ± error) (en gramos)

Edad (semanas)	Capones	Gallos	Significación
8	748.40±14.04	739.29±12.02	NS
11	1152.93±24.42	1213.65±21.26	*
15	1770.85±25.79	1729.13±25.44	NS
20	2171.37±30.00	1909.48±27.43	***
25	2352.29±31.52	2145.56±32.29	***
30	2553.40±36.68	2394.63±36.65	*
32 + 4 días	2575.67±36.80	2491.96±37.59	NS

NS= no significativo, *= p< 0.05; ***= p< 0.001

Esto concuerda con los resultados de Zanusso y cols. (2001) quienes encuentran un crecimiento similar tanto en machos como en capones, si bien es verdad que existen autores que han obtenido pesos al sacrificio superiores en el caso de los capones (Mast y cols., 1981; Francesch y cols., 1998; Cubiló y Tor, 1999; Cubiló y cols., 2000).

Es importante destacar que los machos son más agresivos que los capones y en nuestro estudio esto determinó que la mortalidad en el grupo de los gallos fuera mayor (19% *versus* 8%).

En la **tabla 2** se muestra como el índice de conversión del pienso en carne es más elevado en los capones al ser mayor su consumo de pienso y ser similares los pesos alcanzados tanto por los capones como por los gallos. Como consecuencia de lo anterior, el coste de la alimentación es algo superior para la producción de capones.

Tabla 2. Peso vivo, consumo acumulado, índice de conversión acumulado y coste de la alimentación de capones y de gallos de Extremeña Azul

	PESO, KG	CONS.ACUM.,KG	IC ACUMULADO	COSTE ALIM., €
Capones	2.57±0.03	19.86	7.83	1.87
Gallos	2.49±0.03	17.97	7.32	1.75

Nota: Coste de la alimentación por kilogramo de peso vivo

En un trabajo sobre el efecto de la castración, Mast y cols. (1981) presentan que los capones ganaban ligeramente más peso pero tenían un mejor índice de conversión que los gallos. Para Van der Horst (1997) la castración mejora el índice de conversión en relación al animal entero una vez pasado el estrés de la castración, lo cual es ratificado con los resultados de Francesch y cols. (1998) utilizando razas autóctonas.

El peso de los testículos encontrados en las aves se muestra en la **tabla 3**. El 55% de los capones no presentaban restos de testículos. Sin embargo, en los demás hubo algún tipo de regeneración testicular, lo que justifica el peso mostrado para los capones.

Tabla 3. Efecto de la castración sobre el peso testicular (media ± error)

	Gallos	Capones	Significación
Peso testículos, g	17.79±2.38	3.39±1.84	***

***= p< 0.001

Nota: el valor de los capones representa la media de 20 animales de los que 11 no presentaban restos de testículos, 5 restos de un testículo y 4 de los dos

Por tanto, los resultados obtenidos en este trabajo indican que el pollo, convertido en capón, alcanza el peso de un macho pero nos falta comprobar si la castración ha influido sobre las características de la canal y de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANONIMO (1998). El sabor de lo auténtico. Mundo Sada, nº 14.

CUBILO, M.D.; TOR, M. (1999). Regeneración testicular en los capones. *Mundo Ganadero*, diciembre, p.53-55.

CUBILO, M.D.; VILLALBA, D.; ESTANY, J.; FRANCESCH, A.; TOR, M. (2000). Efecto de la castración sobre el crecimiento de los gallos de la raza Penedesenca Negra. En: XXXVII Symposium WPSA, p.167-170. Barcelona.

FRANCESCH, A.; FORTUNY, M.R.; FARRAN, M.; GARCIA-MARTIN, E. (1998). Extensive breeding and castration effects on the productivity and carcass quality of local breeds chickens. In: Proceedings of the international symposium on basis of the quality of typical mediterranean animal products. EAAP Publication, nº 90: 487-492.

MAST, M.G.; JORDAN, H.C.; MACNEIL, J.H. (1981). The effect of partial and complete caponization on growth rate, yield and selected physical and sensory attributes of cockerels. *Poultry Science* 60: 1827-1833.

OROZCO, F. (1989). Razas de gallinas españolas. Edita: M.A.P.A. y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

STATSOFT, INC. (2002). Electronic statistics textbook. Tulsa, ok.

ZANUSSO, J.; REMIGNON, H; AUVERGNE, A.; MOLETTE, C.; MANSE, H.; BABILE, R. (2001). Performance characteristics and quality of chicken meat: comparisons between males, females and capons. *British Poultry Science*, 42 (suplemento diciembre): S42-S43.

VAN DER HORST, F. (1997). La Production du Chapon. Edita: ITAVI. París.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 232-234

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO MEDIANTE MODELOS MATEMATICOS ENTRE LA RAZA DE GALLINAS AUTOCTONA CASTELLANA NEGRA Y LA LINEA SEMIPESADA SASSO

J.A. Miguel, J. Ciria, B. Asenjo y E. Martínez

Producción Animal, E.U.I. Agrarias de Soria. Campus Universitario. 42003 Soria.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años observamos la tendencia a la diversificación de productos de origen animal como consecuencia de una segmentación en el mercado y el desarrollo de políticas de calidad, impulsadas por la U.E. Los intereses del consumidor, la seguridad alimentaria, la repercusión medioambiental de los procesos productivos, el bienestar animal o el desarrollo rural son los componentes más importantes de las políticas nacionales y de la U.E.

Desde hace varios años, en el Area de Producción Animal de la E.U. de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid), se viene desarrollando un proyecto sobre mejora genética y caracterización de los productos de la raza autóctona de gallinas Castellana Negra, ya que por sus cualidades en la producción de huevos puede constituir una base genética importante para las explotaciones alternativas (puesta campera y ecológica, producción de pollo label, ecológico, capones, ...). (Ciria *et al.*, 2002a ; Ciria *et al.*, 2002b).

El uso de modelos matemáticos para estimar y evaluar el crecimiento y estimación de parámetros genéticos ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores (Knizetova *et al.*, 1997) y la comparación de algunos modelos ha sido revisada y analizada recientemente (Mignon-Grasteau y Beamont, 2000; Aggrey, 2002). Es posible de esta forma comparar animales en estados fisiológicos equivalentes, lo que no se puede hacer con pesadas puntuales.

En este trabajo se estudian las curvas de crecimiento según el modelo de Richards (1959), de pollos de raza Castellana Negra hasta las 20 semanas y de la línea semipesada SASSO hasta las 15 semanas de vida criados en libertad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron dos lotes de pollos, 90 animales machos de la raza Castellana Negra y 129 machos del producto francés SASSO L-451N (de cuello pelado). Al azar se dividieron los animales de cada grupo genético en dos lotes con igual número de animales, uno para cría en cautividad con una densidad aproximada de 6 animales/m^2, y otro con salida a parques exteriores una vez alcanzadas las 6 semanas de edad, con una disponibilidad de superficie exterior de 0,6 m^2/animal.

La alimentación fue "ad libitum" desde el primer día de vida y de idéntica composición en ambos lotes.

Bisemanalmente se realizaron controles de peso para disponer de datos suficientes que nos permitan un ajuste adecuado al modelo de Richards (1959):

$$y_t = A(1-be^{-kt})^{-(1/n)}$$

donde: y_t es el peso vivo a la edad t; A es el peso a la madurez (asintótico); b: constante de integración; k: velocidad de maduración de la curva; t: edad y n: parámetro que determina el punto de inflexión de la curva (en la curva original era designado por m (m=1+n).

Parámetros derivados de la función son los que estiman la edad (ti) y el peso (yi) en el punto de inflexión:

$$ti = (1/k)\ln(n/b) \qquad yi = A/(n+1)^{1/n}$$

Se realizó el ajuste de los datos por el procedimiento NLREG versión 5.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 aparecen recogidos los resultados obtenidos de la estimación de los parámetros, así como la de los parámetros derivados del modelo de Richards para ambos tipos de animales, y en el gráfico 1 las curvas de crecimiento.

Tabla 1: Parámetros estimados y derivados de la función de Richards para pollos de raza Castellana Negra (20 semanas) y SASSO (hasta las 15 semanas).

	Castellana Negra	***SASSO***
A (peso a la madurez)	2474,86 ± 84,89	4230,22 ± 392,02
b (constante de integración)	-0,13 ± 0,66	-2,61 ± 4,52
k (velocidad de maduración)	0,16 ± 0,02	0,25 ± 0,06
n	-0,02 ± 0,12	-0,28 ± 0,32
m	0,973	0,710
ti (edad en el punto de inflexión)	9,54	8,79
yi (peso en el punto de inflexión)	898,14	1299,98
Varianza explicada	0,99	0,99

Se observa la forma sigmoidal de las curvas, con las dos fases separadas por el punto de inflexión. El peso asintótico y velocidad de maduración son diferentes, debido al distinto potencial de crecimiento. El punto de inflexión se alcanza a una edad más baja en el SASSO, 8,79 semanas, frente 9,54 en la Castellana, ya que esta raza es de desarrollo tardío y con baja tendencia al engrasamiento, al tratarse de una raza con mas aptitud a la producción de huevos. Aggrey (2002) observa en una población de animales Athens-Canadian pesos asintóticos de 2.505,8 gramos, valores de K de 0,236 y el punto de inflexión a las 9 semanas (63,4 días).

Algunos autores indican que el parámetro m que determina la posición del punto de inflexión de la curva no tiene significación biológica, pero Aggrey (2002) relaciona dicho parámetro con el desarrollo del animal, y concretamente con el contenido en grasa abdominal, indicando que en los animales con poca grasa (tanto machos como hembras) tiende a 0,999, obteniendo en animales ligeros Athens-Canadian valores de 0,9827. En nuestro caso, la Castellana Negra, raza con baja tendencia al engrasamiento presenta un valor de 0,973, mientras que en el SASSO, con mayor tendencia al engrasamiento es de 0,710.

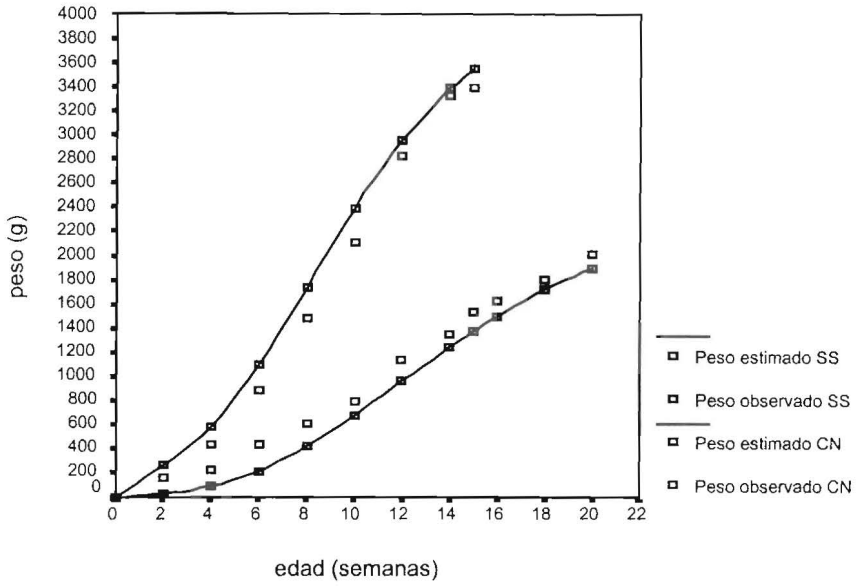


Gráfico 1.- Comparación de curvas de crecimiento entre la raza Castellana Negra y la línea SASSO según el modelo de Richards.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aggrey, S.E. (2002). Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. Poultry Science, 81: 1782-1788.

Ciria, J.; Asenjo, B.; Miguel, J.A.; Del Cacho, E.; Calvo, J.L. (2002a). Evaluation de la croissance des pouletes de la race autochtone noire castillaine élevés sous des conditions écologiques. 9émes Journées des Sciences du Muscle et Rechnologies de la Viande. pp:135-138.

Ciria, J.; Asenjo, B.; Miguel, J.A.; E.; Calvo, J.L.; Andres, J. (2002b). Instrumental meat quality in non-castrated and castrated males of the Castellana Negra breed. 48th ICoMST. Vol 1: 252-253

Knizetova, H.; Hyanek, J.; Knize, B.; Roubicek, J. (1991). Analysis of growth curves of fowl. I: Chickens. British Poultry Science, 32: 1027-1038.

Mignon-Grasteau, S.; Beaumont, C. (2000). Les courbes de croissance chez les oiseaux. INRA Prod. Anim.; 13: 337-348.

Richards, F.J. (1959). A flexible growth function for empirical use. J. of Experimental Botany, 10: 290-300.

EFECTO DEL SISTEMA DE CRÍA Y DE LA ESTIRPE EN EL USO DEL BAÑO DE ARENA EN GALLINAS PONEDORAS ALOJADAS EN JAULAS ENRIQUECIDAS

Buttow-Roll, V.F*.; Maria, G. A.; Cepero, R.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. *Becario del CNPq-Brasil

INTRODUCCIÓN

Una de las características de las jaulas enriquecidas es la inclusión de un baño de arena o yacija. Este tipo de alojamiento es obligatorio en jaulas de nueva instalación desde el año 2003 y en todas las instalaciones a partir del 2012. Incorporar yacija en la jaula intenta satisfacer la motivación de las aves por el comportamiento natural de efectuar "baños de polvo". El baño es un comportamiento complejo cuya función natural es preservar el plumaje y eliminar parásitos externos (Dawkins, 1983; Klaus et. al. 1997). En algunos estudios se han encontrado alta motivación por este comportamiento, (Veestergaard et al., 1997) y otros, al revés, demuestran que no representan una necesidad desde el punto de vista del comportamiento (Faure y Lagadic, 1994). Esta motivación varía en función de factores internos y externos (Hughes y Duncan, 1988). Entre los factores internos podemos resaltar la estirpe y entre los externos el sistema de cría. Se ha demostrado que cuando se les permite elegir entre bañarse en la malla o en una yacija, las gallinas prefieren esta última. Este hecho puede estar afectado por la experiencia durante la cría (Sanotra et al., 1995). El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del sistema de cría y la estirpe sobre el uso del baño de arena en gallinas ponedoras alojadas en jaulas enriquecidas.

MATERIAL Y METODOS

Se emplearon un total de 480 gallinas ponedoras, 360 semipesadas (Isa Brown) y 120 ligeras (estirpe Hy-line W-98). La mitad de las gallinas Isa Brown habían sido criadas en suelo, y el resto en batería. Las aves fueron alojadas con 17 semanas de edad, con los picos cortados según el manejo estándar, en una batería de jaulas provistas de baño de arena, nido, perchas y dispositivo de limado de uñas. El tamaño de grupo fue de 10 aves/jaula (750 cm^2 /ave). El manejo general y el régimen de luz fue el estándar empleado en Aragón. Se evaluó el número de gallinas presentes en el baño, gallinas haciendo el baño y el nivel de actividad con que hacían el baño (score 1 a 3), a través de registros continuos en periodos de 5 minutos, dos horas al día, a las 21, 26 y 40 semanas de edad. El porcentaje de uso del baño se evaluó marcando con anillos de colores las gallinas presentes en el baño durante cinco y diez días consecutivos a las 45 y 65 semanas de edad. El baño de arena permaneció abierto entre las 13 y las 15 horas. El material empleado fue serrín tamizado, siendo los baños llenados a cada dos días. Se evaluó el coste de serrín por gallina y semana. Los datos fueron analizados por la técnica de mínimos cuadrados (GLM de SPSS) y por las pruebas t.

RESULTADOS Y DISCUSSIÓN

Sistemas de cría: La edad afectó significativamente ($p<0,05$) las variables estudiadas (Tabla 1). Ello sugiere que las gallinas aprenden a utilizar el baño con la edad. También se encontró una interacción significativa entre sistemas de cría y edad. Las gallinas criadas en batería a las 21 semanas de edad utilizaron menos el baño que las criadas en suelo. Ello era de esperar por la experiencia previa en yacija de las aves criadas en suelo. Estas gallinas realizaron más baños y con más intensidad que las criadas en batería. A las 26 semanas las diferencias desaparecieron para el número de gallinas en el baño, demostrando un rápido aprendizaje de las aves criadas en batería, lo que concuerda con las

observaciones de Klaus et al., (1997). También se constató que, a pesar del mayor número de gallinas en el baño, éstas realizaron menos la pauta, aunque con mayor intensidad. A las 40 semanas no se encontraron diferencias para el número de gallinas o el nivel de actividad. Esto sugiere que a esta edad las gallinas criadas en batería ya demuestran la misma adaptación y la misma motivación por el baño que aquellas criadas en suelo.

Estirpe: Al igual que en el análisis anterior el efecto edad ha sido altamente significativo para las pautas estudiadas. A las 21 semanas se encontraron más gallinas ligeras en el baño ($p<0,05$), aunque solamente estaban explorando el nuevo espacio disponible, ya que realizaron menos el comportamiento de baño y presentaron menor nivel de actividad que las semipesadas. Lindberg y Nicol, (1997) hallaron que sólo un 8,5% de las veces que una gallina entra en el baño se baña efectivamente, sugiriendo que éstas lo utilizan también para realizar otros comportamientos, como el de forrajeo. A las 26 semanas de edad no se observaron diferencias significativas para el número de gallinas en el baño, demostrando que las gallinas ligeras fueron perdiendo el interés por esta área, mientras que las gallinas semipesadas aumentaban la motivación por utilizar el baño. A las 40 semanas, se observaron el doble de gallinas Isa Brown en el baño y con el triple del valor para la intensidad y motivación para realizar el baño ($p<0,05$), siendo clara la superioridad de las gallinas de esta estirpe para este comportamiento en el periodo evaluado (13-15 horas).

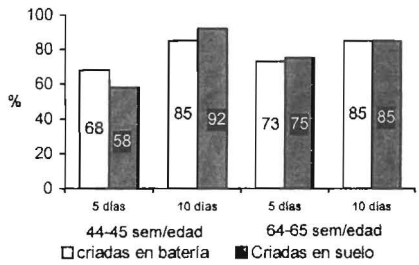
Tabla 1: Medias mínimo cuadráticas (± desviación típica) para gallinas en el baño, realizando el baño (aves presentes en el momento de observación) y nivel de activad (score 1 a 3) según el sistema de cría y estirpe de ponedoras

Pautas		Sistema de cría			Estirpes		
	Edad	Batería	Suelo	Total	Semipesadas	Ligeras	Total
Gallinas en el baño	21	0,54 ± 0,76 a	1,27 ± 0,65 b	0,92 ± 0,79 A	0,54 ± 0,76 a	1,17 ± 0,69 b	0,83 ± 0,79 A
	26	1,57 ± 0,70 a	1,47 ± 0,79 a	1,53 ± 0,74 B	1,57 ± 0,70 a	0,88 ± 0,73 a	1,30 ± 0,79 B
	40	2,01 ± 0,65 a	2,15 ± 0,73 b	2,07 ± 0,69 C	2,01 ± 0,65 b	1,02 ± 0,82 a	1,59 ± 0,88 C
Realizando el baño	21	0,35 ± 0,61 a	0,58 ± 0,71 b	0,47 ± 0,67 A	0,35 ± 0,61 b	0,15 ± 0,36 a	0,26 ± 0,52 A
	26	0,92 ± 0,74 a	1,15 ± 0,85 b	1,02 ± 0,80 B	0,92 ± 0,74 b	0,19± 0,41 a	0,64 ± 0,73 B
	40	1,84 ± 0,72 a	1,83 ± 0,82 a	1,84 ± 0,77 C	1,84 ± 0,72 b	0,38± 0,63 a	1,22 ± 1,00 C
Nivel de actividad	21	0,38 ± 0,64 a	0,54 ± 0,67 b	0,47 ± 0,66 A	0,38 ± 0,64 b	0,22 ± 0,59 a	0,30 ± 0,62 A
	26	1,21 ± 1,00 a	1,0 ± 0,72 b	1,11 ± 0,89 B	1,21 ± 1,00 b	0,25 ± 0,57 a	0,84 ± 0,98 B
	40	2,09 ± 0,89 a	2,37 ± 0,90 a	2,21 ± 0,90 C	2,09 ± 0,89 b	0,70 ± 1,17 a	1,49 ± 1,22 C

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada fila $p<0,05$
Letras distintas mayúsculas significan diferencias significativas dentro de cada columna $p<0,05$

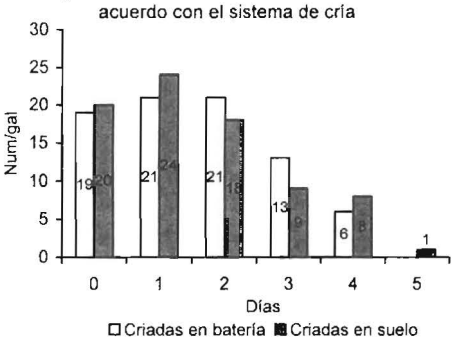
Un factor a considerar en el uso del baño de arena (independientemente de estirpe o sistema de cría) es el efecto de la cantidad de sustrato presente en el baño. En los días en que se suministró el serrín (días alternos), la media de gallinas en el baño fue mayor (3,43 ± 0,45) que en los días en que no se suministró (2,53 ± 0,71). Esto indica que el comportamiento de bañarse podría estar asociado a la disponibilidad de serrín en los baños. Desde un punto de vista etológico y económico esto tiene gran importancia, ya que una mejor utilización del baño significa aumentar el coste de la producción (mayor consumo de serrín). El coste semanal por gallina se estimó en 4 céntimos de Euros.

Fig: 1 Porcentaje de gallinas que utilizaron el baño por lo menos una vez en 5 y 10 días de observación



No se hallaron diferencias significativas entre sistemas de cría para el porcentaje de utilización del baño en 5 y 10 días de observación, en las 44-45 y 64-65 semanas de edad (Fig. 1). También se puede verificar que en ningún caso hubo un 100% de aprovechamiento del baño y esto se debe probablemente a las reducidas dimensiones del mismo que no permite que más de 3 gallinas se bañen al mismo tiempo y al corto periodo de apertura de los mismos. (13-15 horas).

Fig: 2 Frecuencia de utilización del baño de acuerdo con el sistema de cría



En la Fig. 2, se muestra que las ponedoras, independiente del sistema de cría, se comportan de forma semejante en la frecuencia de utilización del baño (45 y 65 sem/edad). Se observa que muy pocas gallinas estuvieron presentes en más de cuatro días (de los cinco posibles).
Alrededor de 25% de las gallinas no lo utilizaron ninguna vez y cerca de 75% utilizaron el baño como máximo dos días.

Los datos obtenidos sugieren que las gallinas criadas en suelo se adaptan mejor al baño de arena que las criadas en batería, pero que esta diferencia tiende a desaparecer con la edad. Por su parte, las gallinas ligeras utilizan menos el baño de arena que las semipesadas. Lo que sugiere que el desarrollo de jaulas enriquecidas debe ir paralelo al desarrollo de estirpes apropiadas para estos nuevos sistemas de alojamiento. Asimismo, el elevado coste por gallina derivado del serrín y mano de obra, hacen previsible un aumento de los costes.

BIBLIOGRAFIA

Dawkins, M.S. (1983). Battery hens names their price: consumers demand theory and the measurements of ethological needs. Anim. Behav., 31:1195-1205.
Faure, J.M. y Lagadic, H. (1994) Elasticity of demand for food and sand in laying hens subjected to variable wind speed. Appl. Anim. Behav. Sci. 42: 49-59
Hughes, B.O.; Duncan, I.J.H. (1988) The notion of ethological "need" models of motivation and animal welfare. Anim. Behav. 36:1996-1707
Klaus, S.; Skadhauge, E.; Lawson, L.G. (1997) The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. Physiol. & Behav. 62: 413-419
Lindberg, A.C.; Nicol, C.J. (1997) Dustbathing in modified battery cage: Is sham dustbathing an adequate substitute? Appl. Anim. Behav. Sci. 55: 113-128
Sanotra, G.S.; Vestergaard, K.S.; Agger, J.F.; Lawson, L.G. (1995) The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestics chicks. Appl. Anim. Behav. Sci. 43: 263-277
Veestergaard, K.S., Skadhauge, E. & Lawson L.G. (1997). The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. Phys. & Behav., 2:413-419.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente la colaboración del sector de productores de huevos de España (INPROVO) y en particular de Aragón. El estudio ha sido financiado por los Proyectos AGF97-0932 de CICYT y PETRI PTR 1995 0449-OP, cofinanciado con la Empresa Zucami Poultry Equipment , INPROVO y el MAPA. Un agradecimiento especial al *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* del Gobierno de Brasil por financiar la beca doctoral del Ingeniero M. Sc. Victor Fernando Buttow Roll.

EFECTO DEL SISTEMA DE CRÍA Y LA ESTIRPE SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y LA PRODUCTIVIDAD DE GALLINAS PONEDORAS ALOJADAS EN JAULAS ACONDICIONADAS

Buttow-Roll V.F[1], Maria[1] G. A, Cepero[1] R., Chacón[2] G.*
*[1]Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. [2] Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. *Becario del CNPq-Brasil*

INTRODUCCIÓN

El alojamiento en jaulas acondicionadas o "enriquecidas" es un drástico cambio en el ambiente de las ponedoras, que podría verse afectado por el sistema de cría de las pollitas, pues algunos estudios han comprobado dificultades de adaptación de las pollitas criadas en suelo al ser alojadas en jaulas (Anderson et al., 1989). La estirpe de las ponedoras también influye en la adaptación de las aves a este tipo de alojamiento y en sus resultados productivos (Fiks-van Niekerk, 2002). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del sistema de cría y de la estirpe sobre la adaptación y la productividad de gallinas ponedoras alojadas en jaulas acondicionadas o "enriquecidas" en las condiciones de producción usuales en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon un total de 480 gallinas ponedoras, 360 semipesadas (estirpe ISA Brown) y 120 ligeras (estirpe Hy-Line W 98). La mitad de las gallinas ISA Brown habian sido criadas en baterías, y el resto en suelo. Las aves fueron alojadas con 17 semanas de edad, con los picos cortados según el manejo estándar, en una batería de jaulas provistas de baño de arena, nido, perchas y dispositivos de limado de uñas. El tamaño de grupo fue de 10 aves/jaula (750 cm^2 /ave). El baño de arena permaneció abierto entre las 13 y las 15 horas. El material empleado fue serrín tamizado. El manejo general y el régimen de luz fueron los estándares empleados en la industria. Los datos presentados se refieren al periodo de 19-55 semanas de edad. Diariamente se controlaron los datos productivos y el uso del espacio (áreas de perchas, bebederos, nido y baño de arena) por medio de observación directa. Se realizó el test de inmovilidad tónica inducida (Ratner y Thompson, 1960). Se evaluaron diversas pautas de comportamiento mediante registros continuos en períodos de 30 segundos, tres horas al día, durante dos semanas por la tarde (Lehner 1996). Los datos fueron analizados por la técnica de mínimos cuadrados (GLM de SPSS) y por técnicas no paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las gallinas criadas a suelo presentaron tasas de corticosterona más altas (32.37 ± 7.24 ng/g) que las criadas a piso (18.71 ± 6.57 ng/g). Por su parte las gallinas Hy Line blancas presentaron tasas aún más elevadas (45.62 ± 7.82). Estos resultados indicarían una distinta respuesta de estrés según la estirpe comercial y el sistema de cría.

Como se puede ver en la Tabla 1, las gallinas criadas en suelo utilizaron más la zona de perchas y menos la zona de nidos ($p < 0,05$).

Las gallinas de la estirpe Hy Lyne W98 estuvieron más tiempo en la zona de bebederos. Esta diferencia podría deberse a que estas aves consuman más agua que las ISA Brown, dado que en el análisis de comportamiento se verificó la misma tendencia. Se han encontrado más gallinas Hy Lyne que ISA en los nidos y menos en los baños de arena lo que sugiere que las primeras no muestran una gran motivación por esta última pauta de comportamiento.

En todos los grupos experimentales se observó un mayor uso de los nidos por la mañana y de las perchas por la noche. Con la edad las gallinas utilizaron menos las perchas, lo que concuerda con las observaciones de Channing et al. (2001). Una posible explicación es el aumento progresivo del peso vivo de las aves, que conduce a una mayor densidad efectiva

en la jaula. Sin embargo, al aumentar la edad de las ponedoras se observó un incremento significativo ($p < 0,05$) del uso de las zonas de nido y del baño de arena.

Tabla 1: Medias mínimo cuadráticas (± error estándar) para el uso del espacio en gallinas alojadas en jaulas enriquecidas (efectos del sistema de cría y la estirpe)

	Zona de percha	Zona de bebederos	Zona de nido	Zona baño de arena
Sistema de cría de pollitas	(número de gallinas presentes en el momento de observación)			
ISA Batería	5,3 ± 0, 03 a	3,9 ±,0,03 a	0,5 ± 0,02 b	0,2 ± 0,02 b
ISA Suelo	5,5 ± 0,03 b	3,9 ± 0,03 a	0,4 ± 0,01 a	0,2 ± 0,01 b
Periodo del día				
Mañana	5,2 ± 0,02 b	4,0 ± 0,02 b	0,7 ± 0,01 c	-
Tarde	5,0 ± 0,03 a	4,2 ± 0,03 c	0,2 ± 0,01 a	0,5 ± 0,03
Noche	8,4 ± 0,08 c	1,4 ± 0,07 a	0,3 ± 0,03 b	-
Edad				
Inicio	5,5 ± 0,03 b	3,9 ± 0,03 b	0,3 ± 0,01 a	0,2 ± 0,01 a
2/3 final ciclo	5,2 ± 0,03 a	3,8 ± 0,03 a	0,7 ± 0,02 b	0,3 ± 0,02 b
Estirpes	(número de gallinas presentes en el momento de observación)			
Hy Line W 98	5,1 ± 0,03 a	4,1 ± 0,03 b	0,7 ± 0,02 b	0,1 ± 0,01 a
Isa Batería	5,3 ± 0,03 a	4,0 ± 0,03 a	0,6 ± 0,02 a	0,2 ± 0,02 b
Periodo del día				
Mañana	5,0 ± 0,02 a	4,0 ± 0,02 b	0,9 ± 0,02 b	-
Tarde	4,9 ± 0,03 a	4,4 ± 0,03 c	0,3 ± 0,01 a	0,4 ± 0,02
Noche	8,0 ± 0,09 b	1,7 ± 0,09 a	0,3 ± 0,03 a	-
Edad				
Inicio	5,3 ± 0,03 b	4,0 ± 0,03 b	0,5 ± 0,01 a	0,1 ± 0,01 a
2/3 final ciclo	5,1 ± 0,03 a	3,9 ± 0,03 a	0,8 ± 0,02 a	0,2 ± 0,02 b

Letras distintas significan diferencias significativas dentro de cada columna (p□0,01)

En la Tabla 2 se presentan los resultados del test de la inmovilidad tónica muscular, método comúnmente utilizado para evaluar estados de miedo y estrés. No se han observado diferencias significativas debidas al sistema de cría o a la ubicación de las jaulas (pared o pasillo). Las gallinas Hy Line W 98 tendieron a mostrar más miedo, de forma significativamente más acusada en las jaulas cercanas a la pared ($p < 0,05$), adyacentes a las entradas de aire, con más luz y menos contacto humano. El número de intentos para inmovilizarlas varió entre 1,5 y 2 según tratamiento, sin observarse diferencias significativas.

Tabla 2: Medias (Log_{10}) mínimo cuadráticas (± error estándar) para la duración de la inmovilidad tónica inducida(minutos) en gallinas alojadas en jaulas enriquecidas (efectos del sistema de cría y la estirpe)

Sistema de cría de las pollitas	**Lugar**	
	Pared	Pasillo
Bateria	2,17 ± 0,20 aA	1,35 ± 0,27 aA
Suelo	1,87 ± 0,25 aA	1,81 ± 0,17 aA
Total	2,02 ± 0,16 a	1,58 ± 0,16 a
Estirpes		
Isa Brown Bateria	2,17 ± 0,28 aA	1,35 ± 0,26 aA
Hy Line W98 Batería	2,45 ± 0,28 aA	2,09 ± 0,28 aA
Total	2,31 ± 0,20 b	1,72 ± 0,19 a

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada *fila* (hilera) ($p < 0,05$)
Letras distintas significan diferencias significativas dentro de cada columna ($p < 0,05$)

Los resultados de comportamiento (Tabla 3) indican que las pautas más esenciales, como "comer" o "beber", no difieren significativamente entre sistemas de cría o estirpes. Sin embargo, hay diferencias importantes en los comportamientos "de lujo". Así, se contabilizaron más gallinas de la estirpe Isa criadas en suelo utilizando las perchas que si se criaron en jaulas, y se determinó una correlación positiva con la pauta "dormir" ($p < 0,001$), lo que concuerda con lo indicado por Abrahamsson et al. (1996). El uso de las perchas mostró una correlación positiva con las pautas "vigilar" y "acicalarse", y negativa con "caminar". Es posible que la presencia de perchas pueda servir de estímulo para otras pautas de comportamiento aparte de la de dormir en ellas. Al comparar estirpes se verificó que las

gallinas Hy Line W 98 presentaron un número significativamente mayor de baños en el suelo de la jaula y de acicalamientos. Dado que la recogida de datos se hizo siempre por la tarde, cuando los baños de arena estaban ya cerrados, se podría pensar que la motivación por esta pauta de comportamiento puede variar entre estirpes a lo largo del día; en otro estudio hemos verificado que las gallinas Hy-Line utilizaron menos el baño de arena cuando tuvieron acceso al mismo (13-15 h). Las pautas de "aselarse", "vigilar" y "dormir" fueron más frecuentes en la estirpe Isa Brown ($p < 0,05$).

Tabla 3: Estadísticos de contraste[a,b] para la frecuencia de pautas de comportamientos en gallinas alojadas en jaulas enriquecidas (efectos de sistemas de cría y estirpes)

Sistema de cría de las pollitas								
	Comer	Beber	Aselarse	Bañarse	Acicalarse	Caminar	Vigilar	Dormir
Chi-cuadrado	0,74	0,28	12,37	0,00	0,04	5,72	0,68	1,31
gl	1	1	1	1	1	1	1	1
Sig. asintót.	0,389	0,596	0,000	1,000	0,842	0,017	0,408	0,252
Estirpes								
	Comer	Beber	Aselarse	Bañarse	Acicalarse	Caminar	Vigilar	Dormir
Chi-cuadrado	0,11	1,12	1,12	16,21	7,05	0,20	4,40	10,45
gl	1	1	1	1	1	1	1	1
Sig. asintót.	0,738	0,289	0,289	0,000	0,008	0,648	0,036	0,001

a Prueba de Kruskal-Wallis b Variable de agrupación: Sistema de cría y estirpe

Los índices productivos fueron excepcionales en todos los grupos con elevados picos de puesta y una extraordinaria persistencia (Tabla 4). Las diferencias encontradas entre las aves de estirpe ISA se deben a un desfase de dos semanas en el inicio de la puesta de las pollitas criadas en batería, originado por su menor peso vivo a las 18 semanas. La mortalidad fue muy reducida en todos los grupos (0,5%), muy por debajo de los estándares comerciales.

Tabla 4: Indices productivos por ave presente (ap) en gallinas Isa Brown criadas en baterías, Isa brown criadas en suelo y Hy Line W 98 batería, alojadas en jaulas enriquecidas (19-55 semanas de edad)

	ISA criadas en suelo	Hy Line W98 batería	ISA criadas en batería
% puesta/ap	87,06	89,17	83,88
Peso Medio Huevos	65,83	61,42	65,71
Masa Diaria Huevos/ap	57,31	54,77	55,12
Numero Huevos/ap	249,87	262,17	240,73
kg. huevos/ap	16,45	16,10	15,82

De los datos obtenidos, podemos concluir que todas las gallinas se adaptaron bien a las jaulas enriquecidas, alcanzando excelentes niveles productivos, con independencia del sistema de cría o del tipo de estirpe.

REFERENCIAS

Abrahamsson P, Tauson R, Appleby MC.(1996) Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. Br Poult Sci., 37(3):521-40

Anderson, K.E.; Adams, A.W. and Craig. J.V. (1989) Behavioral adaptation of floor-reared white Leghorn pullets to different cage densities and cage shapes during de initial settling-in period. Poultry Sci., 68:70-78

Channing-CE; Hughes-BO; Walker-AW. (2001) Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. Appli. Anim. Behav.Sci., 72 (4): 335-345

Fiks-van Niekerk T.G.C.M., Reuvekamp B.F.J., van Emous R.A. (2002). Differences with different models of enriched cages.. 11th European Poultry Conference, Bremen, Arch. Geflügelk,

Lehner P.N. (1996). Handbook of Ethological Methods. Cambridge University Press. UK

Ratner S.C.; Thompson R.W. (1960). Inmobility reactions of domestic fowls. Anim. Behav. 8:186-191.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente la colaboración de la Interprofesional del Huevo y sus Productos (INPROVO). El estudio ha sido financiado por los Proyectos AGF97-0932 de CICYT y PETRI PTR 1995 0449-OP, cofinanciados por (con) la Empresa Zucami Poultry Equipment , INPROVO y el MAPA. Un agradecimiento especial al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) del Gobierno de Brasil por financiar la beca doctoral del Ingeniero M. Sc. Victor Fernando Buttow Roll.

EFICACIA DE LOS DISPOSITIVOS DE DESGASTE DE UÑAS EN GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES

Buttow-Roll, V.F.; Cepero, R.; Maria, G. A,*
*Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. *Becario del CNPq-Brasil*

INTRODUCCIÓN

La directiva (1999/74/EC) establece estándares mínimos para la protección de gallinas ponedoras. Desde el 1/1/2003 será obligatoria la colocación de dispositivos de limado de uñas en las jaulas. Las lijas son fáciles de instalar y sirven para mejorar el estado sanitario de ponedoras (Fiks-van Niekerk, 2002). El acortamiento de las uñas puede tener efectos positivos sobre algunos aspectos de la sanidad y el bienestar de las aves (enganches en la malla, roturas de uñas, lesiones asociadas, arañazos entre gallinas y mejorar la conservación del plumaje). También pueden mejorar la calidad higiénica de los huevos. Para que sea viable su utilización, son necesarios accesorios específicos eficaces, económicos y duraderos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de dos tipos de dispositivos de desgaste de uñas (lija o lima) y su influencia sobre la frecuencia de lesiones y estado del plumaje, en ponedoras de tres estirpes alojadas en distintos tipos de jaulas.

MATERIAL Y METODOS

Se emplearon un total de 1374 gallinas de tres estirpes comerciales (642 ISA Brown criadas en baterías, 180 Isa Brown criadas en suelo, 432 Hy-line Brown Plus y 120 Hy-line W-98). Las aves fueron alojadas con 18 semanas de edad, con los picos cortados según el manejo estándar, en tres tipos de baterías: convencionales (JC), enriquecidas nacionales (JEN) y enriquecidas importadas (JEI). El tamaño de grupo fue de seis aves/jaula (550cm^2/ave) en las convencionales y diez en las enriquecidas (750cm^2/ave). Las jaulas enriquecidas contaron con un nido y un baño de arena. El manejo general y el régimen de luz fue el estándar empleado en Aragón. Se instalaron bandas de lija en la mitad de las jaulas JEN y JEI, y placas abrasivas de cerámica en el resto. Las lijas se ubicaron delante de los comederos para aprovechar el comportamiento de forrajeo de las aves durante la ingesta de pienso. En las JC la mitad de las jaulas carecía de dispositivos de limado, y en la otra mitad se colocaron cintas de lija. Sobre una muestra del 10% de las aves, a las 19, 35, 49 y 55 semanas de edad, se midió la longitud de la uña central del pie derecho, se contabilizaron las heridas existentes y se evaluó el plumaje por un score (Tauson et al. 1984). Los datos se analizaron por mínimos cuadrados (GLM de SPSS) y por técnicas no paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSSIÓN

La Tabla 1 muestra que las uñas de las gallinas alojadas en jaulas con mecanismo de limado fueron significativamente (P<0,05) más cortas, concordando con los estudios de (Tauson, 1998). No se encontraron diferencias en la longitud de uñas entre cintas de lijas y placas de cerámicas en las baterías JEN y JEI. Ambos mecanismos son eficientes, pero si tenemos en cuenta la durabilidad de las placas, parece ser éste el más recomendable.

Tabla 1: Medias mínimo cuadráticas (± desviación típica) para la longitud de uña central (cm) de acuerdo con el tipo de dispositivo de desgaste en distintas jaulas (Isa Brown bat, 19-55 semanas de edad)

Jaulas	Cinta de lija	Placa de cerámica	Ninguno
Convencional	2,17 ± 0,43 a	-	2,47 ± 0,561 b
JEN	2,26 ± 0,43 a	2,22 ± 0,50 a	-
JEI	1,75 ± 0,38 a	1,73 ± 0,29 a	-

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada fila p<0,05

Por su parte, el efecto de la edad fue muy significativo (P<0,05) en todas las estirpes y jaulas (Tabla 2) resultando en uñas más largas con el avance de la edad.

Tabla 2: Medias mínimo cuadráticas (± desviación típica) para la longitud de la uña central (cm) a diferentes edades en gallinas alojadas en distintos tipos de jaulas

Edad semanas	Convencional (Isa batería+Hy line Plus)	JEN (Isa batería+Hy line Plus)	JEI (Isa batería+Hy line Plus+ Isa suelo)
19	1,61 ± 0,09 A	1,6 ± 0,12 A	1,76 ± 0,3 A
35	2,23 ± 0,39 B	2,3 ± 0,25 B	1,94 ± 0,39 B
49	2,54 ± 0,45 C	2,5 ± 0,33 B	2,26 ± 0,61 C
55	2,69 ± 0,36 D	2,4 ± 0,41 C	2,47 ± 0,82 D

Letras distintas mayúsculas significan diferencias significativas dentro de cada columna p<0,05

No se encontraron diferencias significativas para la longitud de uñas entre las gallinas de estirpe Isa Brown (2,24 ± 0,45) y Hy line Brown (2,21 ± 0,47) en la batería JEN, ni tampoco en la batería convencional; (2,32 ± 0,52) y (2,27 ± 0,54), respectivamente.
En la batería JEI se destacan las uñas más largas de la estirpe blanca con un limitado efecto del recorte de uñas, lo que sugiere que la incorporación de estos mecanismos deberá tener en cuenta la estirpe comercial (Tabla 3). Como se puede ver en la misma tabla el sistema de cría (Isa batería x Isa suelo) no afecta la utilización del rascador, como se podría suponer en razón de una posible mayor actividad de forrajeo de las pollitas criadas a piso.

Tabla 3: Medias mínimo cuadráticas (± desviación típica) para la longitud de uña (cm) en gallinas alojadas en la batería JEI (19-55 semanas de edad)

Batería	Isa Brown (criadas en batería)	Isa Brown (criadas en suelo)	Hy line W98
JEI	1,74 ± 0,33 a	1,83 ± 0,64 a	2,73 ± 0,58 b

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada fila p<0,05

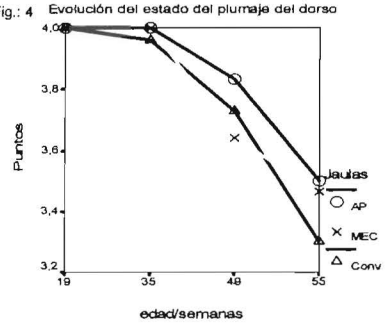
La tabla 4 muestra que en las jaulas sin deflector delante del comedero (JC y JEN), al colocar el dispositivo en el plano vertical, resulta en una inferior eficacia de limado. En este caso las longitudes de uñas se aproximan más a las de las gallinas sin acceso a dispositivos de recorte. La eficacia del limado es muy superior en la jaula JEI, donde los mecanismos de limado están en la cara interior del deflector de huevos, en el plano horizontal.

Tabla 4: Medias mínimo cuadráticas (± desviación típica) para la longitud de la uña central (cm) de acuerdo con la posición del dispositivo de desgaste (Isa Brown bat, 19-55 semanas de edad)

Rascador	Edad	Posición horizontal (JEI)	Posición vertical (Conv. y JEN)	Ninguno (Convencional)
Cinta de lija	19	1,59 ± 0,12 a	1,66 ± 0,10 a	1,61 ± 0,12 a
	35	1,73 ± 0,21 a	2,15 ± 0,30 b	2,30 ± 0,23 b
	49	1,75 ± 0,30 a	2,44 ± 0,31 b	2,86 ± 0,25 c
	55	1,95 ± 0,64 a	2,53 ± 0,29 b	2,98 ± 0,24 c
Placa de cerámica	19	1,63 ± 0,08 a	1,57 ± 0,10 a	1,61 ± 0,12 a
	35	1,79 ± 0,14 a	2,26 ± 0,23 b	2,30 ± 0,23 b
	49	1,86 ± 0,38 a	2,74 ± 0,29 b	2,86 ± 0,25 b
	55	1,67 ± 0,40 a	2,39 ± 0,31 b	2,98 ± 0,24 c

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada fila p<0,05

Fig.: 4 Evolución del estado del plumaje del dorso



Como era de esperar (Figura 4), el grado de conservación del plumaje en el dorso ha descendido paulatinamente con la edad. El plumaje se conservó mejor en el conjunto de aves alojadas en la batería JEI debido al mayor limado de las uñas. En la batería convencional, que no incluye dispositivos de limado en la mitad de las jaulas, la puntuación del plumaje es significativamente menor (P<0,05).

Las diferencias en lesiones de pie entre los grupos experimentales fueron poco consistentes. Sin embargo, sí se han hallado diferencias para determinados tipos de lesiones en determinadas jaulas (en particular, lesiones en dedo y uñas partidas). Esto pudo deberse a un posible efecto de la edad (Cepero et. al. 2001). Comparando los distintos sistemas de desgaste de uñas no se verificaron diferencias significativas en la frecuencia de heridas. Sin embargo, al comparar el efecto jaula (Tabla 5), sí se observaron diferencias ($P<0,05$) para heridas en dedos (45,9% en BD) y uñas partidas (12,4% en JEN).

Tabla 5: Estadísticos de contraste[a,b] para la frecuencia de heridas en los pies de gallinas Isa Brown alojadas en distintas jaula (19-55 sem/edad)

	Membrana	Dedos	Inflamación plantar	Uña partida	hiperqueratosis
Chi-cuadrado	2,885	11,118	0,000	5,279	5,205
gl	2	2	2	2	2
Sig. asintót.	0,236	0,004	1,000	0,050	0,074

a Prueba de Kruskal-Wallis b Variable de agrupación: Jaula

En las jaulas JEI los rascadores (ubicados horizontalmente en el deflector de huevos), son más eficientes, pero también pueden llegar a causar lesiones de dedos, concordando con Elson, (1999). En las jaulas JEN, el desgaste de uñas no es tan eficiente como en jaulas JEI, con un mayor índice de roturas de uñas por enganche en la placa (Tabla 6).

Tabla 6: Porcentaje de lesiones en diferentes partes de los pies de gallinas ponedoras en función del tipo de rascador y jaula (19-55 semanas de edad)

Lesiones		Convencional			Enriquecida JEN			Enriquecida JEI		
	Numero	Lija	Sin lija	Total	lija	placa	Total	lija	Placa	Total
Membrana	1	4,3	-		2,2	-		-	-	
	2	-	2,2	6,5	-	-	2,2	-	-	-
Dedo	1	15,2	13,0		6,5	2,7		18,9	16,2	
	2	2,2	2,2		-	-		2,7	5,4	
	3	-	-	32,6 b	-	-	9,2 a	2,7	-	45,9 c
Inflamación plantar		-	-	-	-	-		-	-	
Uña partida	1	-	-		4,3	8,1		-	-	
	2	4,3	-	4,3 a	-	-	12,4 b	-	-	-
Hiperqueratosis		32,6	21,7	54,3	15,2	10,8	26	18,9	27	45,9

Letras distintas minúsculas significan diferencias significativas dentro de cada fila $p<0,05$

Los datos obtenidos hasta ahora sugieren que los dispositivos de desgaste de uñas son eficientes y parecen beneficiosos para las aves, sobre todos en jaulas con deflectores de huevos. Sin embargo, pueden afectar la frecuencia de heridas de pies en las gallinas.

BIBLIOGRAFIA

Cepero, R.; Maria, G.; Hernandis, A. (2001). Sanidad y productividad en jaulas enriquecidas: Resultados de la fase final de puesta. XXXVIII Symp. Sec. Esp. WPSA, Córdoba:209-230.

Elson, A. Efectos de la Directiva 1999/74/CE sobre jaulas de puesta: Producción, calidad, salud y costes de las jaulas enriquecidas. XXXVI Symp. Sec. Esp. WPSA, Valladolid, 1999:23-29.

Fiks-van Niekerk T.G.C.M., Reuvekamp B.F.J., van Emous R.A. (2002). Abrasive devices for laying hens in cages. Arch. Geflügelk 11th European Poultry Conference

Tauson, R. (1998). Health & Production in Improved Cage Designs. Poultry Science 77: 1820-1827

Tauson, R.; Ambrosen, T.; Elwinger, K. (1984). Evaluation of procedures for scoring the integument of laying hens – Independent scoring of plumage condition. Acta. Agric. Scand. 34: 400-408.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del sector de productores de huevos de España (INPROVO) y en particular de Aragón. El estudio ha sido financiado por los Proyectos AGF97-0932 de CICYT y PETRI PTR 1995 0449-OP, cofinanciado con la Empresa Zucami Poultry Equipment , INPROVO y el MAPA. Un agradecimiento especial al *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* de Brasil por financiar la beca doctoral del Ingeniero M. Sc. Victor Fernando Buttow Roll.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 244-246

EFECTO DEL TIPO DE JAULA SOBRE LA CALIDAD COMERCIAL DEL HUEVO

Cepero, R.; Buttow-Roll, V.F*.; Maria, G. A.
*Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. *Becario del CNPq-Brasil*

INTRODUCCIÓN

Se han realizado muchas investigaciones orientadas a la modificación de las jaulas de puesta, centradas principalmente en los aspectos etológicos; pero se ha prestado mucha menos atención a la calidad del producto obtenido. El huevo es un indicador diario de la interacción entre la gallina y su medio ambiente, por lo que la medición de su calidad tiene un uso potencial para valorar el bienestar (Fraser *et al.*, 1995). Los resultados experimentales muestran que en las jaulas "enriquecidas" se obtiene un menor peso medio del huevo, y el % de huevos sucios y rotos aumenta como mínimo un 10-15% respecto a las cifras usuales en las convencionales (Abrahamsson *et al.*, 1995; Cepero *et al.*, 2000), aunque hay notables diferencias según diseños (Tauson, 2001). Algunos modelos dan un mayor porcentaje de roturas (Elson, 1999), y otros un gran aumento de los huevos sucios, al trabajar con tamaños de grupo superiores a 10 aves (van Niekerk y Reuvenkamp, 1999). La competencia de las gallinas por los recursos presentes en las jaulas enriquecidas parece causar un cierto grado de estrés, disminuyendo la densidad de la cáscara (Short et al., 2001), y la intensidad de su color (Walker y Hughes, 1998), mientras que la calidad interna no mejora (Cepero *et al.*, 2000, 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente ensayo ha tenido como objetivos evaluar el bienestar de las ponedoras alojadas en distintos tipos de jaulas a través de diversos indicadores, entre ellos la calidad del huevo, y testar si el diseño de dos modelos de jaulas enriquecidas permite lograr una óptima calidad comercial. Para ello se alojaron 1374 gallinas de 17 semanas (642 ISA Brown criadas en baterías y otras 180 criadas en suelo, 432 Hy-line Brown Plus y 120 Hy-line W-98), en tres tipos de baterías: Convencionales (6 aves/jaula, 550 cm^2/ave), enriquecidas MEC y enriquecidas AP (10 aves/jaula, 750 cm^2/ave). Se registró diariamente el peso de los huevos producidos y el % de sucios y rotos, y cada dos semanas (durante 5 días consecutivos) los % de las clases comerciales de peso. En cada grupo experimental (30 huevos/grupo), con el equipo integrado EQM (TSS Ltd.) se determinó: Color de la cáscara, peso del huevo, altura de albumen y unidades Haugh, y color de la yema (escala Roche). Las yemas se pesaron por separado, y su color se midió en la escala CIElab con espectrofotómetro Minolta 2002. 24 h después se midió el peso y el espesor de las cáscaras desecadas y se calculó su densidad en mg/cm^2, previa estimación de su área (Hughes, 1984). Peso y proporción del albumen se hallaron por diferencia al peso del huevo entero. El análisis estadístico se basó en un modelo factorial de efectos fijos (sistema de alojamiento, estirpe, y/o edad, e interacciones), usando el procedimiento GLM del SPSS, y en el test de X^2 para comparar los % de huevos sucios, rotos y de clases comerciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Huevos desclasificados.** Desde el principio se obtuvo en ambas estirpes alojadas en la batería MEC una mayor proporción de huevos sucios, que aumentó con el tiempo (Figura 1). Ello se debe a ciertas deficiencias del diseño: a) La retención en la jaula, a veces durante días, de huevos entre el tabique y el tapiz del nidal, insuficientemente fijado al piso; b) los relieves del tabique; c) el pandeo de la malla a causa de un desigual uso del espacio por las gallinas; d) el tapiz sobresale del nido, y esta zona se ensucia con heces evacuadas mientras las gallinas comen en la zona anterior.
La proporción de huevos rotos también es algo superior en este modelo (Tabla 1), a causa del acúmulo de huevos en el segmento de la cinta de recogida más próximo al nidal. La mejor calidad de la cáscara se obtuvo en las jaulas convencionales, al igual que un estudio anterior (Cepero *et al.*, 2000, 2001).

- **Clasificación comercial:** Los porcentajes de las distintas categorías de peso resultaron mucho más favorables ($p < 0,01$) en la jaula convencional que en las enriquecidas (Figura 2). El % de huevos XL + L de la estirpe ISA se redujo en 7 puntos en la jaula AP y 14 en la MEC, lo que tiene implicaciones económicas importantes. Lo mismo sucedió en la estirpe Hy-Line Brown (47,8% en MEC y 59,5% en JC). En las jaulas AP ambos grupos ISA produjeron de forma similar, y las ponedoras ligeras han rendido, lógicamente, un menor tamaño de huevo y una proporción de huevos de gran tamaño muy inferior a las de la estirpe ISA (Figura 3).

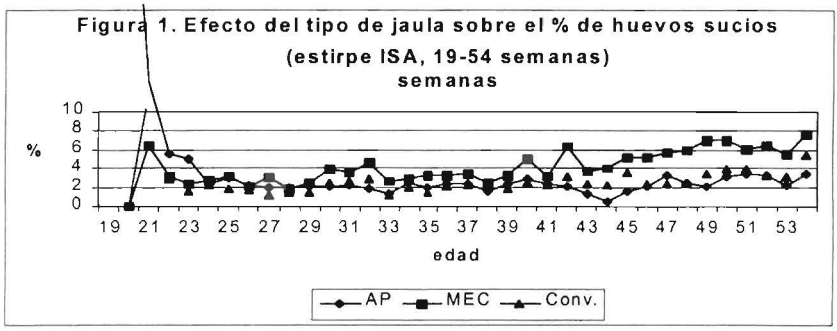


Tabla 1. Efecto del tipo de jaula sobre el % de huevos sucios y rotos(ISA Brown, 19-55 sem.)

Tipo de jaula	% Sucios	% Rotos	Peso medio, g
Enriquecida AP	2,32 a	1,46 a	64,13 a
Enriquecida MEC	4,26 b	2,04 b	63,65 a
Jaula convencional	2,47 a	1,43 a	65,03 a

Figura 2. Clasificación comercial de los huevos de gallinas ISA alojadas en distintas jaula (19-55 semanas)

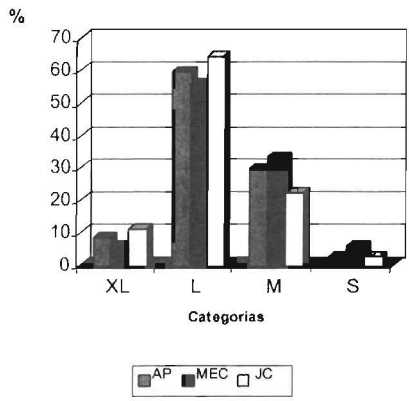
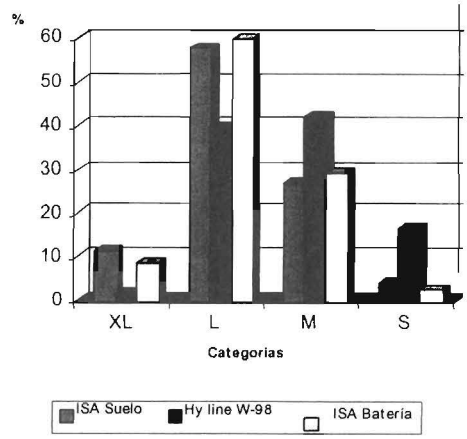


Figura 3. Clasificación comercial de los huevos producidos en la bateria AP (31-55 sem.)



- **Calidad interna y fortaleza de la cáscara**: En las estirpes semipesadas, el tipo de jaula sólo afectó significativamente al tamaño del huevo, superior en las JC (Tabla 2). En cambio, fue mucho mayor la influencia de la genética de las gallinas; los huevos ISA presentaron un mayor peso medio, y mayor cantidad y proporción de cáscara y albumen. Los huevos procedentes de las gallinas Hy-Line exhibían una cáscara significativamente más pálida y delgada; por el contrario, exhibieron una mejor calidad de albumen. Las diferencias entre ambas estirpes coinciden con las observadas por Harms y Hussein (1993) y Cepero *et al.* (2000).

Si se comparan los tres diseños utilizando exclusivamente los datos de la estirpe ISA, los huevos de las JC presentan mayor cantidad y % de albumen, pero menor peso y proporción de cáscara. En ambas jaulas enriquecidas se observó una leve mejora, aunque estadísticamente significativa, de las medidas que estiman la fortaleza de la cáscara (Tabla 3). Las gallinas alojadas en las jaulas AP produjeron cáscaras con mayor espesor y densidad y más proporción de yema, pero ello quizá se deba a un inicio de puesta algo más tardío. No hubo diferencias significativas en los parámetros de calidad interna ni en el color de la cáscara. El peso del huevo fue numéricamente superior en las JC.

Tabla 2. Efectos del tipo de jaula y de la estirpe de ponedoras sobre la calidad comercial del huevo (media ± error estándar). 31-54 semanas.

Variable	*Tipo de jaula*		*Estirpe*	
	J C	MEC	Hy-Line	ISA
Peso medio, g	66,4 ± 0,4 ^{A}	65,1 ± 0,3 ^{B}	64,7 ± 0,4 ^{A}	66,7 ± 0,4 ^{B}
% Yema	24,8 ± 0,2 ^{A}	24,9 ± 0,2 ^{A}	25,4 ± 0,1 ^{A}	23,7 ± 0,2 ^{B}
% Albumen	65,5 ± 0,2 ^{A}	65,5 ± 0,2 ^{A}	65,3 ± 0,2 ^{A}	66,5 ± 0,2 ^{B}
% Cáscara	9,6 ± 0,1 ^{A}	9,1 ± 0,1 ^{A}	9,3 ± 0,1 ^{A}	9,7 ± 0,1 ^{B}
Color cáscara, % reflec.	35,0 ± 0,4 ^{A}	35,2 ± 0,5 ^{A}	36,4 ± 0,4 ^{A}	33,8 ± 0,4 ^{B}
Densidad cásc, mg/cm^2	75,4 ± 0,6 ^{A}	75,8 ± 0,7 ^{A}	72,3 ± 0,6 ^{A}	79,0 ± 0,5 ^{B}
Espesor cáscara, µ	393 ± 3 ^{A}	395 ± 3 ^{A}	378 ± 3 ^{A}	411 ± 2 ^{B}
Altura albumen, mm	8,7 ± 0,1 ^{A}	8,8 ± 0,1 ^{A}	9,0 ± 0,1 ^{A}	8,6 ± 0,1 ^{B}
Uds. Haugh	91,1 ± 1,0 ^{A}	91,9 ± 1,0 ^{A}	92,8 ± 1,0 ^{A}	90,2 ± 0,5 ^{B}

Tabla 3. Efectos del tipo de jaula sobre el peso del huevo y las proporciones de componentes, y en las medidas de calidad de la cáscara (estirpe ISA Brown, 31-54 semanas de edad)

Tipo de jaula	Peso, g	% Yema	% Albumen	% Cáscara	Color cásc. %	Espesor, µ	Densidad, mg/cm^2
J. Conv.	67.2 a	23.5 a	66.9 a	9.6 a	33,4 a	408 a	78,3 a
M.E.C.	66.2 a	23.9 ab	66.2 b	9.8 b	34,2 a	413 ab	79,7 ab
AP	66.7 a	24.0 b	66.1 b	9.9 b	34,4 a	417 b	80,3 b

Por último, la comparación de los resultados de los tres grupos de gallinas alojadas en las jaulas AP revela una nula influencia del sistema de cría de las pollitas en la calidad de la producción posterior, y las significativas diferencias en calidad del huevo que existen entre ponedoras ligeras y de color. Los huevos blancos tienen un menor peso medio (63,7 *vs.* 67,3), mayor proporción de yema (25,9 *vs.* 24,2) y menor de cáscara (9,0 *vs.* 9,85) y albumen (65,1 *vs.* 66.0). El espesor y densidad de su cáscara fueron significativamente inferiores, pero presentaron mejores valores de unidades Haugh y del índice de amarillo b.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.; APPLEBY, M.C. (1995). Performance of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. Acta Agric. Scand., Sec. Anim. Sci., 45:286-296.

CEPERO, R.; YANGÜELA, J.; LIDÓN, M.D. (2000). Calidad del huevo en jaulas enriquecidas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 61-80.

CEPERO, R.; MARIA, G.; HERNANDIS, A. (2001). Calidad del huevo en jaulas enriquecidas: Resultados en la fase final de puesta. XXXVIII Symp. Sec. Esp. WPSA, Córdoba, Noviembre 2001, pp. 176-181.

ELSON, A. (1999). Efectos de la Directiva 1999/74/CE sobre jaulas de puesta: Producción, calidad, salud y costes de las jaulas enriquecidas. XXXVI Symp. Sec. Esp. WPSA, Valladolid, pp. 23-29.

FRASER, A.; BAIN, M.M.; SOLOMON, S. (1995). The structural organisation and functional properties of eggshells from alternative systems. . Proc. VI Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Zaragoza, pp.141-146.

HARMS, R.H.; HUSSEIN, S.M. (1993). Variations in yolk:albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. J. Appl. Poultry Res., 2(1):166-170.

HUGHES, R.J. (1984). Estimation of shell surface area from measurements of lenght, breadth and weights of hen eggs. Poultry Sci., 63:2471-2479.

SHORT, F.J.; WALKER, A.W.; ELSON, A. (2001). Eggshell density in furnished cages: effects of dustbath and perch provision. Brit. Poultry Sci., 42 (suppl.1):S77-S78.

TAUSON, R. (2001). Egg quality in furnished cages for layers-development, management, and comparison with other systems. Proc. IX Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Kusadasi, Turquia, 9-12/9/2001, pp. 93-100.

van NIEKERK, T.C.G.M.; REUVENKAMP, B.F.J. (1999). Enriched cages for laying hens. World Poultry, vol. 15 (12), pp. 34-37.

WALKER, A.W; HUGHES, B. O. (1998). Egg shell colour is affected by laying cage design. Brit. Poultry Sc. 39: 696-699.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por los Proyectos AGF97-0932 de CICYT y PETRI PTR 1995 0449-OP, cofinanciado con la Empresa Zucami Poultry Equipment , INPROVO y el MAPA. Un agradecimiento especial al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico (CNPq) del Gobierno de Brasil por la beca doctoral del Ingeniero M. Sc. Victor Fernando Buttow Roll.

EFECTO DE LA SELECCIÓN POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE CONEJO

Pascual M., Pla M., Blasco A.
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
Camino de Vera, s/n 46022 - Valencia

INTRODUCCIÓN

En el cruce a tres vías para la producción de carne de conejo se utilizan como machos terminales individuos procedentes de líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento. El objetivo de este trabajo es estudiar si la selección por este carácter ha producido cambios en la composición de la canal del conejo, ya que no hay estudios previos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó a partir de 315 animales de ambos sexos procedentes de la línea sintética R de la UPV (Baselga, 2002) seleccionada por velocidad de crecimiento entre las 4 y 9 semanas. Los animales utilizados en este estudio pertenecían a dos grupos de conejos: un grupo control (C) y un grupo seleccionado (S). Cuando la población se encontraba en la generación 7 de selección, se tomaron embriones y se vitrificaron; tras varios años, cuando la selección se encontraba en la generación 18, los embriones se desvitrificaron y transfirieron a hembras receptoras. Los animales procedentes de estos embriones se llevaron a estado adulto, se aparearon entre sí, y los descendientes formaron el grupo C. El grupo S estaba formado por descendientes de la generación 18 de selección, de forma que ambos grupos crecieron coetaneamente.

Los animales fueron sacrificados a las 4, 9, 13, 20 y 40 semanas de edad. Se tomó el peso vivo del animal y el peso de la canal al sacrificio. Posteriormente se realizó el troceado siguiendo las normas de despiece de la WRSA (Blasco y Ouhayoun, 1996). Se tomó el peso de una extremidad posterior y el peso de la parte central, comprendida entre la octava vértebra torácica y la sexta vértebra lumbar, ambas incluidas. La extremidad posterior se disecó y se pesó la carne y el hueso, y se separaron y pesaron los lomos y las paredes abdominales de la parte central.

Se calcularon la medias por mínimos cuadrados de cada grupo mediante el programa GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), teniendo en cuenta los factores grupo, sexo, edad y estación en la que crecieron los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1a se observa la evolución del peso vivo para los grupos de control y selección. Aunque el peso vivo es similar para ambos grupos y sólo resulta significativamente superior para el grupo selección en la semana 40, existen estudios realizados anteriormente con esta línea que confirman el éxito de la selección por velocidad de crecimiento (Piles *et al*, 2000; Blasco *et al*, 2003).

Al estudiar el peso de la canal (figura 1b), estas diferencias en la semana 40 desaparecen. Esto puede ser debido a un mayor peso del tracto gastrointestinal en el grupo de selección. Gómez *et al.* (1998) encontraron un mayor peso de estas vísceras en la línea R al compararla con otras líneas no seleccionadas por velocidad de crecimiento.

El rendimiento de la canal aumenta con la edad (figura 1c), llegando al 56% a la edad de sacrificio (9 semanas) y sigue aumentando hasta estabilizarse a partir de la semana 20 en que los animales han alcanzado casi su estado adulto. Esta tendencia se observa claramente en la curva definida por los animales del grupo seleccionado, mientras que los animales del grupo control muestran unos cambios anómalos durante el crecimiento, especialmente en las semanas 4 y 13.

Tanto la relación carne / hueso obtenida de la extremidad posterior (figura 1d) como el porcentaje de extremidad posterior respecto a la canal (figura 1e) aumentan con el tiempo. La relación carne / hueso resulta significativamente mayor para animales de 4 y 9 semanas del grupo seleccionado, desapareciendo estas diferencias en edades posteriores y llegando a ser la cantidad de carne hasta 8 veces mayor respecto al hueso en la semana 40.

El porcentaje de lomo y pared abdominal respecto a la parte central del animal (figura 1f) muestra también un aumento con la edad hasta la semana 20, en que toma una media del 61%. Los animales del grupo control muestran un mayor porcentaje en la cuarta semana de vida, pero estas diferencias desaparecen a mayor edad. Sin embargo, no existen diferencias entre ambos grupos en porcentaje de parte central respecto a la canal a ninguna de las edades estudiadas (figura 1g), mostrando esta variable también un aumento con la edad, que se estabiliza en la semana 20 con una media del 27% para ambos grupos.

El aumento con la edad del rendimiento al sacrificio, la relación carne / hueso de la extremidad posterior y el porcentaje de esta extremidad respecto a la canal ya fue observado en estudios anteriores (Deltoro y López, 1986; Peris *et al.*, 1988). En estos estudios también se observó un aumento del porcentaje de la parte central respecto a la canal, pero los resultados no son directamente comparables con los nuestros, ya el despiece realizado en la parte central era distinto.

En las granjas comerciales los animales son sacrificados a las 9 semanas de vida. Sin embargo los resultados obtenidos en este estudio indican que desde el punto de vista de la composición de la canal, los animales deberían ser sacrificados a edades posteriores. El rendimiento de la canal al sacrificio aumenta hasta la semana 20. Por otro lado, la relación carne / hueso tomada en la extremidad posterior aumenta junto con el porcentaje de esta extremidad respecto a la canal. Por último, los lomos y paredes abdominales, que puede ser interpretado como un indicador de la parte comestible de la parte central, muestran también un aumento respecto a la parte central, junto con un aumento paralelo del porcentaje de parte central respecto a la canal, que son partes del animal altamente consideradas por los consumidores.

No parece que la selección haya producido cambios en la composición de la canal, aunque los resultados obtenidos en este primer análisis deben ser tomados con precaución, ya que el grupo control presentaba en ocasiones comportamientos que podrían ser un tanto anómalos.

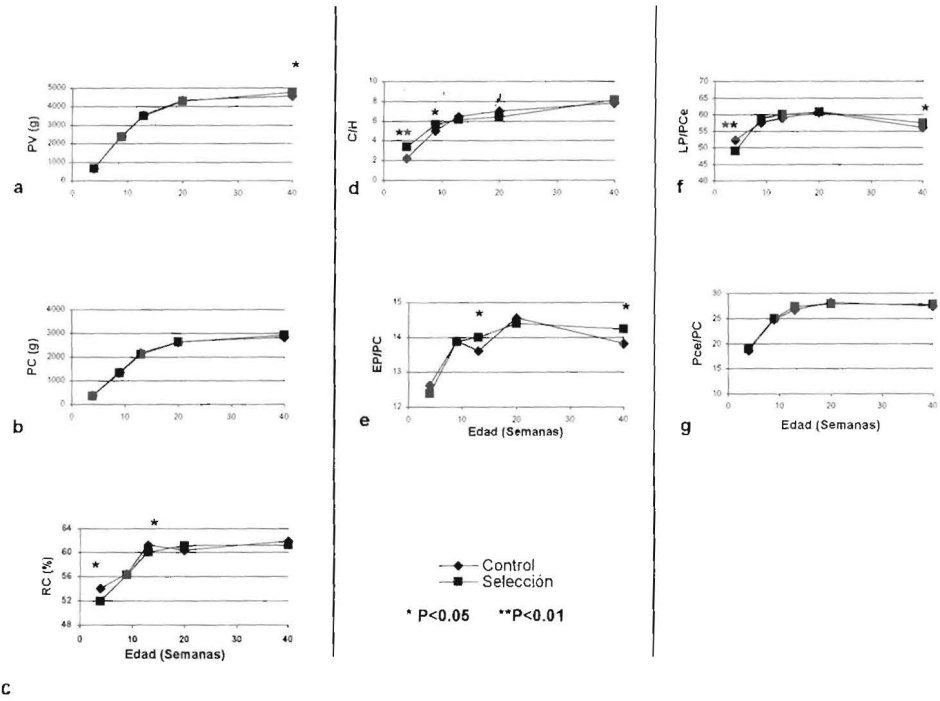


Figura 1. Evolución del peso vivo (PV), peso de la canal (PC), rendimiento de la canal al sacrificio (RC), relación carne - hueso en la extremidad posterior (C/H), porcentaje de extremidad posterior respecto a la canal al sacrificio (EP/PC) porcentaje de lomo y pared abdominal respecto a la parte central (LP/PCe) y porcentaje de parte central respecto a la canal (PCe/PC) para el grupo control y el grupo seleccionado a las 4, 9, 13, 20 y 40 semanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baselga, M. 2002. Line R (Spain). In Khalil, M. H., Baselga, M (editores). Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Options méditerranéennes. Serie B nº 38 : 253-262.

Blasco, A., Ouhayoun, J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science.* **4**(2), 93-99.

Blasco, A., Piles, M., Varona, L. 2003. A Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. *Genetics Science Evolution.* In press.

Deltoro, J., López, A. M. 1986. Development of commercial characteristics of rabbit carcasses during growth. *Livestock Production Science* **15**: 271-283.

Gómez, E. A., Baselga, M., Rafel, O., Ramon, J. 1998. Comparison of carcass characteristics in five trains of meta rabbit selected on different traits. *Livestock Production Science* **55**: 53-64.

Peris, J. L., Vicente, J. S., Camacho, J. 1988. Distribución del tejido muscular y óseo en canales de conejo durante el crecimiento. Simposium de Cunicultura. Soria: 167-176.

Piles M, Blasco A, Pla M. 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. *Meat Science* **54**(4): 347-355.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 250-252

ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE CONEJO POR ESPECTROSCOPIA NIR

Marcial Pla, Mariam Pascual, Beatriz Ariño
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
Camino de Vera, s/n. 46022-Valencia

INTRODUCCIÓN

Los métodos convencionales de análisis por vía húmeda para la determinación del contenido en grasa o proteína de la carne son lentos, laboriosos y generan residuos contaminantes, lo que ha hecho que, de un tiempo a esta parte, sea cada vez más frecuente el uso de la tecnología NIRS para la estimación de dichos componentes y de la humedad.

En el caso de la carne de conejo, Masoero *et al.* (1994) utilizaron el NIR para el estudio de algunas características, Pla (1996) mediante un equipo de filtros estableció unas ecuaciones de calibración para los tres componentes químicos citados en carne procedente de conejos de peso comercial. Posteriormente, Marqués (2001) ha obtenido ecuaciones a partir del troceado de conejos de edades comprendidas entre 4 y 40 semanas de edad, previamente desprovistos de la grasa disecable. El presente trabajo se plantea ahora la expansión de esas ecuaciones, mediante la utilización de muestras procedentes de partes hasta ahora no disecadas y de otras que incluyen toda la carne comestible de la canal, incluyendo los depósitos grasos disecables, que permitan estimar el contenido en proteína, grasa y humedad de cualquiera de las partes del troceado de la canal según las normas de la WRSA (Blasco y Ouhayoun, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 14 canales comerciales de conejo, adquiridas en las 7 mayores cadenas del área de Valencia y, después de quitar la grasa disecable, se han troceado siguiendo las normas de la WRSA obteniéndose las cuatro porciones indicadas en dichas normas. De la parte media se ha separado la pared abdominal y los músculos *longissimus,* quedando el espinazo (que incluye los músculos *psoas*). En la parte posterior se han separado las extremidades del hueso sacro y vértebras caudales. En cada una de las piezas así obtenidas se ha separado el hueso de la carne comestible (que incluye el músculo, tejido adiposo Inter. e intramuscular, tendones, vasos y nervios), obteniéndose por tanto 6 muestras de carne por animal. La carne comestible correspondiente a media canal, junto a sus depósitos grasos se ha homogeneizado para constituir la séptima muestra, disponiéndose finalmente de 98 muestras de carne.

Cada una de las muestras se picó finamente con una picadora doméstica y con ella se llenaron dos cápsulas circulares con cristal de cuarzo de 3,8 cm de diámetro, para la recogida de los espectros en un equipo NIRSystem 5000, haciéndose de cada una dos lecturas por giro de 90 grados. Los cuatro espectros obtenidos se mediaron para el tratamiento quimiométrico con el programa WINISI v. 1.04 (Infrasoft International, LLC).

De las 98 muestras se tomaron 36, que representaban los diferentes tipos y se determinó por vía húmeda su contenido en proteína, grasa y humedad por los métodos oficiales. Sus espectros se incluyeron junto a los 97 empleados en la calibración anterior (Marqués, 2001) y con el conjunto se procedió a la nueva calibración. Las ecuaciones se obtuvieron por regresión multivariante de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS) y los estadísticos utilizados para la elección de las mejores ecuaciones fueron: la desviación típica residual (DT)para el colectivo de la calibración y para la validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para la validación cruzada (r^2), el RPD (DT/ETVC) y el RER (Rango/ETVC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de las ecuaciones de calibración obtenidas con anterioridad (Marqués, 2001), y no publicadas, son las expuestas en la tabla 1. Las tres ecuaciones pueden considerarse de excelente precisión y fiabilidad, por el alto porcentaje de explicación de la variedad existente en el colectivo de la validación cruzada de todos los parámetros estudiados. Los valores del RER correspondientes a los tres parámetros y el RPD de la grasa y humedad superan ampliamente los valores recomendados por Williams y Sobering (1996), mientras el RPD de la proteína es inferior al valor recomendado (RPD >3). Esta menor capacidad predictiva para la proteína es general en todos los trabajos de carne y productos cárnicos, pero es incluso superior a la encontrada por Pla (1996) del 84% en una ecuación obtenida con cinco filtros, como también lo es la correspondiente a la grasa (96%) y semejante a la correspondiente a la humedad (98%).

Tabla 1.Valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para los constituyentes proteína, grasa y humedad de la carne de conejo (Marqués, 2001, no publicado)

Parámetro	N	Rango	DT	ETVC	r^2	RPD	RER
Proteína (PB) %	97	18,78-23,53	0,929	0,469	0,89	1,98	10,13
Grasa (GB) %	83	0,33-8,30	2,127	0,525	0,98	4,05	15,18
Humedad (H) %	97	68,24-76,77	1,922	0,347	0,98	5,54	24,58

La tabla 2 recoge los valores correspondientes a las 36 muestras analizadas en este experimento e incorporadas luego al conjunto de calibración.

Tabla 2. Media, desviación típica (DT), coeficiente de variación (CV) y rango de los parámetros químicos analizados en carne de conejo.

Parámetro	Media	DT	Rango	CV (%)
Proteína (PB) %	20,54	1,36	18,09-23,79	6,60
Grasa (GB) %	6,90	3,28	1,05-14,60	47,54
Humedad (H) %	70,80	3,19	63,62- 76,04	4,50

Aun cuando los valores de proteína y humedad de estas muestras es similar a los de las utilizadas para la calibración anterior, los valores de grasa son superiores y se corresponden, sin duda, a las muestras del total de carne comestible de la canal (que incluyen los depósitos grasos disecables) que han sido introducidas en este trabajo como objetivo del mismo.

Una vez consideradas todas las muestras se procedió a la nueva calibración, presentándose en la tabla 3 los valores correspondientes de los parámetros obtenidos.

Tabla 1.Valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para los constituyentes proteína, grasa y humedad de la carne de conejo

Parámetro	N	Rango	DT	ETVC	r^2	RPD	RER
Proteína (PB) %	128	17,89-23,53	0,97	0,606	0,76	1,61	9,31
Grasa (GB) %	116	0,33-14,60	2,87	0,485	0,98	5,91	29,42
Humedad (H) %	132	63,62-76,77	2,66	0,518	0,98	5,14	25,39

Las nuevas ecuaciones para grasa y humedad tienen una precisión semejante a las anteriores (explican el 98% de la variablidad existente) e incluso mejoran la fiabilidad, mejorando los ratios RPD y RER, si bien se empeoran los correspondientes a la proteína. No obstante incluso estos valores correspondientes a la proteína son de un orden semejante, e incluso ligeramente mejores, a los encontrados en otros trabajos, como el de Solis *et al.* (2001) en lomo de cerdo ibérico.

CONCLUSIONES

Puede concluirse, por tanto, que la tecnología NIRS es adecuada para la determinación del contenido en grasa, humedad y proteína de la carne de conejo, en el más amplio rango de estos valores representados en todas las piezas de la canal.

BIBLIOGRAFÍA

Blasco A., Ouhayoun J., 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. World Rabbit Science 4(2), 93-99.

Marqués R. 2001. Aplicación de la tecnología NIR al análisis de la composición química de carne de conejo. Trabajo de fin de carrera. ETSIA. Valencia.

Masoero G. , Bergoglio G., Parigi Bini R., Xiccato G., Dalle Zotte A., Brugiapaglia A., Pla M., Hernández P., Castellini C. 1994. Il coniglio ai raggi NIR. Coniglicoltura 4, 20-25.

Pla M. 1996. Determination of moisture, protein and fat in rabbit meat by NIR. Meat Focus Int. 5(5/6), 170-173.

Solís M., De Pedro E., Garrido A., García J. 2001. Evaluación de la composición de lomo de cerdo ibérico mediante la tecnología NIRS. ITEA v.extra, 22, 613-615.

Williams P., Sobering D. 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. In Davies A.M.C. and Williams P. (Ed.) Near Infrared Spectroscopy: The future Waves.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 253-255

EFECTO DE LA SELECCIÓN POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS PROTEOLÍTICOS Y LIPOLÍTICOS DE LA CARNE DE CONEJO

Ariño, B[1]., P. Hernández[2], A. Blasco[1].

[1] Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Apartado 22012. 46071 Valencia.
[2] Departamento de Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Edificio Seminario. 46113 Moncada (Valencia).

INTRODUCCIÓN

La selección por el carácter velocidad de crecimiento en conejo, por un lado mejora el índice de conversión (Torres et al., 1992) pero por otro podría ocasionar un deterioro de la calidad de la canal y de la carne de conejo. Piles et al. (2000) encontraron un menor contenido en grasa así como una reducción de la capacidad de retención de agua de la carne en la línea seleccionada por velocidad de crecimiento comparada con una población control.

La actividad de enzimas musculares como las catepsinas y su inhibidor específico cistatinas, están relacionados con los cambios bioquímicos y estructurales que se producen en la carne en el periodo post mortem (Koohmaraie, 1988). Variaciones en la actividad de estos enzimas podrían conducir a cambios en la terneza de la carne, que es el principal factor determinante de su calidad. (Etherington D. J., 1984).

Por otro lado los enzimas lipolíticos intervienen en la liberación de ácidos grasos, cuya oxidación conduce a la producción de compuestos aromáticos determinantes del aroma de la carne (Motilva et al. 1993). Diferencias en la composición de los lípidos musculares y en los niveles de las actividades de los enzimas lipolíticos podrían determinar diferencias en el aroma y el sabor de la carne.

El objetivo de este trabajo fue determinar las consecuencias de la selección por velocidad de crecimiento sobre la actividad tanto de las catepsinas B, B+L y H y su inhibidor específico cistatinas, como de los enzimas lipolíticos.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se utilizaron dos grupos de conejos, pertenecientes a diferentes generaciones de un experimento de selección por velocidad de crecimiento. Para la formación del grupo control (C) se vitrificaron embriones pertenecientes a la generación 7, que tras varias generaciones se transfirieron a hembras receptoras según el procedimiento descrito por Vicente et al., 1999 y García et al. 2000. Se utilizaron los hijos nacidos de los animales procedentes de estos embriones, de manera que fueran contemporáneos con animales de la generación 21, los cuales formaron el grupo seleccionado (S).

A la edad de 9 semanas, edad de sacrificio comercial, se sacrificaron 120 animales pertenecientes a los grupos control y selección. A las 24 h post mortem se realizó la disección del músculo *Longissimus dorsi* (LD) y los músculos de la pierna, y se

congelaron a –20 ºC hasta que se utilizaron para los análisis enzimáticos. Los ensayos de la actividad de las catepsinas y cistatinas se realizaron en el LD de 40 animales mientras que para los ensayos de las actividades lipolíticas se utilizaron los músculos de la pierna de 80 animales.

La preparación del extracto muscular y medida de las catepsinas B, B+L y H se realizó según el método descrito por Toldrá y Etherington (1988). Una unidad de actividad proteolítica (U) se definió como la cantidad de enzima necesaria para hidrolizar 1 µmol de sustrato en 1 hora a 37ºC.

El ensayo de las cistatinas se realizó según el procedimiento de Bige et al. (1985). Una unidad (U) de actividad cistatínica se definió como la cantidad de inhibidor capaz de bloquear totalmente una unidad de actividad papaínica.

La medida de las actividades lipolíticas se determinó siguiendo el método descrito por Motilva et al. (1992), con pequeñas modificaciones. Una unidad de actividad lipolítica se definió como la cantidad de enzima capaza de hidrolizar 1 µmol de sustrato en 1 hora a 37ºC.

Se estimaron las medias por mínimos cuadrados usando un modelo en el que se incluyeron como efectos fijos el grupo (control y selección) y el sexo. Se usó el procedimiento GLM (general Linear Model) del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc, Cary NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los valores de las actividades de las catepsinas B, B+L y H y de su inhibidor específico cistatinas, así como el ratio (B+L)/B como un indicador de la actividad de la catepsina L (Schreus et al, 1995). Estudios previos han puesto de manifiesto diferencias en las actividades de las catepsinas según el tipo genético en diversas especies como en cerdo (Armero et al. 1999), en pollo (Schreus et al. 1995), o en vacuno (Uytterhaegen et al., 1994). No obstante, en la actualidad no existe ningún estudio acerca de cómo influye la selección por velocidad de crecimiento en la actividad de estos enzimas.

No se encontraron diferencias en las actividades de las catepsinas ni de su inhibidor específico cistatinas. Tampoco se encontraron diferencias entre machos y hembras. Sólo el ratio (B+L)/L fue ligeramente superior ($P<0.10$) en las hembras, lo que podría indicar una mayor actividad de la catepsina L en éstas respecto a los machos.

Respecto a los enzimas lipolíticos, su actividad no parece haber sido afectada por la selección (Tabla 2). Tampoco se observaron diferencias entre sexos en la actividad de estos enzimas. Sin embargo, la selección por velocidad de crecimiento si afecta al contenido en grasa del conejo, proporcionando animales con menor contenido tanto en grasa disecable como en grasa de la carne de la pierna. (Piles et al. 2000)

De nuestros resultados no se puede concluir que la selección por velocidad de crecimiento influya sobre la actividad de los enzimas proteolíticos y lipolíticos de la carne de conejo.

Tabla 1.Medias de las actividades de las catepsinas y su inhibidor cistatinas (U/g de músculo)

Catepsina B		Catepsina B+L		Ratio (B+L)/ B		CatepsinaH		Cistatinas	
LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
0.608	0.016	2.03	0.045	3.38	0.056	0.549	0.013	1.70	0.040

LSM: Media por mínimos cuadrados: SE: Error estándar.

Tabla 2:Medias de las actividades de las lipasas (U/g de músculo)

Lipasa Ácida		Lipasa Neutra		Fosfolipasa Ácida	
LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
0.51	0.017	1.05	0.061	0.456	0.018

LSM: Media por mínimos cuadrados; SE: Error estándar.

BIBLIOGRAFÍA

Armero E., Barbosa J. A., Toldrá F., Baselga M., Pla M. 1999. Meat Sci. 51: 185-189.
Bige L., Ouali A., Valin C. 1985. Biochim. Biophys. Acta 843 : 269-275.
Etherington D. J. 1984 J. Anim. Sci. 59 (6): 1644-1650.
García M. L., Baselga M., Viudes-de-Castro M. P., Vicente J. S. 2000. Arch. Zootec. 49: 81-86.
Koohmaraie M., Babiker A. S., Merkel R. A., Dutson T. R. 1988. J. Food Sci. 5: 1253-1257.
Motilva M. J., Toldrá F., Flores J. 1992. Z. Lebensm Unters Forsch 195: 446-450.
Motilva M. J., Toldrá F., Nieto P., Flores J. 1993. Food Chem. 48: 121-125.
Piles M., Blasco A., Pla M. 2000. Meat Sci. 23: 117-122.
Schreurs F. J. G., Van der Heide D., Leenstra F. R., De Wit W. 1995. Poultry Sci. 74: 523-537.
Toldrá F., Etherington D. J. 1988. Meat Sci. 23: 117-122.
Torres C., Baselga M., Gómez E. A. 1992. Proc. V. World Rabbit Congress, Corvallis. Vol. B, 884-888.
Vicente J. S., Viudes-de-Castro M. P., García M. L. 1999. Reprod. Nutr. Dev. 39: 657-662.
Uytterhaegen L., Claeys E., Demeyer D., Lippens M., Fiems L. O., Boucquè C. Y., Van de Voorde G., Bastiaens A. 1994. Meat Sci. 38: 255-267.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 256-258

EFECTO DE LA SELECCIÓN POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CONEJO

P. Hernández[1], L. Guerrero[2], J. Ramírez[2], B. Ariño, [3]., A. Blasco[3].

[1] Departamento de Produccion Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Edificio Seminario. 46113 Moncada (Valencia).
[2] Institut de Recerca i Tecnología Agroalimentàries (IRTA), Centre de Tecnología de la Carn, Granja camps i Armet, 17121, Monelles, Girona.
[3] Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Apartado 22012. 46071 Valencia.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de conejo está basada generalmente en cruces a tres vías, en los cuales el macho terminal se selecciona por velocidad de crecimiento.

La selección por velocidad de crecimiento puede afectar a la calidad de la canal y la carne. Piles et al. (2000) comparando una población seleccionada por velocidad de crecimiento con una población control, encontraron un descenso en el contenido de grasa de la canal y de la carne en la población seleccionada, así como una reducción de la capacidad de retención de agua en la carne cruda. No obstante, se desconoce cómo la selección por velocidad de crecimiento puede estar afectando a la calidad sensorial de la carne de conejo.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la selección por velocidad de crecimiento sobre las características sensoriales de la carne de conejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material animal. Se utilizaron dos grupos de conejos, pertenecientes a diferentes generaciones de un experimento de selección por velocidad de crecimiento. Para la formación del grupo control (C) se vitrificaron embriones pertenecientes a la generación 7, que tras varias generaciones se transfirieron a hembras receptoras según el procedimiento descrito por Vicente et al., 1999 y García et al. 2000. Se utilizaron los hijos nacidos de los animales procedentes de estos embriones, de manera que fueran contemporáneos con animales de la generación 21, los cuales formaron el grupo seleccionado (S). A la edad de 9 semanas se sacrificaron 40 animales pertenecientes a los grupos control y selección. A las 24 h post mortem se realizó la disección del músculo *Longissimus dorsi* (LD) y se congeló a –20 ºC.

Evaluación sensorial. Se realizó un análisis cuantitativo descriptivo (Stone et al., 1974) mediante 4 catadores de carne de conejo en 20 sesiones. Las características evaluadas fueron: Intensidad de aroma a conejo, olor a anís, flavor a anís, flavor metálico/hígado, terneza, jugosidad y fibrosidad. El análisis sensorial se llevó a cabo sobre el *Longissimus dorsi* (LD) siguiendo un diseño de bloques aleatorizados (Steell y Torrie, 1980). Las muestras se cocinaron envasadas a vacío en un baño a 80ºC durante 1 hora, se cortaron en cuatro piezas y se distribuyeron a los catadores.

Análisis estadísticos. Las variables fueron transformadas dividiendo por la desviación típica de cada catador. Se estimaron las medias por mínimos cuadrados usando un modelo en el que se incluyeron como efectos fijos el grupo (control y

selección), sesión, sexo y catador. Se usó el procedimiento GLM (general Linear Model) del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc, Cary NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra las medias por mínimos cuadrados y errores estándar de las características sensoriales de los lomos de conejo pertenecientes al grupo control y al grupo seleccionado por velocidad de crecimiento. No se presentaron diferencias significativas entre grupo selección y control para las características de terneza, jugosidad y fibrosidad. Por otra parte, se observaron pequeñas diferencias en cuanto a la intensidad de aroma a carne de conejo, con valores ligeramente superiores para el grupo de animales seleccionados ($P<0.10$).

Los animales del grupo control presentaron un mayor olor y flavor a anís que los animales seleccionados (tabla 1). También se encontraron diferencias significativas en el flavor metálico/hígado, correspondiendo un mayor valor al grupo de selección. Oliver et al. (1997) describieron estos atributos en carne de conejo, considerando que un aumento del flavor a anís junto con un descenso del flavor metálico/sangre podría considerarse beneficioso para la calidad de la carne del conejo. En este sentido, los animales pertenecientes a la línea seleccionada podrían tener una menor calidad sensorial, aunque no está claro que estas diferencias pudieran ser detectadas por el consumidor.

En la tabla 2 podemos observar el efecto del sexo sobre las características sensoriales de la carne de conejo. Los machos presentaron una mayor intensidad de aroma a carne de conejo que las hembras, no encontrándose diferencias en el resto de características evaluadas.

Se realizó un análisis de componentes principales con el que se explicaba un 70% de la varianza con las tres primeras componentes principales (CP). En la figura 1 se representa la proyección de las variables en el plano definido por las dos primeras CP. En la primera CP, lejos del origen se sitúan la fibrosidad, terneza e intensidad de aroma a carne de conejo, estas variables están positivamente correlacionadas y explican una importante parte de la variación. El olor y flavor a anís se sitúan sobre la segunda CP explicando una causa independiente de la variación.

En conclusión, nuestros resultados muestran que la selección por velocidad de crecimiento no ha afectado a las principales características sensoriales de la carne de conejo, como son la terneza y jugosidad, pero por el contrario, en el caso de las características de aroma podría considerarse ligeramente negativo el efecto de la selección.

Tabla 1. Medias por mínimos cuadrados y errores estándar (E) de las características sensoriales del lomo del conejo para la línea control y selección

	Grupo			
Atributo	Control	Selección	E	Significación
Intensidad de aroma	6.02	6.22	0.077	ns
Olor a anís	1.37	0.800	0.073	***
Flavor metálico	1.13	1.38	0.076	*
Flavor a anís	1.21	0.623	0.073	***
Terneza	5.15	5.15	0.078	ns
Jugosidad	3.47	3.50	0.076	ns
Fibrosidad	3.26	3.33	0.077	ns

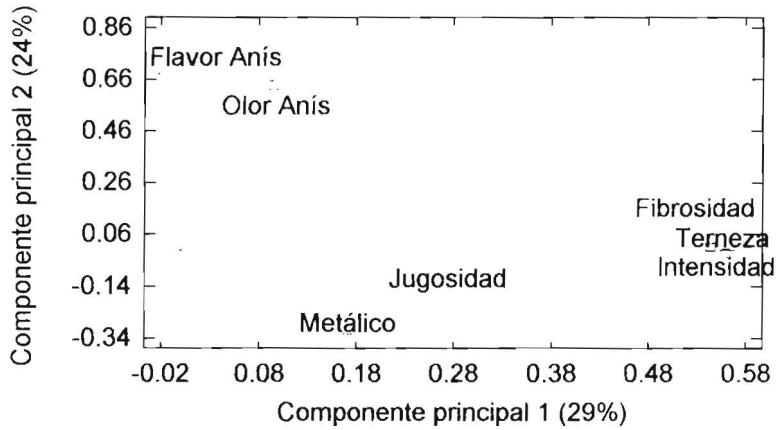
* Significativo a $p < 0.05$; *** Significativo a $p < 0.001$; ns no significativo.

Tabla 2. Medias por mínimos cuadrados y errores estándar (E) de las características sensoriales del lomo del conejo para hembras y machos

Atributo	Sexo		E	Significación
	Hembras	Machos		
Intensidad de aroma	6.01	6.24	0.077	*
Olor a anís	1.07	1.10	0.073	ns
Flavor metálico	1.27	1.24	0.076	ns
Flavor a anís	0.872	0.967	0.073	ns
Terneza	5.22	5.08	0.078	ns
Jugosidad	3.54	3.43	0.076	ns
Fibrosidad	3.24	3.35	0.077	ns

* Significativo a $p < 0.05$; *** Significativo a $p < 0.001$; ns no significativo.

Figura 1. Proyección de las características sensoriales estudiadas en el plano definido por las dos primeras componentes principales.



REFERENCIAS

García M. L., Baselga M., Viudes-de-Castro M. P., Vicente J. S. 2000. Arch. Zootec. 49: 81-86.

Oliver, M. A., Guerrero, L., Díaz, I., Gispert, M., Pla, M., Blasco, A. 1997. Meat Sci. 47: 95-103.

Piles M., Blasco A., Pla M. 2000. Meat Sci. 23: 117-122.

Stell, R. G., Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., New York.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R. C. 1974. Food Tech. 28: 24-34.

Vicente J. S., Viudes-de-Castro M. P., García M. L. 1999. Reprod. Nutr. Dev. 39: 657-662.

Reproducción

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 261-263

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MADURACION *IN VITRO* DE ÓVULOS DE CORDERAS PREPÚBERES

MARCO-JIMENEZ, F., VICENTE, J.S.

Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción. Dep. Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, 46071 Valencia, España.
e-mail: framarj1@etsia.upv.es

INTRODUCCION

Los primeros trabajos sobre maduración *in vitro* en ovejas fueron desarrollados por Crosby (1969) quienes mostraron que la mayor tasa de óvulos metafases II se obtenían entre 25 y 27 horas de maduración. Los trabajos desarrollados con animales prepúberes han permitido obtener descendencia a partir de animales de 2 meses de edad (Lazzari *et. al,*1996), no observándose en la mayoría de los ellos ninguna diferencia en tasas de maduración *in vitro* entre animales prepúberes y adultos (Ledda *et. al,*1997; O'Brient *et. al,*1997; Earl *et. al,*1995,1996), pero sí alcanzando menor tasa de desarrollo hasta blastocistos en animales prepúberes *vs* adultos (Ledda *et. al,*1997; O'Brient *et. al,*1997).

Varios autores han descrito que la capacidad para reanudar y progresar la meiosis se alcanza progresivamente con el incremento del tamaño folicular (Moor & Trouson, 1997; caprino: De Smedt *et. al,*1994: bovino: Lonergan *et. al,*1994). Moor y Gandolfi (1987) indicaron que los ovocitos adquieren la capacidad de progresar hasta metafase I cuando alcanzan el 80% de su tamaño total, pero son incapaces de progresar hasta metafase II, mientras no se haya completado el crecimiento.

El objetivos planteado en este estudio fue analizar el tiempo óptimo de maduración *in vitro* de ovocitos procedentes de ovejas prepúberes y determinar el tamaño medio de la población ovocitaria disponible para su uso en las diferentes técnicas de la biotecnología reproductiva (MIV,FIV, CIV).

MATERIAL Y MÉTODOS

EXPERIENCIA 1

Los ovarios utilizados fueron obtenidos de corderas sacrificadas en un matadero comercial, en su mayor parte de raza manchega con una edad aproximada de 3 meses. Los ovarios fueron transportados al laboratorio en un recipiente isotérmo en un tiempo inferior a dos horas. La recuperación de los complejos *cumulus*-ovocito (COC) se realizó mediante la aspiración de folículos mayores de 1 mm. El líquido folicular junto con los COC´s se recogió en un tubo Falcon con PBS modificado por la adición de BSA, piruvato sódico, glucosa y gentamicina (PBSm) a 35ºC. El criterio empleado para definir los ovocitos de calidad óptima fue el descrito por Martino *et. al* (1994a,b;1995) para caprino. Tras la selección de los ovocitos y tres lavados en PBS fueron madurados en 500 µl de medio TCM199, suplementado con suero fetal bovino (FBS, 10%), factor de crecimiento epitelial (EGF, 10ηg/ml), hCG (1 UI), 17β-estradiol (1µg/ml) y gentamicina (50 µg/ml). La maduración *in vitro* se realizó a 38,5ºC en una atmósfera del 5% de CO_2 en aire y saturada de humedad. Se tomó una muestra de ovocitos a las 0h, 22h, 24h, 26h, 28h y 30h de maduración *in vitro*, realizando tres replicas.

FIJACION DE OVOCITOS Y VALORACION

Una vez alcanzado los distintos tiempo de maduración, los COC's fueron transferidos a un eppendorf con citrato sódico (2%) y sometidos a agitación intensa durante 3 minutos en un vortex, con la finalidad de eliminar las células del *cumulus*. Una vez separadas, los óvulos fueron fijados en una solución con paraformaldehido, PBS y NaOH durante una hora y media. Una vez fijada la muestra, los ovocitos fueron tenidos con Hoechst 33342 durante 5 minutos.

La observación de los ovocitos se llevó a cabo en un microscópio de fluorescencia, equipado con una lampara de mercurio de 100 watios. La valoración se realizó observando la progresión meiótica y clasificando los óvulos en cuatro categorias; vesícula germinal (VG), metafase I (MI), metafase II (MII) y no identificados (ND).

EXPERIENCIA 2

Para definir la inmadurez de los óvulos recuperados, un grupo de óvulos inmaduros (n=100), fueron expuestos a una solución con citrato sódico (2%) y sometidos a agitación intensa para eliminar las células del *cumulus*. La medición se realizó mediante un ocular graduado (con una discriminación de 3,2 μm) en un microscópio invertido Leica a 100 aumentos.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante una Chi cuadrado (Statgraphics Plus 4.1).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la tabla 1 se muestra el porcentaje de los estadios nucleares obtenidos en diferentes horas de maduración *in vitro*.

Tabla 1. Progresión meiótica a diferentes horas de MIV tras tinción con Hoechst

		Estadio nuclear			
Horas MIV	**N**	**VG**	**MI**	**MII**	**ND**
0	18	**16** (88,9%)^{a}	0^{d}	0^{d}	2 (11,1%)
22	54	6 (11,1%)^{b}	**39** (72,22%)^{a}	2 (3,7%)^{c}	7 (12,9%)
24	56	8 (14,3%)^{b}	28 (50,0%)^{b}	10 (17,9%)^{b}	10 (17,8%)
26	49	6 (12,2%)^{b}	18 (36,7%)^{b,c}	**20** (40,8%)^{a}	5 (10,2%)
28	44	8 (18,2%)^{b}	14 (31,9%)^{c}	**16** (36,4%)^{a}	6 (13,6%)
30	37	3 (8,1%)^{b}	20 (54,1%)^{b}	10 (27,0%)^{a,b}	4 (10,8%)

^{a,b,c,d} Valores en la columna con diferente superíndice difieren estadísticamente (P<0.05)

El tiempo de maduración *in vitro* idóneo se produjo entre 26 y 28 horas de cultivo, tiempo que coincide con Crosby (1969), pero algo superior al empleado por Ledda *et. al* (1999) y Galli *et. al* (1991), quienes emplean 24 horas y O'Brien *et. al* (1997) con 22 horas. El porcentaje de ovocitos que llegaron hasta metafase II (40%) es inferior a lo mostrado por diferentes autores, debido posiblemente al tamaño folicular aspirado. Así, Moor y Trounson (1977) mostraron que los ovocitos derivados

de folículos menores de 2 mm no eran competentes para lograr el desarrollo meiotico, mientras que Ledda *et. al* (1999), con animales prepúberes, manifestaron que el porcentaje de metafases II, cuando se aspiran folcículos de más de 1mm, fue de un 80%, en cambio si los folículos eran menores a 1mm la progresión meiótica hasta metafase II descendió hasta un 27,2%. En nuestro caso cabe pensar que la discriminación del tamaño folicular no ha sido muy precisa, explicándose así el bajo porcentaje de metafases II obtenidos.

El diámetro medio de los óvulos recuperados fue de 152,9 ± 5,7 μm. Este diámetro está acorde con los datos obtenidos por Ledda *et. al* (1997) quienes mostraron que los ovocitos de las corderas prepúberes tenían diámetros inferiores a 141 ± 2.8 μm (animales de 30-40 días), mientras que los de animales adultos fueron de 158 ± 2.6 μm. Como ya se indico con anterioridad los animales empleados en este trabajo tenían edad de 3 meses.

En conclusión, la maduración *in vitro* de óvulos ovinos recuperados post-mortem a partir de corderas manchegas de 3 meses necesitaran entre 26 y 28 horas. Con el fin de utilizar estos óvulos para la valoración de la capacidad fecundante del semen de la raza ovina Guirra, en un próximo trabajo se estudiará el efecto de la vitrificación sobre el tiempo de maduración.

BIBLIOGRAFIA

- Calli C., Moor RM. (1991) Theriogenology 35 (1083-1093).
- Crosby (1969). M. Agr. Sc. Thesis, University College, Dublin.
- De Smedt V., Crozet N., Gall L. (1994). J. Exp. Zool. 269. 128-139.
- Earl C., Irvine B., Kelly J., Rowe J., Amstrong D. (1995). Theriogenology 43: 230.
- Earl C., Rowe J., Kelly J., Duby K .(1996) Proc 13Th Inter Congr. Anim. Reprod. 18.
- Lazzari G., Duchi R., Landriscina R., Colombo N., Galli C (1996). J. Reprod. Fert. (Abs) 41.
- Ledda S., Bogliolo L., Calvia P., Leoni G., Naitana S. (1997). J. Reprod. Fert. 109 (73-78).
- Ledda S., Bogliolo L., Giovanni L., Naitana S. (1999). Reprod. Nutr. Dev. 39. 503-508.
- Lonergan P., Monaghan P., Rizos D., Boland M., Gordon I (1994). Mol. Reprod. Dev. 37: 48-53.
- Martino A., Mogas T., Palomo M., Paramio M (1994). Theriogenology 42: 859-873.
- Martino A., Mogas T., Palomo M., Paramio M (1995). Theriogenology 43: 473-485.
- Moor R., Gandolfi F. (1987). J. Reprod. Fert. Supplment 34: 55-69.
- Moor R and Trouson A. (1997). J. Reprod. Fert. 49:101-109.
- O'Brien JK., Catt SI., Ireland KA, Maxwell and Evans G. (1997). Theriogenology 47:1433-1443.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 264-266

EFECTO DEL TEST DE BCB Y MADURACIÓN EN PRESENCIA DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CISTEAMINA SOBRE EL DESARROLLO EMBRIONARIO DE OVOCITOS DE CABRAS PREPUBERES

Urdaneta,A.E., Jiménez-Macedo, A.R., Izquierdo M.D., Paramio M.T
Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici V, 08193 Bellaterra. Barcelona

INTRODUCCIÓN

La obtención de un reducido número de blastocistos a partir de ovocitos de cabras prepúberes se debe probablemente a una maduración citoplasmática incorrecta.
Se ha demostrado en la especie caprina que la competencia del ovocito para desarrollarse hasta el estado de blastocisto está determinada por la finalización de la fase de crecimiento dentro del folículo (Crozet y col.,1995). Estudios previos en nuestro laboratorio con ovocitos de cabra prepúber demuestran que se pueden seleccionar ovocitos más competentes utilizando el test de Azul de Cresol Brillante (BCB) (Rodríguez-González y col., 2002). Este test es un método colorimétrico que permite determinar la actividad intracelular de enzima glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PD), presente únicamente en la fase de crecimiento del ovocito (Ericsson y col., 1993).
Por otro lado, se ha demostrado que la inclusión de cisteamina en el MIV, estimula la síntesis de glutatión intracelular en los ovocitos (vaca: De Matos y col., 1995, 1996, 1997; oveja: De Matos y col., 1999; cerdo: Yamuchi y Nagai, 1999), incrementa la proporción de ovocitos capaces de formar el pronúcleo masculino después de la FIV (cerdo: Grupen y col., 1995; hámster: Kito y Bavister, 1997; cabra prepúber: Rodríguez-González y col., 2001) y estimula el desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocisto (vaca: De Matos y col., 1995, 1996; cerdo: Grupen y col., 1995; Yamuchi y Nagai, 1999).
Este estudio se ha realizado con el objetivo de analizar si la selección de ovocitos mediante el test de BCB y la presencia de cisteamina en concentraciones mayores a 100μM, permiten mejorar la maduración citoplasmática y por ende incrementar la producción de blastocistos in vivo a partir de ovocitos de cabras prepúberes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de los ovocitos : Los ovocitos se obtuvieron mediante slicing después de recoger ovarios de cabras de aproximadamente 2 meses de edad de un matadero comercial.

Test de BCB : Los ovocitos obtenidos se expusieron a 26 μmol/L de BCB (Sigma, B-5388) diluido en mPBS durante 90 minutos a 38.5ºC. Tras la exposición a BCB, los ovocitos se clasificaron en 2 grupos según la coloración de su citoplasma: BCB+ (ovocitos que presentaron una coloración azul del citoplasma) y BCB- (ovocitos que no presentaron esta coloración). Tras la clasificación, se pusieron a cultivar.

Maduración in vitro (MIV) de los ovocitos: La maduración de los ovocitos se realizó en microgotas de 100 μl de medio TCM199 suplementado con 275 μg/ml piruvato sódico, 146 μg/ml L-glutamina, 50 μg/ml gentamicina, 10% (v/v) suero SS, 10 μg/ml LH, 10 μg/ml o-FSH, 1 μg/ml 17β-estradiol y 100 μM cisteamina o 200μM cisteamina o 400μM cisteamina. Los ovocitos se cultivaron durante 25hy 30m a 38.5ºC en una atmósfera de 5% de CO_2 en aire y saturada de humedad. Paralelamente, se realizó un control de ovocitos no expuesto al test de BCB y madurado en el citado medio de

MIV, pero libre de cisteamina. Al final del cultivo, se tiño una muestra de los ovocitos con lacmoide al 1% y se evaluó el estadio nuclear.

Fecundación in vitro (FIV) de los ovocitos: Tras 25 horas y 30 minutos de maduración, los ovocitos se lavaron en medio de fecundación. La FIV se realizó en micro gotas de 100 μL de medio de fecundación TALP (modified Tyrode's medium definido por Parrish y col.,1986), suplementado con 1 μg/ml hipotaurina. Los ovocitos se inseminaron con una alícuota (5 μ) de la suspensión de espermatozoides capacitados, con una concentración final de aproximadamente $3.5x10^6$ (spz/ml). El co-cultivo se mantuvo durante 24 h. Se tomó una muestra de los ovocitos a las 17 horas post-inseminación y se evaluó el estadio nuclear mediante lacmoide al 1%.

Cultivo embrionario in vitro (CIV): El cultivo in vitro (CIV) se realizó en micro gotas (1 μL medio de cultivo / embrión) de fluido oviductal sintético (SOF, Takahashi y First, 1992), a 38.5ºC en una atmósfera de 90% de N_2, 5% de CO_2 y 5% de O_2. Los presuntos embriones se mantuvieron en cultivo durante 7 días. A las 48 h post-inseminación se añadió a las micro gotas un 10% (v/v) de suero fetal bovino (FBS) (0,1 μL suero / embrión). Tras los 7 días del inicio del cultivo se evaluó el desarrollo embrionario alcanzado mediante tinción de Hoechst 33342.

Análisis estadístico: Las diferencias entre grupos de tratamiento se calcularon mediante el test de χ^2. Se consideraron significativas las diferencias con un valor de probabilidad < 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos después de 25h y 30m de MIV y 17h post inseminación. En presencia de 200μM de Cisteamina los ovocitos BCB+ presentaron tasas superiores de maduración nuclear ($P< 0.05$) respecto a los ovocitos BCB-, a los ovocitos control madurados en un medio sin cisteamina y a los ovocitos BCB+ madurados con 100 y 400μM de cisteamina, sin embargo durante la FIV no se observaron diferencias significativas en la formación de los 2 pronúcleos al comparar los ovocitos BCB+ madurados con las concentraciones de cisteamina estudiadas, ni con los ovocitos del grupo control. Entre los ovocitos BCB+ y BCB- madurados con 100 y 200μM de cisteamina, se observaron diferencias significativas ($P<0.05$), mientras que los madurados con 400μM no presentaron diferencias independientemente de la clasificación de BCB+ o BCB-. Los ovocitos BCB+ mostraron tasas menores de poliespermia que los ovocitos BCB- en todas las concentraciones estudiadas.

En la Tabla 2 se presentan los valores relacionados con el desarrollo embrionario in vitro a los 8 días post inseminación. Los ovocitos BCB+ madurados con 100μM y 200μM de cisteamina mostraron mayores tasas de embriones totales ($P<0.05$)que los ovocitos BCB-, sin embargo no se encontraron diferencias entre los BCB+ y BCB- madurados con 400μM. Los ovocitos BCB+ madurados en presencia de 400μM de cisteamina presentaron un mayor número de embriones que superaron el estadío de 8-16 células.

En conclusión, seleccionar ovocitos de cabras prepúberes utilizando el test de BCB y posteriormente madurarlos en un medio suplementado con cisteamina, es un sistema útil para la obtención de ovocitos con mayor capacidad de desarrollo. Asimismo la suplementación con 400 μM de cisteamina en el medio de MIV, aparentemente mejora la capacidad de desarrollo de los ovocitos menos competentes clasificados como BCB-.

Tabla 1. Efecto del test de BCB y adición de diferentes concentraciones de cisteamina en el medio de MIV sobre la maduración nuclear y la FIV de ovocitos de cabras prepúberes (9 réplicas).

	MIV		FIV				
Tratamiento	Número total de ovocitos	MII n (%)	Número total de ovocitos	Fecundación n (%)	2 Pronúcleos n (%)	Asincronía n (%)	Poliespermia n (%)
100µM Cistea							
BCB+	131	89 (67.93)^{ae}	101	37 (36.63)	32 (86.48)^{a}	2 (5.40)	3 (8.10)^{a}
BCB-	128	74 (57.81)^{bd}	101	34 (33.66)	20 (58.82)^{b}	6 (17.64)	8 (23.52)^{b}
200µMCistea							
BCB+	153	134 (87.58)^{c}	102	43 (42.15)	37 (86.04)^{a}	2 (4.65)	4 (9.30)^{ac}
BCB-	152	108 (71.05)^{a}	105	32 (30.47)	21 (65.62)^{b}	2 (6.25)	9 (28.12)^{c}
400µMCistea							
BCB+	144	111 (77.08)^{a}	100	33 (33.0)	26 (78.78)^{ab}	2 (6.06)	5 (15.15)
BCB-	153	94 (61.43)^{de}	104	35 (33.65)	25 (71.42)^{ab}	1 (2.85)	9 (25.71)
Control	178	133 (74.71)^{a}	165	56 (33.9)^{a}	48 (85.7)^{a}	3 (5.3)	5 (8.9)^{bd}

MII: Metafase II; Fecundación: una o más cabezas espermáticas no descondensadas, parcialmente descondensadas y/o pronúcleos; 2 pronúcleos: pronúcleo masculino y pronúcleo femenino; Asincronía: pronúcleo femenino y cabeza espermática sin formar pronúcleo; Poliespermia: más de una cabeza no descondensada, parcialmente descondensada y/o pronúcleo ya formado; ^{a,b,c} Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (χ^2 , $P<0.05$).

Tabla 2. Efecto del test de BCB y adición de diferentes concentraciones de cisteamina en el medio de MIV sobre el desarrollo embrionario in vitro de ovocitos de cabras prepúberes (9 réplicas).

Tratamiento	Número total de ovocitos insemin	Desarrollo embrionario a los 8 d post-inseminación			
		Embriones totales n (%)	Embriones 2-7 células n (%)*	Embriones 8-16 células n (%)*	Mórulas + Blastocistos n (%)*
100µM Cisteamina					
BCB+	203	74 (36.45)^{a}	56 (75.67)	15 (20.27)	3 (4.05)^{ab}
BCB-	195	35 (17.94)^{b}	30 (85.71)	3 (8.57)	2 (5.71)^{ac}
200µM Cisteamina					
BCB+	221	75 (33.93)^{a}	64 (85.33)	9 (12.0)	2 (2.66)^{ab}
BCB-	253	28 (11.06)^{b}	25 (89.28)	2 (7.14)	1 (3.57)^{bac}
400µM Cisteamina					
BCB+	204	73 (35.78)^{a}	51 (69.89)	12 (16.43)	10 (13.69)^{c}
BCB-	215	63 (29.30)^{a}	50 (79.36)	10 (15.87)	3 (4.76)^{bc}

*Porcentajes calculados respecto al total de embriones; ^{a,b,c} Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (χ^2 , $P<0.05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Matos y col. (1995). Mol. Repr. Dev. 42: 432-436
De Matos y col. (1996). Mol. Repr. Dev. 45: 451-457
De Matos y col. (1997). Biol. Repr. 57: 1420-1425
De Matos y col. (1999). Therio. 51: 368 abstr
Ericsson y col. (1993). Therio. 39: 214 abstr
Grupen y col. (1995). Biol. Repr. 53: 173-178
Kito y Bavister (1997). J. Repr. Fert. 110: 35-46
Rodríguez-González y col. (2001). Therio. 55: 493
Rodríguez-González y col.(2002).Therio.57: 1373-1409
Takahashi y First.(1992). Therio.37:963-978
Yamuchi Y Nagai (1999). Biol. Repr. 61:828-833

EFECTO DE LA PREMADURACIÓN CON ROSCOVITINA Y DE LA CAPACITACIÓN DE LOS ESPERMATOZOIDES CON IONOMICINA SOBRE EL DESARROLLO EMBRIONARIO DE LOS OVOCITOS DE CABRAS PREPÚBERES.

Jiménez-Macedo A.R. , Izquierdo D. , Urdaneta A. , Paramio MT.

Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados con ovocitos de cabras prepúberes han demostrado que aunque existe un porcentaje alto de maduración nuclear (Martino et al, 1994), las tasas de fecundación y desarrollo embrionario hasta blastocisto (Izquierdo et al., 1998) son menores que con ovocitos de cabras adultas. Las bajas tasas de fecundación pueden estar relacionadas con una deficiente capacitación del espermatozoide y el bajo desarrollo embrionario a una incompleta maduración citoplasmática. La premaduración consiste en mantener en cultivo los ovocitos parados en vesícula germinal (VG) permitiéndoles adquirir la maduración citoplasmática con el objetivo de incrementar el porcentaje de blastocistos. La roscovitina es una purina que inhibe específicamente la actividad kinasa del MPF manteniendo el ovocito en VG (Mermillod et al., 2000).Estudios recientes (Wang et al., 2002) han demostrado que en ovocitos de cabras prépuberes la capacitación de los espermatozoides con sustancias ionóforas incrementan significativamente las tasas de fecundación en comparación con la utilización de heparina, sustancia utilizada de forma rutinaria en los estudios de FIV en caprino (Younis et al, 1991).

El objetivo de este trabajo es el estudio de la inhibición de la meiosis con roscovitina y su efecto en la FIV y la utilización de ionomicina como capacitante de los espermatozoides caprinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios de cabras prepúberes (1 a 2 meses) se recogieron de un matadero. Los ovocitos se obtuvieron por slicing y se seleccionaron según el aspecto de las células del cúmulus (COC). La premaduración se realizó según Mermillod et al (2000) en TCM-199 con diferentes concentraciones de roscovitina 0, 12.5 and 25 μM, durante 24 horas a 38.5 °C. Inmediatamente después, una muestra de ovocitos se tiñe para analizar su estado nuclear y el resto de los ovocitos se pasan al medio de maduración (MIV) durante otras 27 horas. En los grupos control los ovocitos son exclusivamente sometidos a la MIV. La fecundación se realizó con semen fresco, seleccionando los espermatozoides mas mótiles por swim-up durante 1 hora al 5% CO2 y a 38.5º C. El sobrenadante se centrifugó a 500 rpm durante 8 minutos. El pellet se diluyó 1:1 en mDM (Younis et al, 1991) formando dos grupos según las sustancias capacitantes utilizadas: a) mDM con 200nM de ionomicina y 10 de μg/ml heparina incubado durante 15 minutos en 5% CO2 a 38.5ºC y b) mDM con 50 μg/ml de heparina incubado durante 45 minutos en 5% CO2 y 38.5ºC. Después de 24 horas de coincubación con los espermatozoides, los ovocitos se cultivaron durante 7 días en medio SOF con suero fetal bovino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se indican los resultados de bloqueo de la meiosis durante la premaduración con roscovitina y su reinicio durante la MIV. La roscovitina no ha bloqueado la meiosis en ovocitos de cabras prepúberes, contrariamente a lo observado con ovocitos de vacas (Mermillod et al., 2000) y cerdas (Krischek y Meinecke, 2001). Después de la MIV se observa que los ovocitos del grupo control han alcanzado el estado de MII significativamente más que los grupos cultivados durante 51 horas.
En el cuadro 2 se observan los resultados de FIV de los distintos grupos analizados. Comparando los grupos control: Ionomicina vs.heparina se observa que el grupo de ionomicina presenta mayores porcentajes de fecundación total y normal que el grupo heparina. La premaduración con roscovitina no ha afectado el porcentaje de fecundación total ni el porcentaje de fecundación normal (ovocitos con 2PN) en relación a sus respectivos grupo control, indicando que ovocitos cultivados durante 51 h no han sufrido

efectos degenerativos en comparación con los ovocitos cultivados durante 27 h previo a la fecundación.

Cuadro1. Efecto de la premaduración con Roscovitina (ROS) sobre la inhibición de la meiosis y sus consecuencias sobre la maduración in vitro de los ovocitos de cabras prepúberes

	PREMADURACIÓN					MADURACIÓN				
Tratamiento	N° total ovocitos	VG (%)	VGBD (%)	MI (%)	MII (%)	N° total ovocitos	VG (%)	VGBD (%)	MI (%)	MII (%)
Control	120	8 (6.6)	5 (4.1)	50 (41.7)	56 (46.7)	121 124	1 (0.8) 2 (1.6)	2 (1.6) 2 (1.6)	28 (23.1) 49 (39.5)	90 (74.4)a 68 (54.8)b
ROS 0 μM + MIV	119	9 (7.5)	4 (3.4)	47 (39.5)	59 (49.6)	136	6 (4.6)	6 (4.6)	39 (28.7)	85 (62.5)b
ROS12'5μM + MIV	130	17 (13.1)	3 (2.3)	54 (41.5)	56 (43.1)	125	12 (9.6)	18 (14.4)	31 (24.8)	65 (52.0)b
ROS 25μM +MIV										

Cuadro 2. Efecto de la premaduración con roscovitina de los ovocitos de cabras prepúbers y el tratamiento de capacitación de los espermatozoides sobre la fecundación in vitro.

TRATAMIENTO	N° total Ovocitos inseminados	2PN (%)	PS (%)	ASINC (%)	Total Fecundados (%)
Control Iono +Hep	73	33 (45.2)a	6 (8.2)	3 (4.1)	42 (57.5)a
ROS 0 μM + iono + hep	67	23 (34.3)acd	5 (7.4)	9 (14.9)	37 (55.2)a
ROS 12' 5 μM +iono + hep	64	25 (39.2)ac	7 (10.9)	1 (1.6)	33 (51.6)a
ROS 25 μM +iono + hep	76	36 (47.4)a	9 (11.8)	3 (3.9)	48 (63.1)a
Control Hep	69	17 (24.6)bc	2 (2.9)	0	19 (27.5)b
ROS 0 μM + hep	66	16 (24.2)b	13 (19.6)	3 (4.5)	32 (48.5)ac
ROS 12' 5 μM + hep	70	13 (18.6)b	4 (5.7)	0	17 (24.3)b
ROS 25 μM + hep	76	19 (25. 0)bd	3 (3.9)	5 (6.6)	27 (35.5)bc

El cuadro 3 representa los resultados de desarrollo embrionario después de 7 días de cultivo in vitro. El porcentaje de embriones obtenidos a las 48 h de cultivo es significativamente mayor en los grupos inseminados con semen tratado con ionomicina que los inseminados con heparina. La roscovitina (12 y 25) ha influido negativamente sobre la producción de embriones en relación a los grupos control, sin embargo el grupo 0 de roscovitina con 51 h de maduración no ha afectado el porcentaje de embriones producidos en relación a los grupos control (27h de MIV). El porcentaje de mórulas y blastocistos obtenidos no ha estado afectado ni por el tratamiento de premaduración ni

por el tratamiento de capacitación del semen lo que indica las deficiencias citoplasmáticas de los ovocitos de hembras prepúberes para poder desarrollarse hasta blastocisto. Nuevos estudios son necesarios para determinar las características moleculares de estos ovocitos con el objeto de diseñar las condiciones de cultivo adecuadas que permitan su desarrollo a blastocistos viables.

Cuadro 3. Efecto de la premaduración con roscovitina y el tratamiento de capacitación de los espermatozoides sobre el desarrollo embrionario de los ovocitos de cabras prepúbers

TRATAMIENTO	Ovocitos inseminados	48h (%)	2-7 cels (%)	8-16 cels (%)	Mórula (%)	blastocisto
Control Iono +Hep	112	45 (40.2)a	46 (41. 1)	7 (6.0)	1 (0. 8)	
ROS 0 μM + iono + hep	170	56 (32.9)ad	84 (49.4)	9 (5. 3)	0	0
ROS 12'5 μM +iono + hep	169	47 (27.8)cd	66 (39. 0)	5 (2.9)	0	0
ROS 25 μM +iono + hep	178	56 (31.5)a	68 (38.2)	13 (7. 3)	1 (0. 5)	0
Control Hep	114	21 (18.4)b	27 (23.7)	3 (2. 6)	1 (0. 9)	0
ROS 0 μM + hep	113	26 (23.0)bd	27 (17. 8)	2	0	0
ROS 12' 5 μM + hep	181	31 (17.1)b	38 (20.9)	1 (0. 5)	0	0
ROS 25 μM + hep	167	27 (16.2)b	35 (20.9)	2 (1. 2)	1 (0.6)	0

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Izquierdo D, Villamediana P, Palomo MJ, Mogas, Paramio MT. 1998. Effect of sperm capacitation and fertilization media on IVF and early embryo development of prepubertal goat oocytes. Theriogenology 49: 1501-1513
2. Krischek y Meinecke 2001. Roscovitine,a specific inhibitor of cyclin-dependent protein kinases,reversibly inhibits chromatin condensation during in vitro maduration of porcine oocytes.Zygote 9:309-316
3. Martino A, Mogas T, Palomo MJ, Paramio MT. 1994. Meiotic competence of prepubertal goat oocytes. Theriogenology, 41:969-980
4. Mermillod P, Tomanek M, Marchal R, Meijer L. 2000. High developmental competence of cattle oocytes maintained at the vesicle stage for 24 hours in culture by specific inhibition of MPF kinase activity. Molecular reproduction and development 55: 89-95
5. Wang B, Baldassarre H, Tao T, Gauthier M, Neveu N, Zhou JF, Leduc M, Duguay F,Bilodeau AS, Lazaris A, KeeferC, Karatzas CN. 2002. Transgenic goats by DNA pronuclear microinjection of in vitro derived zygotes. Molecular reproduction and development. 63: 437-443
6. Younis AI, Zuelke KA, Harper KM, Oliveira MAL, Brakett BG. 1991. In vitro fertilization of goat oocytes. Biol. Reprod 44: 1177-1182

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 270-272

EFECTO DEL PRECULTIVO CON ROSCOVITINA, UN INHIBIDOR DEL MPF, SOBRE LOS RESULTADOS DE FECUNDACIÓN Y DESARROLLO IN VITRO DE OVOCITOS PORCINOS

R Romar, C Matas, E García, S Cánovas, J Gadea, P Coy.
Departamento Fisiología. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Murcia. e-mail: pcoy@um.es, www.um.es/grupo-fisiovet

INTRODUCCIÓN

In vivo, los ovocitos meioticamente competentes son mantenidos en el estadio de vesícula germinal (GV) por el ambiente folicular hasta el momento en que tiene lugar el pico preovulatorio de gonadotropinas. Esto les permite continuar con el proceso de diferenciación hasta la ovulación. In vitro, el mantenimiento del arresto meiótico en ovocitos extraídos de su ambiente folicular puede conseguirse mediante la adición al medio de cultivo de diversos inhibidores, como la roscovitina o la butirolactona I (Lonergan et al., 2003). Ambos son inhibidores específicos de las quinasas dependientes de ciclina, y por tanto del factor promotor de la maduración (MPF). Se especula con la posibilidad de que el precultivo en presencia de un inhibidor antes de la maduración in vitro (MIV) permita obtener ovocitos con una mayor capacidad de desarrollo embrionario. El objetivo del presente trabajo fue comprobar el efecto del precultivo de ovocitos porcinos en un medio con roscovitina durante 24 horas antes de la MIV sobre los resultados de la fecundación y el desarrollo hasta el estadio de blastocisto in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios de hembras porcinas prepúberes sacrificadas en matadero fueron trasladados a los laboratorios de Fisiología de la Facultad de Veterinaria de Murcia. Los complejos cumulus-ovocito (COCs) de folículos aparentemente no atrésicos fueron cultivados durante 24 horas en presencia de 50 μM de roscovitina en medio NCSU-37 suplementado con 0'57 mM de cisteína, 5μg/ml de insulina, 50 μM de ß-mercaptoetanol y 10% de fluido folicular porcino. Tras este tiempo, fueron sometidos a un sistema de MIV porcina convencional (Coy et al., 2002) durante 44 horas adicionales. Grupos de COCs no precultivados con roscovitina fueron madurados bajo las mismas condiciones para ser utilizados como control.

El proceso de capacitación fue inducido previamente mediante la deposición de 0'5 ml de semen diluído (1:1 en BTS) sobre una columna de percoll 45/90, y centrifugación a 400g durante 30 minutos. El pellet resultante se resuspendió en medio TBM y se centrifugó a 150g durante 10 minutos. Concluido el periodo de maduración, los ovocitos fueron introducidos en microgotas de cultivo conteniendo 50 μl de medio TBM modificado (Berger y Horton, 1988), sobre las que se añadieron 50 μl de este mismo medio con los espermatozoides a una concentración final de $0'5x10^6$ esp/ml.

Transcurridas 18 horas después de la FIV se separaron la mitad de los posibles cigotos para su evaluación (mediante fijación y posterior tinción con orceina), y el resto se trasladaron a medio NCSU-23 suplementado con 0'4 gr/100 ml de BSA y 10ml/L de MEM de y 20 ml/L de BME. A las 48 horas post-FIV se evaluó el porcentaje de embriones divididos (2-4 células) mediante análisis morfológico bajo estereomicroscopio, y a los 8 días el porcentaje de blastocistos, los cuales fueron fijados y teñidos con Hoechst 33422 para determinar el número de células.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En experimentos previos en nuestro laboratorio (Coy et al., 2003) observamos que el precultivo de los ovocitos en medio NCSU-37 con 50 μM de roscovitina durante 24 horas mantenía el estadio de GV en el 100% de los ovocitos, y que el 82% de éstos alcanzaban el estadio de Metafase II tras someterlos posteriormente a un sistema de MIV convencional.

Los resultados obtenidos en la fecundación in vitro (Tabla 1) muestran valores similares entre el grupo experimental y el control para los parámetros de penetración, % MPN (pronúcleo masculino) y % MONO (monospremia). Sin embargo, se observa un número significativamente mayor de espermatozoides por ovocito en los ovocitos tratados con la roscovitina (2.54 vs. 3.25, $p=0.0005$). Los ovocitos preincubados con roscovitina tienden ($p=0.0725$) a presentar un menor porcentaje de embriones en estadio de 2 pronúcleos (28.80 vs. 20.14). Esta tendencia se confirma después en el cultivo embrionario (Tabla 2) con una mejor tasa de división para el control que para roscovitina (24.66 vs. 17.81, $p=0.0295$). Sin embargo las tasas de formación de blastocistos no difieren significativamente entre los grupos consideradas en valores absolutos o relativos a las tasas de división, mostrando los de la roscovitina una tendencia (26.47 vs. 34.69, $p=0.0724$) a tener una mayor calidad embrionaria con un mayor número de células a los 8 días de cultivo.

El MPF es una serín treonín quinasa formada por una subunidad catalítica, $p34^{cdc2}$, y una subunidad reguladora, ciclina B (Gautier et al., 1988). Durante la fase de crecimiento del ovocito, las dos subunidades forman el pre-MPF inactivo fosforilado a nivel de los residuos Thr 161, Thr 14 y Tyr 15 de la $p34^{cdc2}$. Cuando se reanuda la maduración nuclear, el dímero se activa por la defosforilación específica del residuo Tyr 15 catalizada por la fosfatasa cdc25 (Norbury y Nurse, 1992). La reanudación de la meiosis da lugar a un bloqueo repentino de la transcripción y provoca profundas modificaciones en el patrón de neosíntesis proteica (Wu et al., 1996; Lonergan et al., 1997 en Mermillod et al., 2000). La roscovitina inhibe la activación de la $p34^{cdc2}$ compitiendo con el ATP por la unión al receptor, es decir, nos permite prolongar el tiempo durante el cual el ovocito continúa con su actividad transcripcional y de síntesis proteica in vitro porque no reanuda la meiosis. El desarrollo de sistemas de maduración in vitro que permitan mantener durante más tiempo a los ovocitos en estadio de GV abre un interesante campo de investigación para conocer con mayor precisión diferentes aspectos de la maduración citoplasmática. Parece indudable que la actividad del ovocito durante la fase folicular es fundamental para su capacidad

posterior de desarrollo embrionario. En consecuencia, una vez que quede claramente demostrado que la utilización de moléculas como la roscovitina no interfiere con los resultados de FIV, desarrollo temprano y desarrollo a término de los embriones producidos in vitro, el estudio de los factores claves en la maduración citoplásmatica del ovocito que afectan al desarrollo embrionario in vitro puede ser una realidad

Tabla 1. Resultados de FIV de ovocitos precultivados en roscovitina: tasa de penetración (% PEN), número medio de espermatozoides por ovocito (S/O), formación de pronúcleo masculino (% MPN), monospermia (% MONO) y porcentaaje de ovocitos en estado de dos pronúcleos (2PN). Se muestran los valores medios ± SEM resultantes de seis ensayos.

GRUPO	N	% PEN	S/O	% MPN*	% MONO*	% 2 PN*
CONTROL	321	57.32±2.76	2.54±0.11	90.22±2.20	34.24±3.51	28.80±3.35
ROSCOVITINA	276	52.17±3.01	3.25±0.18	90.28±2.48	27.78±3.75	20.14±3.35
P		0.2083	0.0005	0.9855	0.2120	0.0725

*Sobre los ovocitos penetrados

Tabla 2. Resultados del cultivo embrionario de ovocitos precultivados en roscovitina: porcentajes de división y formación de blastocistos, nº medio de células por blastocisto (N CEL/BLASTO).

GRUPO	N	% DIVISIÓN	% BLASTOCISTOS*	% BLASTOCISTOS **	N CEL/BLASTO
CONTROL	365	24.66±2.26	20.00±4.24	4.93±1.13	26.47±1.49
ROSCOVITINA	320	17.81±2.14	21.05±5.45	3.75±1.06	34.69±4.66
P		0.0295	0.8784	0.4516	0.0724

*Sobre los embriones divididos
** Sobre los ovocitos totales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berger T, Horton MB. Evaluation of assay conditions for the zona-free hamster ova bioassay of boar sperm fertility *Gamete Research* 19: 101-111. 1988.

Coy P, Cánovas S, García E, Ruiz S, Gadea J, Matás C, Romar R. Effect of roscovitine, a cyclin dependent kinases inhibitor, on pig in vitro maturation and fertilization by ICSI. 19th Annual Meeting of the European Society for Human Reproduction and Embryology. Madrid, 29 Junio-2 Julio 2003.

Coy P, Gadea J, Romar R, Matás M, García E. Effect of *in vitro* fertilization medium on the acrosome reaction, cortical reaction, zona pellucida hardening, and *in vitro* development in pigs. *Reproduction*: 124:279-288. 2002

GautierJ, Norbury C, Lohka M, Nurse P, Maller J. Purified maturation-promoting factor contains the product of a *Xenopus* homolog of the fission yeast cell cycle. *Cell* 54: 433-439. 1988.

Lonergan P, Faerge I, Hyttel PM, Boland M. Ultraestructural modifications in bovine oocytes maintained in meiotic arrest in vitro using roscovitine or butyrolactone. *Mol Reprod Dev* 64:369-378. 2003.

Lonergan P, Khatir H, Carolan C, Mermillod P. Bovine blastocyst production in vitro after inhibition of oocyte meiotic resumption for 24 h. *J. Reprod. Fertil.* 109:355-365. 1997.

Mermillod P, Tomanek M, Marchal R, Meijer L. High developmental competence of cattle oocytes maintained at the germinal vesicle stage for 24 hours in culture by specific inhibition of MPF kinase activity. *Mol. Reprod. Dev.* 55:89-95. 2000.

Norbury C, Nurse P. Animal cell cycles and thier control. *Annu Rev Biochem* 61:441-470. 1992.

Wu B, Ignotz GG, Currie WB, Yang X. Dynamics of maturation promoting factor (MPF) and its constituent proteins during in vitro maturation of bovine oocytes. *Biol Reprod* 54:207. 1996.

ESTUDIO DE LA TASA DE RECUPERACION DE ÓVULOS DE VACUNO SEGÚN LA TÉCNICA DE OBTENCIÓN:*ASPIRACION O SLICING* Y LA FASE ESTRAL OVARICA

MARCO-JIMENEZ, FRANCISCO., VICENTE, J.S.
Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción. Dep. Ciencia Animal,
Universidad Politécnica de Valencia, 46071 Valencia, España.
e-mail: framarj1@etsia.upv.es

INTRODUCCION

La utilización de técnicas como los test biológicos de calidad seminal, la clonación o la transgénesis, exige un elevado un elevado número de óvulos. Estos pueden obtenerse a partir de animales de matadero mediante aspiración o disección folicular (Leibfried y First, 1979; Xu *et. al*, 1987) o mediante *slicing* (Suss y Madison 1983; Carolan *et. al*, 1993:1994; Xu *et. al*, 1992a,b, Hamano y Kuwayama, 1994). La eficacia del proceso de maduración depende tanto de la edad del animal, del tamaño folicular del que procede el complejo *cumulus-ovocito* (COC's) y de la calidad de estos. Las técnicas de recuperación utilizadas, la selectiva aspiración folicular y el indiscriminado sciling, sobre terneras de 10-12 meses, pueden condicionar el tipo de COC's a madurar y con ello la tasa de éxito.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la metodología de obtener COC's para una posterior maduración y utilización para evaluar la capacidad fecundante de semen congelado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios fueron obtenidos de terneras (10-12 meses) sacrificadas en un matadero comercial (frisona, Limusin etc.), transportados al laboratorio en un recipiente isotermo, en un tiempo inferior a dos horas. Una vez en el laboratorio los ovarios fueron lavados en PBS junto con gentamicina (50μg/ml) y finalmente puestos en un recipiente a 35ºC en PBS. Previamente a la recuperación de los óvulos, los ovarios fueron clasificados en cuatro grupos, según el estado del ciclo estral en el que se encontraban: (I) ovarios con folículo dominante y sin cuerpo lúteo, (II) ovarios con folículo dominante y con cuerpo lúteo, (III) ovarios sin folículo dominante y con cuerpo lúteo y (IV) ovarios sin folículo dominante y sin cuerpo lúteo.Los óvulos fueron recuperados empleando dos técnicas: *aspiración* folicular y *slicing*. La aspiración se realizó ayudados de una bomba de aspiración (Dinko Mod D-95) bajo presión constante (de 30 mmHg), utilizando un tubo esteril cónico de 50 ml y una aguja de 18G $1^{1/2}$. El líquido aspirado fue transferido a placas Petri de 60 × 15 mm con PBS modificado por la adición de glucosa (100mg/L), piruvato sódico (36 mg/L), BSA fraction V (0,5 g/L) y gentamicina (50μg/ml). En la técnica de slicing los ovarios fueron situados en placas Petri de 60 × 15 mm con PBSm y sometidos a cortes transversales y longitudinales mediante un bisturí sobre toda la superficie ovárica.

Los óvulos fueron catalogados siguiendo la clasificación de Le Guienne(1999), descartando aquellos COC's con pocas capas de células de la granulosa o que presentaban manchas citoplasmáticas.

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron un análisis de medias, sobre los parámetros cuantitativos), y un GLM (General Linear Models, Statgraphics Plus 4.1) para analizar los valores cinéticos .

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 245 ovarios, de los que 46, 57, 72 y 70 corresponden a cada uno de los tipos descritos anteriormente. Se realizó aspiración folicular sobre 132 ovarios, obteniendo 309 COC's (45, 75, 89 y 100, respectivamente para cada tipo) y se aplicó slicing sobre 113 ovarios, obteniendo 1150 COC's (249, 203, 256 y 442, respectivamente para cada tipo de ovario). Todos los COC's considerados en esta experiencia fueron catalogados según el patrón descrito por Le Guienne(1999), por lo

que se consideran como los más idóneos para realizar maduración *in vitro*. El análisis de los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Número de COC's obtenido según el tipo de ovario y el método de recuperación (media ± desviación estándar)

Técnica	FD	FD y CL	CL	Sin FD y sin CL	Total
Slicing	$10,2 \pm 1,1^{a}$	$7,1 \pm 1,1^{a}$	$8,8 \pm 1,0^{a}$	$12,2 \pm 0,9^{a}$	$9,6 \pm 0,5^{a}$
Aspiración	$2,1 \pm 1,1^{b}$	$2,7 \pm 1,0^{b}$	$2,6 \pm 0,8^{b}$	$3,1 \pm 0,9^{b}$	$3,1 \pm 0,9^{b}$

FD: Folículo dominante; CL: Cuerpo lúteo . ^{a,b} Columnas con letras diferentes $p<0.05$

Los resultados obtenidos mostraron un mayor porcentaje de COC's recuperados mediante slicing, acorde con los resultados obtenidos por otros autores (Carolan 1993, 1994: Lonergan *et. al,* 1994). Los cortes sobre el ovario permitieron recuperar folículos situados en el interior del tejido ovárico, folículos que son descartados cuando se utiliza la aspiración, ya que sólo se aspiran aquellos que están situados sobre la superficie ovárica. La selección de los COC's de grado 1 y 2 según la clasificación de Le Guienne(1999) permitió descartar aquellos que presentan manchas pignóticas en el citoplasma, formas irregulares o según el *cumulus*. Ahora bien, hay otra serie de parámetros muy importantes a considerar en la recuperación: Localización de los folículos, diámetro folicular y diámetro del ovocito. Los ovocitos recuperados de la región cortical del ovario son significativamente más competentes que los localizados en el área subcortical (Arlotto *et. al*,1995), no permite el slicing discriminar la situación de los folículos. El diámetro folicular presenta el mismo inconveniente y la misma idea. La mayoría de autores (y en diferentes especies) manifiestan que los oocitos recuperados de los folículos de pequeño tamaño son incapaces de reanudar la meiosis o se bloquean en estadio de metafase I (bovino: Fair *et. al*, 1995, caprino: De Smedt *et. al*, 1994; ovino: Moor y Trouson, 1977). El diámetro folicular también influye sobre el tamaño del ovocito. Fair *et. al* (1995) y Suzuki *et. al* (1994) mostraron como a medida que aumentaba el diámetro folicular, se incrementaba la media del diámetro del ovocito. Motlik y Fulka (1986) en folículos de 0.4-0.9 mm observaron diámetros desde 110 a 113 y Fuhrer *et. al* (1989) observaron diámetros alrededor de $132,6 \pm 6,5$ en folículos de 3-8 mm. El tamaño ovocitario es determinante en el desarrollo de la maduración oocitaria. Oocitos con pequeño tamaño presentan una mayor problemática en el crecimiento que los de mayor tamaño. Un grupo representativo de óvulos (100 para cada método de recuperación) fueron medidos mediante un ocular graduado. Los valores obtenidos para slicing y aspiración fueron $123,77 \pm 6,91$ *vs* $122,62 \pm 5,28$ (respectivamente, media ± error estándar).No existió diferencia significativa entre ambos métodos, mostrando un diámetro ovocitario muy similar. La similitud de los diámetros se explica por la clasificación previa realizada (Le Guienne *et. al,* 1999), lo que contribuye a tener una población de COC's con unas características comunes. Por último cabe destacar, que la aspiración folicular permite controlar la presión de aspiración (constante gracias al uso de una bomba) lo que contribuye a preservar las capas de células de la granulosa de mejor forma que el slicing. El uso de slicing proporcionó un mayor número de COC's recuperados y clasificados como idóneos ($9,57 \pm 0,51$ *vs* $3,08 \pm 0,92$). En nuestro caso, la aspiración folicular, a pesar del menor número de COC's que proporcionan(de grado 1 y 2 según Le Guienne1999) presentan en general un mayor número de células de la granulosa, evita el exceso de material celular en el medio de recuperación y permite reducir el tiempo de trabajo, y por tanto se considera como mejor método de obtención de COC's para maduración *in vitro*. El porcentaje de maduración *in vitro* (medio

empleado por Marco-Jiménez y col., 2002) obtenido para 338 COC's recuperados mediante aspiración folicular fue del 75,73%.

La clasificación de los ovarios (presencia o ausencia de folículo dominante o cuerpo lúteo) no influyó en los resultados, de manera que no existe correlación con la técnica de obtención de los COC's empleada. La influencia del ciclo estral sobre la tasa de recuperación de COC's se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Tipo de ovario y óvulos recuperados

TIPO OVARIO	N COC's Recuperados (Media ± error estándar)
Folículo dominante	$6,4 \pm 0,9^{a,b}$
Folículo dominante y cuerpo lúteo	$4,6 \pm 0,9^{b}$
Cuerpo lúteo	$5,0 \pm 0,8^{a,b}$
Sin folículo dominante y sin cuerpo lúteo	$7,7 \pm 0,8^{a}$

^{a,b} Columnas con letras diferentes $p<0.05$

El número de COC's recuperados fueron estadísticamente significativo ($p<0,05$) cuando en el ovario hubo presencia del cuerpo lúteo. La presencia o no del folículo dominante no modificó el número de COC's recuperados, mientras que este decreció cuando hubo cuerpo lúteo. Cabe indicar que este estudio sólo valora el número de óvulos obtenidos que presentan unas características citoplasmáticas y del *cumulus* determinadas, pero que no estudia el comportamiento de cada tipo de ovario frente a la maduración *in vitro*. Basándose sólo en el número de óvulos recuperados y a pesar de la significación estadística, mientras que no se muestre las diferencias en la maduración *in vitro* de algún tipo de ovario sobre otro, no parece interesante quedarse sólo con los ovarios que nos proporcionó más COC's ya que no se pueden seleccionar previamente a los animales con este tipo de ovario, si no que en la cadena de sacrificio el tiempo invertido es el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arlotto T., Schwartz J, First N, Leibfrieb-Rutledge M (1995). Theriogenology 45: 943-956.
- Carolan, C., Monaghan, P., Gallagher, M. and Gordon, I (1993). AETE, 180.
- Carolan, C., Monaghan, P., Gallagher, M. and Gordon, I (1994). Theriogenology 41, 1061-1068.
- De smedt V, Crozet N, Gall L (1994). J. Exp. Zool 269:128-139.
- Fair T, Hyttel P, Greve T (1995) Mol. Reprod. Dev. 42: 437-442.
- Fuhrer F, Mayr B, Schellander K, Kalat M, Schleger W (1989). J Vet Med 36:285-291.
- Hamano, S. and Kuwayama, M. (1994). Theriogenology 39, 703-712.
- Le Guienne. Atlas of the bovine oocytes. AETE newsletter, 1999; 10:6-8.
- Leibfried, L and First, N.L. (1979). Journal of Animal Science 48, 76-86.
- Lonergan P, Carolan C, Mermillod P. Reprod Nutr Dev 1994; 34: 329-339.
- Marco-Jiménez F., Mazón J., Vicente, J.S. 2002. AETE, página 208.
- Moor R, Trouson A (1977). J. Reprod Fert 49:101-109.
- Motlik J, Fulka J (1986). Theriogenology 25:87-96.
- Suss, U and Madison, V. (1983). Archives of Andrology 11, 217-218.
- Suzuki H, Yang X, Foote R (1994). Theriogenology 41:307.
- Xu K, Greve , Callesen H, Hyttel P (1987). J Reprod. Fert 81:501-504.
- Xu, K.P., Hill, B. and Bettridge, K.J. (1992a). Veterinary Record 130, 204-206.
- Xu, K.P.,Yadav, D.R., King, W.A. and betteridge, K.J. (1992b). Molecular Reproduction and Development 31, 249-252.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 276-278

VITRIFICACIÓN DE OVOCITOS DE TERNERA MADURADOS *IN VITRO*: EFECTO DE LA TÉCNICA OPS (*OPEN PULLED STRAW*) SOBRE EL CITOESQUELETO Y EL HUSO CROMOSÓMICO

Albarracín JL, Morató R, Rojas C, Palomo MJ, Izquierdo MD, Viniegra E y Mogas T

Unidad de Reproducción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN.

Los ovocitos bovinos son mucho más difíciles de congelar que los embriones en los primeros estadios de desarrollo. Sus características morfológicas y funcionales tales como su tamaño, la naturaleza dinámica de sus organelas citoplasmáticas y el proceso bioquímico que realizan a lo largo de la meiosis y de unión al espermatozoide durante la fecundación son factores que pueden influir en la sensibilidad del ovocito a ser congelado.

Para ello se han desarrollado diferentes protocolos tanto de congelación lenta (1,2), rápida (3) y ultrarrápida (4) pero ninguno de ellos consigue resultados consistentes. Publicaciones recientes proponen la vitrificación como un buen método para la crioconservación de ovocitos (5)

Durante los procesos de congelación/descongelación se provoca daño en la estructura celular que puede afectar la posterior supervivencia del ovocito o su posterior fecundación y desarrollo embrionario. Diferentes autores describen efectos negativos de los procesos de congelación en la organización de huso comosómico de ovocitos humanos (6) y bovinos (7) así como en la distribución de los filamentos de actina de ovocitos bovinos(7).

En este trabajo, se estudió el efecto del protocolo de vitrificación OPS en la configuración del huso cromosómico, la configuración de los cromosomas y la distribución de los filamentos de actina de ovocitos de ternera madurados *in vitro* así como su efecto en la supervivencia y la capacidad de los ovocitos para ser fecundados y desarrollarse hasta los primeros estadios embrionarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Maduración, fecundación y cultivo embrionario *in vitro*. La maduración, la fecundación y el cultivo embrionario *in vitro* se realizaron según el protocolo descrito por Rizos et al. (2002). Brevemente, se recogieron ovarios de terneras en el matadero y se transportaron al laboratorio en PBS a 37ºC. Los ovocitos se obtuvieron mediante aspiración y se seleccionaron aquellos ovocitos que presentaban un citoplasma homogéneo con tres o más capas de células del cúmulus. La maduración se realizó en medio TCM 199 suplementado con un 10% de SFB y 10μg/ml de EGF durante 24 horas a 38,5ºC y con un 5% de CO_2 en aire.

Para la fecundación *in vitro*, los ovocitos fueron transferidos a 250 μl de medio de fecundación (Medio Tyrode suplementado con 25 mM Bicarbonato, 22 mM Na-lactato, 1 mM Na-Piruvato, 6 ng/ml albúmina sérica bovina y 10 μg/ml Heparina sódica). Los espermatozoides se obtuvieron tras la centrifugación de espermatozoides congelados/descongelados a través de un gradiente discontinuo de Percoll a 700g durante 8 minutos. Tras un recuento celular, se colocaron 250μl de la suspensión espermática junto con los ovocitos (concentración final:$1x10^6$ espermatozoides/ml) y se co-cultivaron a 38,5ºC y con un 5% de CO_2 en aire.

A las 24 horas post-inseminación (hpi), los presuntos zigotos fueron denudados y transferidos a microgotas de medio SOF suplementado con albúmina sérica bovina. Se evaluó el porcentaje de división celular a las 48hpi, contabilizando los embriones que se encontraban en el estadio de 2-4 células.

Vitrificación: A las 22 horas del inicio de la maduración *in vitro*, se vitrificaron los ovocitos mediante la técnica OPS. Para ello, se siguió el protocolo descrito por Vajta et al. (1998). Brevemente, los ovocitos fueron parcialmente denudados y depositados en un medio TCM199-Hepes suplementado con un 20% de Suero Fetal Bovino (HM).A continuación, los ovocitos (grupos de 2 a 3) se colocaron en HM

suplementado con un 10% de Etilenglicol (EG) y un 10% de Dimetil Sulfóxido (DMSO) durante 30 segundos. A continuación fueron transferidos a gotas de 20 µl de HM 0.5M de sacarosa y suplementado con un 20% de EG y un 20% de DMSO. Inmediatamente se realizaron gotas de 1 a 2 µl conteniendo los ovocitos que fueron introducidas en la pajuela de OPS por capilaridad y sumergidas en N_2 líquido. El tiempo entre el contacto de los ovocitos con los crioprotectores de mayor osmolaridad y el N_2 líquido fue inferior a 25 segundos. La descongelación se realizó sumergiendo la punta de la pajuela de OPS directamente en HM 0,25 M de sacarosa y equilibrados en este medio durante 5 minutos. A continuación se transfirieron a HM 0,15 M de sacarosa durante 5 minutos, luego a HM durante 5 minutos y finalmente fueron transferidos directamente al medio de maduración anteriormente descrito para que prosiguieran la maduración *in vitro* durante otras 2 horas más.

Para evaluar la citotoxicidad provocada por los distintos crioprotectores se siguió el procedimiento anteriormente descrito pero sin llegar a sumergir los ovocitos en N_2 líquido.

Inmunocitología. Antes de proceder a la fecundación se obtuvo una muestra de ovocitos madurados *in vitro* (control), otra muestra de los ovocitos que habían sido vitrificados y descongelados y una tercera muestra de los ovocitos expuestos a los distintos crioprotectores. Los ovocitos fueron denudados totalmente y fijados en Paraformaldehido al 2% en PBS, permeabilizados mediante el uso de Triton x-100 y posteriormente incubados con un anticuerpo monoclonal anti-α-tubulina durante 1 hora. Seguidamente se incubaron con Anti-mouse IgG antibody-Biotin durante 1 hora y avidina-CY5-FICT durante 30 minutos. Para la observación de la actina, los ovocitos fueron incubados con Faloidina-FITC durante 1,5 horas y para la observación de los cromosomas los ovocitos fueron incubados en Yoduro de Propidio durante 30 minutos. Entre las incubaciones los ovocitos fueron lavados tres veces en PBS durante 5 minutos.

El montaje se realizó sobre cubreobjetos tratados con Poly-L-Lisina y medio de montaje antifade (glicerol, n-propil-gallate y sodium azide en PBS). La localización de la tubulina, la actina y los cromosomas se realizó con un Microscopio de Escaneo Láser Confocal (Leica TCS 4D) provisto de un láser de Argón-Kriptón.

Análisis estadístico. La comparación estadística entre los grupos se llevó a cabo usando el test de χ^2 y se aceptaron diferencias significativas cuando $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la fecundación, un 28,7% de los ovocitos vitrificados/descongelados se encontraban en un estadio embrionario de 2 a 4 células, porcentaje que no difirió significativamente del 35,5% de división de los ovocitos sometidos a los diferentes concentraciones de crioprotectores. Sin embargo, ambos porcentajes fueron significativamente inferiores ($P<0,05$) al porcentaje de embriones obtenidos (87,2%) en condiciones control.

Tabla 1. División embrionaria a las 48 post-inseminación

	N	Embriones 2-4 cèl·lulas (%)
Control	149	130 (87,2)[a]
Citotoxicidad	93	33 (35,5)[b]
Vitrificación	87	25 (28,7)[b]

Diferentes letras en una misma columna representan diferencias significativas ($P<0,05$).

Por lo que se refiere al análisis inmunocitoquímico se consideró que el huso cromosómico era normal cuando presentaba una placa metafásica en forma de barril formada por microtúbulos ordenados y bien definidos, y los cromosomas repartidos en el ecuador de esta estructura; cambios parciales como podían ser microtúbulos organizados en forma de red, desorganizados o dispersos, o los cromosomas no condensados o desordenados fueron considerados anormales. La ausencia de los

microtúbulos o de los cromosomas se consideró como una tercera categoría. Tras el proceso de vitrificación, el porcentaje de ovocitos que presentaban husos anormales (38,1%) fue significativamente inferior (P<0,05) respecto a los que habían sido sometidos a citotoxicidad (69,2%) o al grupo control (83,3%). Sólo en el grupo ovocitos vitrificados se observaron ovocitos en los que el huso cromosómico estaba ausente. (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de la distribución de los microtúbulos y los cromosomas en los tres grupos experimentales

	N	Normal (%)	Anormal(%)	Ausente(%)
Control	12	10 (83,3)[a]	2 (16,7)[a]	0 (0)[a]
Citotoxicidad	13	9 (69,2)[b]	4 (30,8)[b]	0 (0)[a]
Vitrificación	21	8 (38,1)[c]	8 (38,1)[c]	5 (23,8)[b]

Diferentes letras en una misma columna representan diferencias significativas (P<0,05).

Por lo que se refiere a la distribución de la actina, los ovocitos considerados normales presentaban la actina en forma de una banda definida y homogénea en la periferia del oolema. Aquellos que presentaron una distribución diferente a la anteriormente mencionada, como podía ser actina difusa, segmentada o ausente, fueron considerados anormales. Los ovocitos sometidos a vitrificación presentaron una disminución significativa (P<0,05) en la distribución normal de la actina comparada con los grupos de citotoxicidad y control (66,7 %, 92,3% y 91,6% respectivamente) (Tabla 3). El 23,7 % de estos ovocitos no presentaban ninguna banda de actina mientras que en el resto de ovocitos anormales se observó un banda de actina difusa o segmentada (4,8% en ambos casos).

Tabla 3. Análisis de la localización de la actina en los tres grupos experimentales

	N	Actina normal(%)	Actina difusa(%)	Actina segmentada(%)	Actina Ausente(%)
Control	12	11 (91,6)[a]	1 (8,4)[a]	0[a]	0[a]
Citotoxicidad	13	12 (92,3)[a]	0[b]	1 (7,7)[b]	0[a]
Vitrificación	21	14 (66,7)[b]	1 (4,8)[c]	1 (4,8)[b]	5 (23,7)[b]

Diferentes letras en una misma columna representan diferencias significativas (P<0,05).

Los resultados anteriormente descritos indican que el protocolo de vitrificación mediante la técnica OPS provoca daños irreversibles en la configuración del huso cromosómico y en el citoesqueleto de los ovocitos de ternera, daños que se traducen en un significativo descenso del número de embriones tras la fecundación *in vitro* y que demuestran la necesidad de nuevos estudios para intentar evitar el daño celular durante los procedimientos de crioconservación de ovocitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Lim JM et al. (1992) Theriogenology 37:351-61
2. Suzuki T et al. (1996) Cryobiology 33:515-24
3. Hochi S et al (1997) J mamm Ova Res 14;61-5
4. Martino A et al. (1996) Biol. Reprod 54:1059-69
5. Vajta, G et al. (1998) Mol Reprod Develop 51: 53-58.
6. Boiso, I et al. (2002). Human Reproduction 17(7): 1885-1891
7. Saunders KM y Parks JE (1999) Biol. Reprod 61:178-187

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SACAROSA SOBRE LA SUPERVIVENCIA POST-DESCONGELACIÓN DE EMBRIONES OVINOS EN DISTINTOS ESTADIOS DEL DESARROLLO PREIMPLANTACIONAL

R.M. García-García; Domínguez, V.; González-Bulnes, A.; Veiga-López, A.; Cocero, M.J.
Dpto. Reproducción Animal. INIA. Avda Puerta de Hierro s/n. 28040- Madrid

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la tecnología de transferencia embrionaria requiere la utilización de métodos de conservación de los embriones, que permitan su almacenamiento a largo plazo, con el fin de que puedan emplearse en el momento deseado (Pollard y Leibo, 1994). Estos procedimientos utilizan agentes crioprotectores para evitar los daños ocasionados por el frío; sin embargo, estos crioprotectores son tóxicos en condiciones fisiológicas, lo que hace necesario su retirada del interior de las células tras la fase de descongelación. En la actualidad y desde hace años, el procedimiento de retirada del crioprotector con un agente no permeable de elevado peso molecular, habitualmente sacarosa, es el más empleado (Leibo, 1989); esta macromolécula, actúa como una fuerza osmótica que restringe el movimiento de agua a través de la membrana, lo que evita el incremento de volumen del embrión que se produciría cuando el crioprotector sale de las células, recuperando su volumen normal tras el paso a una solución fisiológica. Existe una discusión abierta en la literatura científica sobre la concentración de sacarosa que resulta más eficaz para la retirada del crioprotector, que generalmente se relaciona con el agente crioprotector que se utiliza. En este trabajo se plantea como objetivo estudiar de modo comparativo, la influencia de este parámetro en la viabilidad post-descongelación de los embriones ovinos a lo largo del desarrollo preimplantacional, ya que la respuesta a la concentración de sacarosa se halla muy relacionada con la permeabilidad del embrión y esta permeabilidad puede variar entre estadios (Mazur y col., 1976; Cocero y col., 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 234 embriones en distintos estadios del desarrollo preimplantacional fueron obtenidos, tras el lavado del oviducto (embriones de 2 a 12 células) o del útero (mórulas jóvenes; mórulas compactadas y blastocistos), de ovejas manchegas sincronizadas con un progestágeno y superovuladas con FSHo (Ovagen®, ICP, Auckland, NZ). Una vez evaluados morfológicamente de acuerdo con los criterios de Overström (1996), los embriones de grados 1 y 2 se crioprotegían con etilénglicol (ETG) en concentraciones crecientes (0,75 y 1,5M), se introducían en pajuelas de 0,25 ml (IMV®, L'Aigle, France) y se congelaban mediante una curva de congelación clásica, que comenzaba a 18ºC y disminuía paulatinamente hasta –35ºC, temperatura desde la cual se introducían en nitrógeno líquido.

La descongelación se realizaba de forma rápida, y la retirada del crioprotector con sacarosa (Analar, E; p.m. 342,3 g/mol) se efectuaba en un solo paso. Los embriones de cada estadio se distribuían al azar en dos grupos de retirada del crioprotector, uno con la concentración 0,25M de sacarosa y otro con 1M. Tras 10 minutos en la solución con sacarosa, los embriones se lavaban 3 veces durante 5 minutos en tampón PBS al que se le añadía 20% de suero fetal bovino (Sigma®). Todos los embriones se cultivaron hasta el estadio de blastocisto eclosionado, de modo que los embriones de 2 a 12 células se

cultivaron en monocapas de células epiteliales de oviducto, mientras que los embriones en estadios de mórula y blastocisto se cultivaron en un medio definido (TCM 199 complementado con suero fetal bovino, L-glutamina y gentamicina).

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un test de χ^2 sobre tablas de frecuencia de entrada múltiple. Las interacciones entre variables se determinaron con el modelo lineal logarítmico aplicado a tablas de frecuencia (Log-linear model).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los índices de desarrollo *in vitro* hasta eclosión obtenidos en cada estadio, con cada una de las concentraciones de sacarosa utilizadas en la retirada del crioprotector (0,25M ó 1M), se pueden apreciar en la tabla 1. En ella se observa que la concentración 1M ha resultado ligeramente mejor que la 0,25M, tanto en los embriones de estadios tempranos como en las mórulas precompactadas y en las compactadas, mientras que en el caso de los blastocistos la supervivencia ha sido levemente superior para la concentración de sacarosa 0,25M. Sin embargo, la diferencia en la supervivencia de los distintos estadios, entre las dos concentraciones de sacarosa, no alcanzó significación estadística, lo que puede ser debido al escaso tamaño muestral de los grupos individualizados, si bien se evidenció una tendencia a la significación (p=0,06) de este parámetro sobre el índice de supervivencia *in vitro*. Si eliminamos del muestreo el estadio de blastocisto, dado que la influencia de la concentración de sacarosa se ejercería a través de la permeabilidad y dicho estadio es el de mayor permeabilidad, los embriones entre 2 células y mórula compactada sobreviven al proceso de congelación-descongelación significativamente mejor cuando se utiliza 1M de sacarosa que 0,25M ($p<0,05$) en la retirada. Así mismo, tampoco se ha hallado una interacción positiva entre la concentración de sacarosa y el estadio.

Tabla 1: Índice de desarrollo post-descongelación de embriones ovinos en distintos estadios en dos concentraciones de sacarosa utilizadas en la retirada del crioprotector.

	2-4 células	4-8 células	8-12 células	MJ	MC	Total embriones 2células-MC	BI
0,25M S	5,8% (1/17)	29,4% (5/17)	15,0% (3/20)	33,3% (7/21)	38,0% (8/21)	25,0%[a] (24/96)	85,7% (18/21)
1M S	27,7% (5/18)	33,3% (6/18)	27,7% (5/18)	47,6% (10/21)	55.0% (11/20)	38,9%[b] (37/95)	81,8% (18/22)

($a \neq b$; $p<0,05$)

No hemos hallado ningún estudio sobre la supervivencia post-descongelación de embriones ovinos en estadios tempranos en relación a la concentración de sacarosa empleada en la retirada del crioprotector; sin embargo, Merry y col. (1984) y Ware y Boland (1987) indicaron que la concentración 1M es más eficaz en la resistencia tras la descongelación de las mórulas compactadas y blastocistos ovinos. En nuestros resultados, el estadio de blastocisto no parece encontrarse afectado por la concentración

de sacarosa utilizada en la retirada del crioprotector, lo que concuerda con estudios anteriores del grupo (García-López, 2001); posiblemente esto es debido a la gran permeabilidad de esta estructura.

Puesto que las diferencias de permeabilidad existentes entre distintos estadios tanto a nivel fisiológico como estructural, hacen suponer que este parámetro pueda ejercer un efecto significativo sobre la supervivencia de estas estructuras embrionarias, sería necesario ampliar el número de embriones por grupo en el estudio, para determinar definitivamente la influencia de la concentración de sacarosa durante la retirada del crioprotector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cocero M.J.; Díaz de la Espina; S.; Aguilar B. Ultrastructural characteristics of frozen-thawed and fresh ovine embryos. Biology of Reproduction 2002, 66:1244-1258.

García López, M. 2001. Efecto del sistema de crioprotección sobre el índice de desarrollo *in vitro* de embriones ovinos congelados en distintos estadios. Tesis Doctorales INIA. Serie Ganadera nº5.

Leibo, S.P. 1989. Equilibrium and nonequlibrium cryopreservation of embryos. Theriogenology 31:85- 93.

Mazur, P., Rigopoulus, N., Jackowsky,S.C., Leibo, S.P.1976. Preliminary estimates of permeability of mouse ova and early embryos to glycerol. Biophys. J. 16:232

Merry, D.A., Bondioli, K.R., Allen, R.L., Wright, R.W., Jr.1984. One step sucrose dilution of frozen thawed sheep embryos. Theriogenology 22:433-443.

Pollard, J.W., Leibo, S.P.1994. Chilling sensitivity of mammalian embryos. Theriogenology 41 :101-106.

Ware, C.B., Boland, M.P.1987. Effect of varying glycerol and sucrose concentration combinations on embryo survival rate in one step cryoprotectant removal from frozen-thawed ovine embryos. Theriogenology 27:721-728.

Overström, E.W..1996. In vitro assessment of embryo viability. Theriogenology 45:3-16.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 282-284

PRODUCCIÓN DE EMBRIONES DE BUCARDO (*Capra pyrenaica pyrenaica*) MEDIANTE CLONACIÓN POR TRANSFERENCIA NUCLEAR DE FIBROBLASTOS A OOCITOS DE CABRA DOMÉSTICA (*Capra hircus*).

Folch[1] J, Cocero[2] MJ, Chesné[3] P, Aguilar[1] B, Domínguez[2] V, Cognié[4] Y, Alabart[1] JL, Roche[1] A, Garbayo[1] A, Fernández-Arias[1] A, Echegoyen[1] E, Sánchez[1] P, Martí[1] JI, González de Bulnes[2] A, García-García[2] RM, Veiga-López[2] A, Vignon[3] X

[1]Unidad de Tecn. en Prod. Animal. SIA- Apdo 727, 50080 Zaragoza
[2]Área Reprod. Animal. SGIT/INIA. Ctra. de La Coruña Km 5.9, 8111 Madrid
[3]Biologie du Dévelop. et Reprod. INRA 78352 Jouy-en-Josas Cedex (Francia)
[4]Station de Physiologie de la Reproduction INRA 37380 Nouzilly (Francia)

INTRODUCCIÓN

En casos extremos de razas en alto riesgo de extinción, la clonación puede suponer la única alternativa de reproducción. Este es el caso del bucardo, subespecie de cabra montés recientemente extinguida de la que sólo se dispone de unas líneas celulares somáticas congeladas, obtenidas a partir de una muestra de piel procedente de la última hembra viva.

Se han clonado con éxito cabras domésticas (Baguisi et al., 1999; Keefer et al. 2002) y existen algunos casos de clonaciones interespecíficas, como la del argali (*Ovis ammon*) o el muflón (*Ovis orientalis musimon*), utilizando oveja doméstica (*Ovis aries*) como receptora (White et al., 1999; Loi et al., 2001). El fundamento de la clonación reside en lograr la reprogramación del núcleo diploide de una célula somática. Se conoce ya la influencia de varios factores en la eficacia de la producción de embriones clónicos mediante transferencia nuclear (revisado por Renard et al., 2002). Se han realizado estudios sobre activación de oocitos, coordinación del ciclo celular entre el carioplasto y el citoplasto, métodos de fusión entre la célula somática y el citoplasto receptor, e incluso sobre el cultivo de los embriones reconstruidos, su transferencia, la gestación y parto (Campbell et al., 1993; Wilmut et al., 1997).

En esta comunicación se exponen los trabajos enfocados a reproducir al bucardo por clonación interespecífica y los primeros resultados obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en otoño de 2002, en el SIA de Zaragoza. Los animales se dividieron en 3 lotes de donadoras de oocitos (D1, D2, D3; 3 días de trabajo) y sus correspondientes grupos de receptoras de embriones.

Producción de oocitos: Se utilizaron oocitos madurados in vivo procedentes de 30 cabras domésticas adultas superovuladas, sincronizadas durante 11 días con esponjas de FGA de 45 mg (Intervet). La superovulación se realizó con 16 mg de pFSH, aplicados en dosis decrecientes (4, 4, 2, 2, 2 y 2 mg) a intervalos de 12h y 2 inyecciones de 66 µg de pLH, coincidiendo con la 5ª y 6ª inyecciones. Las gonadotropinas fueron cedidas por JF Beckers (Facultad de Veterinaria de Lieja). En la 1ª inyección se aplicaron también 0.3 ml de Cloprostenol (Estrumate). La retirada de esponjas coincidió con la 5ª inyección. Con el fin de provocar y sincronizar las ovulaciones, se aplicaron 50 µg de GnRH (Sigma) 32h tras retirar las esponjas. La recogida de oocitos se realizó a partir de las 28h de la inyección de GnRH (Baril y Cognié, Com. Pers.). Los oocitos se recuperaron lavando los oviductos con PBS, a través de una laparotomía ventral, bajo anestesia general.

Inmediatamente después de la extracción, los oocitos fueron aislados y conservados a 30ºC en M199 + 10% de suero fetal bovino (FCS), en ambiente de 5% de CO_2, hasta la enucleación. Algunos oocitos que aún mantenían células del cúmulus fueron denudados con hialuronidasa durante 5 min, seguido de pipeteado. Todas las manipulaciones se realizaron en M199-HEPES (20 mM) suplementado con 10% FCS, a temperatura ambiente

Generación de carioplastos: Los fibroblastos se obtuvieron de biopsias de piel y se cultivaron en medio DMEM y 10% de FCS (Vignon et al., 1998). Se utilizaron fibroblastos de tercer pase, previamente caracterizados por inmunofluorescencia utilizando un anticuerpo contra Vimentina. Las células se mantuvieron en confluencia durante 72h, antes de la transferencia nuclear.
Transferencia nuclear: Se efectuó en M199-HEPES en presencia de citocalasina B (Sigma C 6762, 5 µg/ml) y de Hoechst (0.5 µg/ml) para visualizar el núcleo metafásico del oocito. Cada oocito fue enucleado y a continuación se insertó una célula de origen fibroblástico, bajo la zona pelúcida, en el espacio perivitelino. Los conjuntos citoplasto-carioplasto se fusionaron mediante 2 pulsos eléctricos (Grass S48, Astro-Med Inc. USA) de 50 µsg, en manitol 0.3M+100 mM de Calcio y Magnesio. A continuación se incubaron en M199+10% FCS durante 2h y se activaron con 5 µM de Ionomicina (Sigma 10634), antes de ser incubados de nuevo en M199+10% FCS en presencia de 2 mM 6-DMAP (Sigma D 2629) y 5 µg/ml de citocalasina B, siguiendo la metodología descrita por Chesné et al. (2002). Los posibles embriones reconstruidos se cocultivaron con células VERO en Medio B2+2.5% FCS, a 39°C y 5% de CO_2, durante 36h ó 7 días.
Transferencia de embriones: Como receptoras se emplearon cabras montesas adultas (*Capra pyrenaica hispanica*) procedentes de la Reserva Nacional de caza de los Puertos de Tortosa y Beceite, por ser la población filogenéticamente más próxima al bucardo (Jiménez et al, 1999), o cabras cruzadas (F1; montés x doméstica). Las cabras se trataron con esponjas (FGA, 45 mg) durante 11 días. Cuarenta y ocho horas antes de retirar las esponjas, recibieron 400 UI de eCG y 0.2 ml de Cloprostenol (Estrumate). Una parte de los embriones reconstruidos se transfirió en el oviducto, utilizando una sonda Tom Cat, cuando estaban en estadio de 4 a 6 células (6 embriones/receptora), 72h tras la retirada de esponjas. Otra parte de los embriones se cultivó *in vitro* hasta los estadios de mórula compacta o de blastocisto para su trasferencia en útero, a los 7 días de la retirada de esponjas, utilizando también una sonda Tom Cat (3 embriones/receptora). Los embriones se transfirieron en el oviducto o en el cuerno uterino ipsilateral al ovario ovulado. El número de embriones transferidos estuvo condicionado por la disponibilidad de receptoras montesas o F1. Así, se realizaron 5 transferencias en oviducto (1 a montesas y 4 a F1) y 8 en útero (3 a montesas y 5 a F1).
Diagnóstico de gestación: A los 45 y 72 días de gestación, se realizaron ecografías externas a las hembras transferidas y se midió la concentración plasmática de PAG (González et al., 2000). Se realizaron observaciones diarias de celos, utilizando un macho vasectomizado cruzado (F1; montés x doméstica), hasta que se dispuso de los resultados de gestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 30 donantes utilizadas se obtuvieron 285 oocitos, contabilizándose 387 cuerpos lúteos. Ello supone una tasa de recuperación del 73.6% y una media de 9.5 oocitos por donante.

Lote	Nº emb.	Emb. div. a 36 h	Mor. + Blast.	Nº emb. Transf.		
				4-6 cél.	M+B	Total
D1	103	84 (81.5%)	26 /91(28.6%)	12	9	21
D2	130	87 (66.9%)	36/118 (30.5%)	12	9	21
D3	52	38 (73.1%)	17/46 (36.9%)	6	6	12
TOTAL	**285**	**209 (73.3%)**	**79/255 (31.0%)**	**30**	**24**	**54**

Se reconstruyeron 285 embriones. De ellos, 209 se habían dividido a las 36h de cultivo. Se transfirieron 30 embriones en estadio de 4-6 células. Los restantes 255 embriones se cultivaron durante 6.5 días y 79 de ellos alcanzaron el estadio de mórula compacta o blastocisto. En estos estadios se

transfirieron 24 embriones. El porcentaje de embriones obtenido a las 36h de cultivo fue del 73.3% y sólo un 31% de ellos llegaron a los estadios de mórula o blastocisto. Esta cifra es comparable a la obtenida en la clonación interespecífica del muflón (Loi et al., 2001), quienes lograron un 30.4% de blastocistos a 7 y 8 días de cultivo. En nuestro ensayo se utilizaron oocitos ovulados, para evitar las pérdidas debidas a una maduración subóptima, dado que la maduración *in vitro,* independientemente del procedimiento empleado, es uno de los mayores factores limitantes en la producción de embriones *in vitro* (Mermillod et al., 1999). Se ha indicado incluso, que después de la fertilización y cultivo *in vitro* en la cabra, el índice de desarrollo de los embriones hasta blastocisto es del 70% de los oocitos ovulados, mientras que el número de blastocistos se reduce al 50% cuando se utilizan oocitos madurados *in vitro*. (Cognie et al., 2003).

A los 45 días de gestación había 2 cabras híbridas gestantes (ecografía positiva y valores de PAG de 8 y 9 ng/ml; Progesterona: 3.1 y 1.1 ng/ml). En 3 receptoras se observaron imágenes ecográficas dudosas, con tasas de PAG y de Progesterona negativas (menores de 1 y de 0.3 ng/ml, respectivamente). No se vio en estos animales la presencia de celo. Las restantes se diagnosticaron como negativas. Estos datos indicarían la presencia de pseudogestaciones o muerte fetal sin expulsión antes de 45 días en algunas cabras. Ello no puede demostrarse ya que no se realizaron diagnósticos de gestación más tempranos para evitar abortos por estrés o traumáticos. Las 2 gestaciones se interrumpieron espontáneamente, dada la ausencia de PAG a 72 días.

Aunque es aún escaso el número de experiencias realizado hasta el momento y desafortunadamente se han perdido las gestaciones, el hecho de haber logrado embriones capaces de desarrollarse hasta blastocisto, e incluso el establecimiento de la gestación que se ha mantenido entre el día 45 y 72, confirma que el material biológico disponible de bucardo ofrece posibilidades para la recuperación de esta subespecie desaparecida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baguisi A, Behbood E, Mellican DT (1999). Nature Biotec 17: 456-461.

Campbell KHS, Ritchie WA, Wilmut I (1993). Biol Reprod. 49: 933-942.

Chesné P, Perreau C, Laloy E, Poulin N, Baril G, Bouttier A, Cognié Y, Vignon X, Heymann Y, Mermillod P (2002). 18e Réunion A.E.T.E- Rolduc. Cognié Y, Baril G, Poulin N, Mermillod P (2003). Theriogenology 59:171-188.

Cognié Y, Baril G, Poulin N, Mermillod P (2003). Theriogenology 59:171-188.

Gonzalez F, Sulon J, Garbayo JM, Batista M, Cabrera F, Calero PO, Gracia A, Beckers JF (2000). Reprod Domest Anim 35(2): 79-82.

Jiménez N, Folch J, Fernández-Árias A, Guiral J, Sánchez A (1999). ITEA Vol. Extra 20 nº1: 300-302.

Keefer CL, Keyston R, Lazaris A, Bhatia B, Begin I, Bilodeau AS, Zhou FJ, Kafidi N, Wang B, Baldassare H, Karatzas CN (2002). Biol Reprod 66: 199-203.

Loi P, Ptak G, Barboni B, Fulka J Jr, Cappai P, Clinton M (2001). Nature Biotech. 19: 962-964.

Mermillod P, Oussaid B, Cognié Y (1999). J Reprod Fertil 54:449-460.

Renard JP, Zhou Q, LeBourhis D, Chavatte-Palmer P, Hue I, Heyman Y, Vignon X (2002). Theriogenology 57, 203-222.

Vignon X, Chesné P, Bourhis DL, Fléchon JE, Heyman Y, Renard JP (1998). C R Acad Sci, Paris 321: 735-745.

White KL, Bunch TD, Mitalipov S, Reed WA (1999). Cloning 1: 47-54.

Wilmut I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KHS (1997). Nature 385: 810-813.

Agradecimientos: *A JF Beckers y J Sulon (Univ. de Lieja) por la realización de los análisis de PAG.- Trabajo financiado por INIA (Proyecto RZ-01-023).*

OBTENCIÓN, PROCESAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE FIBROBLASTOS PARA SU UTILIZACIÓN COMO DONANTES GENÓMICOS EN TRANSFERENCIA NUCLEAR

V. Domínguez; A. González-Bulnes; RM. García-García; A. Veiga-López; MJ. Cocero.
Dpto. Reproducción Animal. INIA. Avda Puerta de Hierro s/n. 28040- Madrid

INTRODUCCIÓN

Aunque se cuenta con técnicas bien desarrolladas para cultivar y multiplicar distintos tipos celulares y están definidas las condiciones óptimas para su conservación mediante congelación (De Loecker et al, 1998), no se conoce qué tipos celulares son los más adecuados para la transferencia nuclear en oocitos (Kato y col., 2000); no obstante se dispone de información científica sobre las características que deben presentar el carioplasto y el citoplasto. Así, se ha publicado que las características ideales que debe reunir una célula, para ser una donante óptima para transferencia nuclear podrían resumirse en: ser relativamente indiferenciada, estar disponible en grandes cantidades y tener una fase G1 larga, que según los datos experimentales iniciales es la más apropiada para la transferencia nuclear, aunque recientemente se tiende a la sincronización en G0 (Vignon y col., 1998; Zou y col., 2002; Yu y col., 2003).

En 2001, se inició un Proyecto INIA con el objetivo de poner a punto la tecnología necesaria para la clonación en el género *Capra* y aplicarlo al Bucardo, subespecie de cabra montés extinguida, pero de la que se obtuvieron muestras de células del último animal antes de su muerte.

Son numerosos los factores que afectan al desarrollo de los embriones reconstruidos por transferencia nuclear (Campbell y col., 1993). En el presente trabajo se han evaluado características de las células somáticas que se eligieron como donantes genómicas, con el fin de determinar las mejores condiciones para la realización de las experiencias de transferencia nuclear con el material del bucardo:

- Tiempos de replicación y determinación de la densidad mínima de siembra.
- Evaluación de la morfología celular.
- Caracterización celular.
- Determinación del mantenimiento de una correcta dosis cromosómica.
- Inducción de G0.

Con el fin de preservar el material genético disponible del bucardo, las experiencias han sido realizadas a partir de una muestra de piel de la zona inguinal de cabra doméstica, *(Capra hircus)* utilizando la misma metodología que la ya aplicada para la creación de los cultivos de fibroblastos de bucardo *(Capra pyrenaica pyrenaica)*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención de las muestras se anestesió una cabra doméstica adulta, se lavó y desinfectó la parte inferior del abdomen, se rasuró y se seccionó un área de 1cm^2. La muestra se introdujo en PBS + 4μL/ml de gentamicina (Sigma) y se transportó hasta el laboratorio, donde se hicieron explantes de 1mm^2 bajo la lupa con un bisturí. Estos explantes fueron introducidos en botes de cultivo Nunc (5-10 por F25) con SFB y 1% de antibiótico-antimicótico (Sigma) durante dos días, momento en el que se les añadió medio de cultivo (DMEM (Gibco)+ 10% SFB + 2mM glutamina + 1% antibiótico-antimicótico). Las células fueron cultivadas en un incubador Heraeus a 38.5 °C, con una atmósfera del 95% de humedad, y un 5% de CO_2. Se realizaron cambios de medio cada 48-72h. Una vez que los cultivos llegaron a confluencia se tripsinizaron (5 minutos con tripsina-EDTA de Gibco) y las células se congelaron en SFB + 10% de DMSO

El primer paso, que fue el análisis de la morfología general, se efectuó sobre una muestra de las células crecidas, mediante tinción con azul de toluidina (AT). Previamente había sido efectuada una fijación de 10 minutos con metanol y posterior secado. Tras la tinción con AT al 0.05% durante 45 segundos, los cubreobjetos se lavaron y se montaron con DePex (Serva). Para la observación de la morfología nuclear se procesaron las células de la misma manera, pero para la tinción se utilizó Hoechst 33342 (Ho) 10μg/ml, durante 2 minutos.

La caracterización celular se realizó con técnicas de immunoflourescencia indirecta, usando dos anticuerpos: anti-citoqueratina KL1 (Biodesign), para marcar células epiteliales, y anti-vimentina V9 (Chemicon) para marcar células de origen mesenquimático (fibroblastos). Las células se fijaron en metanol frío durante 10 minutos, se lavaron con PBS y se incubaron con el primer anticuerpo (1:100) 1h a 37ºC; después de tres lavados en PBS se post-incubó 1h a temperatura ambiente con el 2º anticuerpo (anti-mouse-FITC 1:300 de Chemicon) y volvieron a lavarse las preparaciones con PBS. El montaje de las preparaciones se hizo con mowiol (Sigma).

La determinación del cariotipo, se realizó sincronizando las células en mitosis con el inhibidor de la polimerización de los microtúbulos Colcemid® (Sigma). Para ello se incubaron las células con una concentración de Colcemid de 0.4μg/ml durante 4-6h; y posteriormente se despegaron las células en mitosis mediante un vórtex, se recogió el medio y se centrifugó a 1.000rpm durante 10 minutos, se resuspendió el pellet en citrato sódico 0.25mM y se incubó 20 minutos a 37ºC. Tras el choque hipotónico se fijaron las células con Carnoy. Para el recuento de cromosomas se utilizó el colorante azul de toluidina.

Para la sincronización de los cultivos en G0 se cambió el medio de cultivo habitual, que está suplementado con un 10% de SFB, por medio con un 0.5%. Se evaluaron 4 tiempos: 1, 3, 5 y 7 días, determinando el número de células muertas por apoptosis por tinción de las preparaciones con Hoechst.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con el establecimiento de las condiciones óptimas de cultivo, se midieron tres parámetros: el tiempo de replicación de la célula, el número de pases tolerados, así como la evaluación de la morfología celular a lo largo de estos pases, y la densidad mínima de siembra, al hacer nuevos pases. En el caso de los fibroblastos, el tiempo de replicación de la célula fue de 18-20 horas. En la evaluación de la morfología celular, a lo largo de los sucesivos pases, observamos que no aparecían signos evidentes de degeneración en el cultivo hasta el pase 9-12, momento en el que se aprecia una cantidad notable de células binucleadas (6%-11.5%) y células con citoplasmas vacuolizados (7.4%-23.5%), que es una señal inequívoca de degeneración celular. En cuanto a la densidad mínima de resiembra, hemos adoptado las siguientes condiciones de trabajo: siembra: 20.000 células/cm^2, tripsinizaciones cada 72h (tiempo necesario para llegar a confluencia en nuestras condiciones de cultivo).

En la transferencia nuclear también es importante tener la seguridad del tipo celular con el que se trabaja, ya que son frecuentes las contaminaciones de diversos tipos celulares. En las experiencias del bucardo está prevista la utilización de fibroblastos; que es un tipo celular que a menudo coexiste con queratinocitos. Los resultados obtenidos en los cultivos de cabra doméstica, evidenciaron que en el tercer pase, el 100% de las células que permanecen en el cultivo son fibroblastos (células positivas con inmunofluorescencia a anti-vimentina), mientras las células epiteliales (queratinocitos, positivos a la inmunofluorescencia con citoqueratina), que eran sólo un 10% en el primer pase y 3-5% en el segundo, acaban por desaparecer a partir del tercer pase.

Con respecto al mantenimiento de la euploidía de un total de 40 metafases contadas de cada preparación hemos podido concluir, que hasta el pase número 7 los fibroblastos conservan la dosis cromosómica intacta. Dado que a partir del pase número 7 los signos de degeneración celular son evidentes, no se efectuó el estudio del mantenimiento de la dosis cromosómica en generaciones celulares sucesivas.

Numerosas publicaciones avalan la sincronización de las células donadoras en G0 como el mejor método para su utilización en la transferencia nuclear. En la bibliografía se utilizan dos métodos: la privación se suero en el cultivo (Yu y col., 2003) y el crecimiento hasta confluencia (Vignon y col., 1998). Nuestro equipo analizó el primer tipo, para ello se redujo la dosis de SFB en el cultivo de un 10% a un 0.5% y se analizó el porcentaje de muerte celular con tinción con Ho 1, 3, 5 y 7 días después del inicio de la privación. El porcentaje de apoptosis basal del cultivo fue del 1.2%; un día después del tratamiento no se observó diferencia, sin embargo a día 2 este porcentaje subió al 4%, el tercer día fue de un 5%, el quinto un 13% y a día 7 el porcentaje de células muertas por apoptosis fue de un 38%. Es importante señalar que estos porcentajes no sufrían variaciones dependiendo del pase del cultivo (se evaluaron los pases 2-7), así mismo hay que reseñar que las células no cesaron su ritmo de crecimiento habitual hasta el tercer día, lo que indica que hasta este momento no se producía la entrada en G0.

De los resultados expuestos podemos concluir que partiendo de fibroblastos adultos, aislados por el método de explantes, las mejores condiciones de trabajo para la transferencia nuclear, son entre los pases 3 y 6; así mismo, la inducción de G0 por privación de suero debiera hacerse por cultivo en estas condiciones durante 3 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campbell y col., 1993. *Nuclear-cytoplasmatic interactions during the first cell cycle of nuclear transfer reconstructed bovine embryos: Implicatios for Deoxyribonucleid Acid replication and development.* Biology of Reproduction 49: 933-942.

- De Loecker et al, 1998. *Effects of cell concentration on viability and metabolic activity during cryopreservation.* Cryobiology 37: 103-109.

- Kato y col., 2000. *Cloning of calves from various somatic cells types of male and female adult, newborn and fetal cows.* Journal of Reproduction and Fertility 20: 231-237.

- Vignon y col. 1998. *Developmental potential of bovine embryos reconstucted from enucleated matured oocytes fused cultured somatic cells.* C. R. Académie des Sciences, Paris 321: 735-745.

- Yu y col., 2003. *Studies of the cell cycle of in vitro cultured skin fibroblasts in goats: work in progress.* Theriogenology 59: 1277-1289.

- Zou y col., 2002. *Generation of cloned goats (Capra Hircus) from transfected foetal cells, the effect of donor cell cycle.* Molecular Reproduction and Development 61: 164-172.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 288-290

EXPRESIÓN DE VARIOS GENES IMPORTANTES PARA EL DESARROLLO PREIMPLANTACIONAL EN BLASTOCISTOS OVINOS PRODUCIDOS IN VIVO E IN VITRO

J.M. Garbayo, A. Roche, B. Aguilar
Servicio de Investigación Agroalimentaria. Apdo 727, 50080 Zaragoza.
e-mail:jmgarbayo@aragob.es

INTRODUCCIÓN

El desarrollo preimplantacional depende de factores presentes en el ovocito, en forma de ARN y proteínas, hasta que se produce la activación del genoma embrionario (ZGA) y del subsiguiente mantenimiento de una transcripción zigótica apropiada, tanto espacial como temporalmente. En rumiantes, la ZGA está completada en el estadío de 8-16 células.

En gestaciones de embriones producidos in vitro se observa un elevado porcentaje de pérdidas embrionarias y fetales. También se ha descrito el síndrome de la descendencia grande, que provoca un mayor número de pérdidas en una fase temprana de la vida. Además, en bovino y ratón el cultivo in vitro de embriones preimplantacionales perturba el patrón coordinado de expresión génica necesario para un desarrollo normal y se ha sugerido que estas perturbaciones afectarían al desarrollo fetal, perinatal y a la vida adulta.

Entre los genes cuya expresión está afectada por el cultivo in vitro se encuentran algunos implicados en metabolismo, estabilidad del ARNm (ej. poli(A)polimerasa), stress (ej. Heat shock protein 70), mantenimiento de la compactación y cavitación (ej. Conexina 43), metilación (ej. DNA metiltransferasa 1), función placentaria, etc. (Niemann y Wrenzycki, 2000).

Los objetivos del presente trabajo consistían en la puesta a punto de la detección de tránscriptos de poli(A)polimerasa, Conexina 43, DNA metiltransferasa 1, y Heat shock protein 70 (Hsp70) y el estudio cualitativo de su expresión en blastocistos ovinos producidos in vivo e in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de embriones in vivo

Se superovularon 8 ovejas Rasa Aragonesa con FSHo (OVAGEN, ICP, New Zealand) mediante una bomba de infusión subcutánea permanente (GOTAGOT SL, patente europea nº9902484). La inseminación fue intrauterina complementada con cubrición natural. Los embriones se recuperaron 8 días y medio después de la retirada de esponjas según el método descrito por Ramon y col.,1991.

Producción de embriones in vitro

Los ovocitos, obtenidos a partir de ovarios de matadero, se maduraron en M199 suplementado con 1μg/ml de FSH porcina y 10% de fluido folicular durante 24h a 38,5ºC en atmósfera con 5%CO_2. Para la fecundación in vitro se utilizó semen fresco. Los espermatozoides, seleccionados por swim-up en mHTF, se capacitaron durante 3 h en SOF (sin BSA) suplementado con 10% de suero de oveja en celo y se incubaron con los ovocitos durante 20 h a 38,5ºC en atmósfera con 5%CO_2. Los embriones se cultivaron en microgotas de 20 μl de SOF + 0.3% BSA cubiertas por aceite mineral durante 7 días a 38,5ºC en atmósfera con 5%CO_2, 90%N_2 y 5% O_2.

En ambos casos sólo se utilizaron embriones de buena calidad morfológica, se lavaron 3 veces en PBS ó SOF, se congelaron inmediatamente en el mínimo volumen y se guardaron a –80ºC hasta la extracción del ARN.

Extracción de ARN total

A los embriones congelados se añadieron 500μl de TRI-REAGENT (Sigma) frío, se agitaron durante unos segundos para romper la zona pelúcida y membranas celulares y se siguió el protocolo recomendado por la casa comercial. Para ayudar en la precipitación del ARN se añadió glucógeno

(Invitrogen, Life Technologies). El ARN se resuspendió en 6µl de agua bidestilada tratada con DEPC y se guardó a -80ºC, en presencia de inhibidores de ARNasas (RNaseOUT, Invitrogen) hasta su uso.

Transcripción inversa

Se realizó en un volumen total de 20µl utilizando el total del ARN extraído, durante 50m. a 42ºC. Se utilizaron 0.5µg de oligo dT (primer $p(DT)_{15}$, Roche) y 200U de transcriptasa inversa (Superscript II RNaseH$^-$, Invitrogen, Life Technologies) según el protocolo recomendado para el enzima. Una reacción paralela contenía agua en vez de ARN (ARN-) como control de contaminación externa durante la transcripción inversa. La contaminación genómica en el ARN se controló mediante RT-PCR con cebadores de β-actina que comprenden un intrón (Lequarre y col., 1997)

PCR

En reacciones de 25µl se utilizó, como molde, 1µl de la reacción de transcripción inversa, con 200µM de cada dNTP, cebadores diseñados utilizando secuencias conocidas (tabla 1) entre 0.250 y 0.365µM, dependiendo del gen y 0.5U de Taq polimerasa en tampón que contenía 2mM de Cl_2Mg (Biotools). Las reacciones consistieron en una desnaturalización inicial de 5m. a 94ºC, seguida de 40 ciclos (37 en el caso de DNMT1) consistentes en desnaturalización de 30s a 94ºC, anillamiento de 15s a 55ºC (hsp70), 57ºC (β-actina y poli(A)polimerasa), 59ºC (Conexina43) ó 60ºC (DNMT1) y extensión de 15s (excepto Conexina 43, 30s) a 72ºC. En todos los casos hubo un ciclo de extensión final de 5m a 72ºC.

Tabla 1. Cebadores utilizados para distintos genes y tamaño del fragmento amplificado.

	cebador derecho	**cebador reverso**	**tamaño fragmento**
β-actina	gcgtgacatcaaggagaagc	tggaaggtggacagcgaggc	432(ARN);643(ADN)
DNMT1	cgcatgggctaccagtgcacctt	gggctccccgttgtatgaaatct	312
poliApolimerasa	gtttcctcggtggtgtttcct	tggagttctgttgtgggtatgc	252
hsp70	aaggtgctggacaagtgccaggaggtga	acttggaagtaaacagaaacgggtgaaaaa	488
Conexina43	gggaaagagcgatccttaccacac	ccacctccaatgaaacaaaatgaacaccta	516

Los productos se separaron mediante electroforesis en geles de agarosa (2-3%) en tampón TAE que contenía bromuro de etidio. Las imágenes fueron capturadas y digitalizadas mediante el sistema Gel Doc 2000 (Bio Rad).

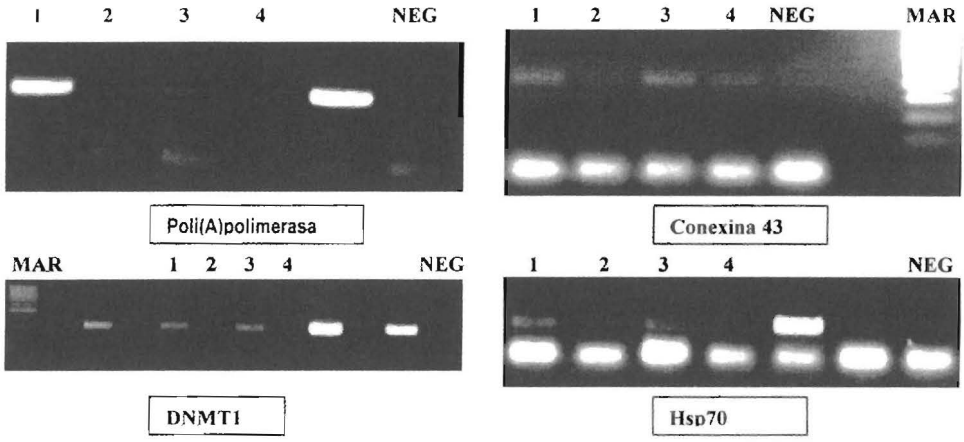
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 24 embriones in vivo (7 blastocistos expandidos y 17 eclosionados) y 10 embriones in vitro (1 blastocisto, 5 blastocistos expandidos, 3 en eclosión y 1 eclosionado), lo que supuso 1.2 y 0.5 equivalentes de embrion por cada microlitro de reacción de transcripción inversa in vivo e in vitro, respectivamente.

Tanto en blastocistos obtenidos in vivo como in vitro se detecta la expresión de β-actina, con una única banda de alrededor de 432bp (resultados no mostrados) que indican ausencia de contaminación genómica en el ARN.

Como se ve en la figura 1 los cebadores utilizados sirvieron para detectar un producto del tamaño esperado. En el caso de DNMT1 el producto de PCR se secuenció y la secuencia obtenida era un 89% idéntica a la DNMT1 humana. Se comprobó, por tanto, que todos los genes en estudio se expresan en blastos ovinos obtenidos tanto in vivo como in vitro, aunque no se pueden hacer comparaciones de nivel de transcripción, debido al diferente número y estadio de los embriones utilizados.

Figura 1. RT-PCR de los distintos genes en estudio.



MAR: marcador 100bp; NEG: negativo; 1: blastos in vivo RT+; 2: blastos in vivo RNA-; 3: blastos in vitro RT+; 4: blastos in vitro RNA-.

Todos estos tránscriptos habían sido detectados igualmente en blastocistos bovinos producidos in vivo e in vitro, y su nivel de transcripción estuvo afectado por el cultivo in vitro. Como caso extremo, no se detectó expresión de Conexina 43 en blastocistos producidos in vitro pero sí in vivo (Wrenzycki y col., 1996). En ovino no hemos observado un efecto cualitativo del cultivo in vitro en la expresión de Conexina 43. La discrepancia podría ser explicada por diferencias entre especies o bien por la utilización de medio SOF para el cultivo in vitro. En bovino el SOF produce un nivel de expresión génica más similar a lo que ocurre in vivo que el TCM (Wrenzycki y col., 2001). De todas maneras estos resultados son preliminares y deben ser confirmados.

La puesta a punto de la detección de expresión génica de los genes en estudio mediante el uso de secuencias conocidas demuestra la expresión génica de poliApolimerasa, Conexina 43, DNMT1 y Hsp70 en blastocistos ovinos obtenidos tanto in vivo como in vitro.

BIBLIOGRAFÍA

Niemann, H y Wrenzycki, C. Theriogenology 53:21-34.2000.
Ramon, J.P. y col. ITEA, Vol. Extra, 11 (1), 61-63. 1991
Lequarre, AS y col. Mol. Reprod. Dev. 48:216-226. 1997.
Wrenzycki, C y col. J. Reprod. Fert. 108:17-24. 1996.
Wrenzycki, C y col. H. Human Reprod. 16:893-901. 2001.

Trabajo financiado por proyecto INIA RTA02-094.
Agradecimientos: Elias Echegoyen, Pilar Sánchez, Julio Olivera y José Ignacio Martí por su ayuda en el manejo de los animales.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 291-293

CARACTERIZACIÓN OVÁRICA DE LA CONEJA DE MONTE

Lorenzo P.L.; Badía S*. y Rebollar P.G.*
*Departamento de Fisiología Animal. Facultad de Veterinaria.Universidad Complutense de Madrid. * Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos .Universidad Politécnica de Madrid.Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.*

RESUMEN

Este trabajo estudia aspectos de la morfología ovárica en la coneja silvestre y también caracteriza los oocitos procedentes de dichos animales. Los ovarios se recogieron de conejas silvestres, divididas en tres categorías de edad (prepúberes, púberes y adultas), mientras que los oocitos se recogieron de estos ovarios mediante sección y posterior aspiración del contenido de los folículos. Los oocitos así obtenidos se clasificaron en tres grupos: (A), rodeados de células del cúmulo; (B) desnudos, pero con citoplasma intacto; (C) con degeneración en las células del cúmulo y/o citoplasma. Los resultados demostraron que las conejas adultas presentan un mayor peso ovárico y un mayor número de folículos de tamaño mediano, mientras que no se observaron diferencias significativas en cuanto a la calidad de los oocitos obtenidos.

INTRODUCCION

En la actualidad, las técnicas de inseminación artificial y de conservación de semen mediante refrigeración están suficientemente desarrolladas y gozan de una buena difusión en las granjas de conejos de producción. Sin embargo, a pesar de pertenecer a la misma especie *(Ornyctolagus cuniculus*), la coneja de monte presenta baja prolificidad y un menor tamaño de camada que las conejas de uso industrial. Tanto la fisiología ovárica, como la aplicación de diferentes métodos de sincronización del celo no han sido estudiados en el conejo silvestre, considerándolos indispensables para mejorar los parámetros reproductivos que se están obteniendo en cautividad. Entre ellos, cabe categorizar, en primer lugar, las características morfológicas de los ovarios y de sus oocitos que nos indiquen su capacidad de madurar y ser fecundados. Para ello, estos gametos deben cumplir ciertos criterios de uniformidad y homogeneidad, tanto en el citoplasma como en el cúmulo celular que les rodea, tal y como ha sido señalado en otras especies. El presente estudio describe las poblaciones foliculares ováricas en estas hembras; asimismo, se ha caracterizado qué tipos de oocitos se recogen del ovario de la coneja de monte y en qué proporciones. El avance de estos conocimientos permitirá mejorar el manejo reproductivo en este tipo de instalaciones que mejore la calidad de estos animales y su suelta regulada en los cotos.

MATERIAL Y METODOS

Animales. Para este estudio se utilizaron 15 conejas procedentes de la granja CUNICINCA, S.L. divididas en tres edades: prepúberes (grupo A, 2,5 meses de edad), púberes (grupo B, 4,5 meses de edad) y adultas (grupo C, más de 6 meses de edad). Todos los procedimientos realizados con los animales se hicieron de acuerdo a la directiva de la CE (Council Directive 86/609, 1986). Los animales se alojaron individualmente con ambiente controlado (18-22ºC,

45% humedad relativa) y un fotoperiodo de 12 h luz-12 h oscuridad. El agua y la comida (16.2% proteína, 2.5% grasa y 13.5% fibra cruda) fueron administradas *ad libitum*. Pasados 15 días de adaptación se sacrificaron mediante inyección endovenosa de pentobarbital sódico (30 mg/k) y sus ovarios fueron recogidos y procesados inmediatamente. Los ovarios obtenidos fueron depositados en placas Petri de 60 mm de diámetro con P.B.S. 37 °C y se colocaron bajo una lupa estereoscópica determinándose el número de folículos ováricos en cada caso, teniendo en cuenta: folículos mayores de 1 mm de diámetro, los comprendidos entre 1 y 0,4 mm y, finalmente, los menores de 0,4 mm de diámetro. Seguidamente se tomaron las características morfológicas (peso, tamaño) y se seccionó el contenido de los folículos, utilizando un micro-bisturí ocular y después se aspiró su contenido con una jeringa estéril conectada a una aguja de 26 G de diámetro. Los oocitos se clasificaron en tres tipos atendiendo a la presencia o no de cúmulo celular y al grado de degeneración en cúmulo y/o citoplasma. La degeneración se interpretó como tal cuando se observó vacuolización, citolisis, necrosis o pérdidas de la conformación esférica del oocito.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM (SAS, 1995), estudiando el efecto de la edad de las conejas sobre los diferentes parámetros determinados.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se encuentran mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 1. Relación entre el peso y dimensiones de los ovarios y la edad de las conejas.

Edad	2.5 m	4.5 m	>6 m	E.E.M.	P
Peso Ovario Dcho (g)	0.053^{B}	0.067^{AB}	0.089^{A}	0.007	0.03
Peso Ovario Izqdo (g)	0.054^{B}	0.068^{AB}	0.093^{A}	0.009	0.05
Longitud (mm)	9.5	8.9	10.1	0.48	N.S.
Anchura (mm)	3.5	3.2	4.7	0.32	N.S.

E.E.M.: error estándar de la media (n=5). A,B: $p<0.05$.

Tabla 2. Relación entre el número de folículos ováricos de distinto tamaño y la edad de las conejas.

	Edad				
Folículos totales	**2.5 m**	**4.5 m**	**>6 m**	**E.E.M.**	**P**
∅>1 mm	1.2	2	1.8	0.65	N.S.
0,4 >∅<1 mm	0.4^{B}	1.2^{B}	2.8^{A}	0.46	0.01
∅<0,4 mm	10.8	6.6	5.8	1.69	N.S.
Totales	12.4	9.8	10.4	1.54	N.S.

E.E.M.: error estándar de la media (n=5). A,B: $p<0.05$.

Tabla 3. Características de los oocitos obtenidos según la edad de las conejas.

	Edad				
Oocitos	**2.5 m**	**4.5 m**	**>6 m**	**E.E.M.**	**P**
Con cúmulo	8.6	6.2	6.4	1.06	N.S.
Denudados	1.8	1.2	1.6	0.53	N.S.
Degenerados	1.2	1.4	1.8	0.53	N.S.
Totales	11.6	8.8	9.8	1.69	N.S.

E.E.M.: error estándar de la media (n=5).

DISCUSIÓN

El manejo y el control reproductivo de las conejas de monte utilizadas como núcleo de producción es similar al aplicado en las granjas industriales de producción de conejo de carne. No obstante existen diferencias fisiológicas (estacionalidad, baja prolificidad, estrés agudo, etc), por lo que se deben adecuar sus metodologías productoras a las características fisiológicas reproductoras del conejo silvestre.

El peso ovárico se encuentra muy relacionado con la edad del animal, tanto en ésta como en otras especies. Aunque entre las dimensiones de los ovarios no se observaron diferencias con la edad, probablemente la presencia de nuevos tipos celulares a lo largo de los distintos ciclos de desarrollo folicular, por parte de las conejas adultas, aumentó el peso de estos órganos. Existen ciertos trabajos acerca de la calidad de los oocitos de coneja durante su maduración, pero en conejas de producción industrial (Chang et al., 1955; Jelinkova et al., 1994 Lorenzo et al., 1999,). Sin embargo, hasta el momento los estudios sobre el tipo de oocitos presentes en los folículos antrales ováricos de la coneja de monte son muy escasos. Acerca del número de folículos presentes en el ovario, nuestros resultados son ligeramente inferiores a los descritos por Gosalvez (1985) en la coneja de carne, para folículos con un diámetro superior a 0,90 mm. El dato más llamativo de este trabajo fue encontrar un número elevado de folículos medianos en las conejas adultas respecto a conejas más jóvenes, ya que estos folículos son los que formarán parte de las sucesivas oleadas de desarrollo folicular una vez que la coneja es adulta. La distribución morfológica de los diferentes tipos de oocitos entre las tres edades estudiadas fueron similares. Esto indica que para realizar estudios relativos a la maduración y fecundación de oocitos en este tipo de conejas, puede utilizarse cualquier coneja de las edades aquí señaladas. De hecho, el origen y la calidad de éstos oocitos son el primer factor que puede afectar positiva o negativamente en el éxito de estos procedimientos (Lorenzo et al. 1996). La profundización en todos estos estudios, y otros que se están realizando en la actualidad, influirán de manera decisiva en la mejora de los parámetros reproductivos de la coneja silvestre.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a CUNICINCA, SL por su colaboración en este estudio. El presente trabajo ha sido realizado, gracias a un Proyecto de Investigación PETRI (PTR95- 0567-OP) y, en parte por otro financiado por el MCYT (AGL- 2002-00310).

BIBLIOGRAFIA

Chang, M.C.. 1955.. J. exp. Zool. 128, 379-405.

Fisher B. y G. Meuser-Odenkirchen. 1988. Lab. Anim. 22, 5-15.

Gosalvez, M. Tesis Doctoral. UPM, Madrid, 1985.

Jelinkova, L., M. Kubelka, J. Motlik y P. Guerrier. 1994. Mol. Reprod. Dev. 37, 210-215.

Leibfried, M.L. y N.L. First. 1979. J. Anim. Sci. 48, 76-86.

Lorenzo, P.L., P.G. Rebollar, M.J. Illera, M.J., J.C. Illera, M. Illera y J.M.R. Alvariño. 1996. J. Reprod. Fert. 107:109-117.

Lorenzo, P.L., J.M.R. Alvarño, M.J. Illera, P.G. Rebollar, J.C. Illera, M. Illera. 1999. Lagomorpha, 101, 36-43.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 294-296

EFECTO DEL TRATAMIENTO DE SUPEROVULACIÓN E INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN SOBRE LA RECUPERACIÓN DE EMBRIONES DE DOS LÍNEAS SINTÉTICAS DE CONEJO

Mehaisen G.M.K., Lavara R., Vicente J.S.
Laboratorio Biotecnología de la Reproducción. Departamento de Ciencia Animal.
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n
Gamoka@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en el programa de crioconservación embrionaria en conejos es disponer de una fuente abundante de óvulos y, consecuentemente, de embriones. Hasta hoy, los tratamientos clásicos de superovulación presentan una respuesta excesivamente variable y relativamente pobre si se atiende a la calidad y número de los embriones recuperados.

Algunos de los factores que afectan a la respuesta a los tratamientos de superovulación son la línea (Viudes-De-Castro *et al.,* 1995; Joly, 1997, Lavara *et al.*,2001), las dosis de PMSG empleadas en el tratamiento de superovulación (Garcia-Ximénez y Vicente, 1990; Schmidt *et al.,* 1992; López Bejar, 1995; Joly, 1997; Rebollar *et al.,* 2000) y la hormona empleada en el tratamiento de inducción de la ovulación (Theau-Clement *et al.,* 1990; García-Ximénez y Vicente, 1992; Viudes-De-Castro *et al.,* 1995).

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto del tratamiento utilizado para provocar la superovulación y la inducción de la ovulación sobre la recuperación de embriones de dos líneas sintéticas de conejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 115 conejas multíparas pertenecientes a las dos líneas sintéticas seleccionadas en la Unidad de Mejora Genética del Departamento de Ciencia Animal (Universidad Politécnica de Valencia): línea V (52 hembras) seleccionada por tamaño de camada al destete y línea R (63 hembras) seleccionada por velocidad de crecimiento durante el periodo de engorde (28-70 días). Las hembras permanecieron alojadas en jaulas individuales y mantenidas bajo las mismas condiciones ambientales y de alimentación.

A las hembras se les suministró una dosis subcutánea de 0, 50 ó 200 UI de PMSG (Gonaser, Hipra, S.A.) 60 horas antes de la inseminación. Las hembras receptivas fueron inseminadas con semen de machos de la misma línea y generación. Inmediatamente tras de la inseminación, la ovulación fue inducida mediante inyección intramuscular de 0,8 μg de acetato de buserelina (GnRH) (Hoechst, S.A.) o mediante inyección intravenosa de 75 UI de hCG (Coriogan, Ovejero).

Las conejas fueron sacrificadas 72-76 horas después de la inseminación. Los embriones fueron recuperados y catalogados según el método descrito por Vicente *et al.,* (1999).

Tras la recuperación se tomaron los siguientes datos: tasa de ovulación (TO), número de folículos hemorrágicos (FH), embriones normales (EN) y tasa de recuperación (TR) [(embriones normales + embriones anormales + oocitos)/TO].

Se analizó el efecto de la dosis de PMSG (0, 50, 200 UI), del tratamiento de inducción de la ovulación (GnRH, hCG) y de la línea (R, V) sobre las variables TO, FH, TR, EN por hembra donante y EN por hembra cuando se recupera al menos un

embrión normal por donante (EN>0), mediante un GLM (General Linear Models) (Statgraphics Plus 4.1, 1994-1999).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó un 70% de hembras receptivas para todos los dosis de PMSG utilizados.

No se observaron diferencias significativas entre las dos líneas (V y R) para ninguna de las variables analizadas (Tabla 1). Por el contrario Viudes-De-Castro *et al.*, (1995) y Joly (1997) observaron diferencias en la TO, TR y EN debidas al efecto de la línea.

Tabla 1. Resultados de tasa de ovulación, anormalidades ováricas y recuperación de embriones dependiendo del tratamiento y de la línea.

		TO (LSM (n) ±SE)	FH (LSM (n) ±SE)	TR (%(n) ±SE)	EN (LSM(n)±SE)	EN>0 (LSM (n) ±SE)
PMSG	0 IU	12,2(19)±1,3^{b}	3,8(19)±1,7^{b}	48,7(19)±6,7^{a}	4,1(19)±1,2	6,5(13)±1,1^{ab}
	50 IU	15,5(29)±1,1^{b}	3,8(29)±1,4^{b}	47,7(29)±5,7^{a}	5,9(29)±1,0	8,2(22)±0,9^{a}
	200 IU	19,2(27)±1,2^{a}	13,8(27)±1,6^{a}	28,8(27)±6,3^{b}	4,3(27)±1,1	5,8(23)±0,9^{b}
IO	GnRH	13,8(19)±1,4^{b}	8,8(19)±1,6	34,8(19)±6,3	3,8(19)±1,1	6,2(13)±1,1
	hCG	17,3(56)±0,8^{a}	5,5(56)±0,9	48,7(56)±3,6	5,7(56)±0,6	7,5(45)±0,6
Línea	R	15,3(37)±1,0	5,8(37)±1,2	43,2(37)±4,6	5,1(37)±0,8	6,9(28)±0,8
	V	15,9(38)±1,2	8,5(38)±1,4	40,3(38)±5,6	4,4(38)±1,0	6,7(30)±0,9

LSM (n) ± SE: Medias de mínimos cuadrados (numero de hembras) ± error estándar; TO: Tasa de ovulación. FH: Folículos hemorrágicos. TR: Tasa de recuperación. EN: Embriones normales recuperados por hembra donante. EN>0: Embriones normales recuperados por lo menos un embrión por hembra donante. IO: El tratamiento de inducir ovulación.

^{a,b} Valores con diferente superíndice en la misma columna para cada tratamiento difieren significativamente ($p<0,05$).

Se observó que el 96,4% de las conejas receptivas tratadas con hCG ovularon, mientras que el tratamiento de GnRH provocó la ovulación en el 84,2% de las conejas receptivas tratadas. La tasa de ovulación fue significativamente más elevada en las hembras tratadas con hCG que en las tratadas con GnRH (Tabla 1). La presencia de los folículos hemorrágicos fue mayor en las hembras tratadas con GnRH que en las hembras tratadas con hCG, pero no se observaron diferencias significativas entre ellos (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas en TR, EN y EN por hembra cuando se recupera al menos un embrión normal por donante (EN>0), entre los diferentes tratamientos de inducción de la ovulación. (Tabla 1). No se observó ninguna interacción para las variables estudiadas.

Viudes-De-Castro *et al.*, (1995) observaron diferencias significativas en la tasa de ovulación para los distintos tratamientos de inducción con hCG o GnRH. García-Ximénez y Vicente (1992) observaron un elevado numero de folículos hemorrágicos y quísticos tras el tratamiento con 25 UI de hCG. Sin embargo, en el presente trabajo se observó que tras el tratamiento con hCG el número de folículos hemorrágicos fue menor, mientras que se aumentó la tasa de ovulación y el número de embriones recuperados.

En cuanto al tratamiento con PMSG se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) para TO y FH, observándose un aumento significativo para ambas variables en las hembras tratadas con 200 UI, mientras que para la variable TR el tratamiento con 200 UI de PMSG tuvo un efecto depresor en comparación con el de 50 UI y el

control (Tabla 1, $p<0,05$). Por el contrario, el tratamiento de 200 UI PMSG disminuyó significativamente ($p<0,05$) el número de los embriones recuperados por hembra cuando al menos se recupera un embrión normal (Tabla 1). Resultados similares fueron observados por Rebollar *et al.,* (2000) tras la utilización de 25 UI de PMSG y por Joly (1997) que observó tras el tratamiento de superovulación una disminución en la tasa de recuperación y el número de los embriones normales. López Bejar (1995) observó un menor porcentaje de embriones normales recuperados tras el tratamiento con dosis de 200 UI PMSG respecto al grupo tratado con 75 UI de PMSG.

En conclusión el uso de dosis elevadas de PMSG para provocar la superovulación no es recomendable ya que, a pesar de que se observa un aumento en la tasa de ovulación, se produce una disminución en la tasa de recuperación y en el número de embriones normales recuperados. Con respecto al tratamiento de inducción de la ovulación, parece más recomendable el uso de hCG, ya que tras el tratamiento con GnRH se observa una disminución en la tasa de ovulación, la tasa de recuperación y el número de los embriones normales recuperados.

Este estudio ha sido financiado por el proyecto de C.I.C.Y.T AGL2000-0595-C03-01.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Garcia-Ximenez F., Vicente J.S. 1990. J. Appl. Rabbit Res., 13, 71-73.

Garcia-Ximenez F., Vicente J.S. 1992. Nut. Reprod. Dev., 32, 143-149.

Joly T. 1997. Thesis, Lyon, France.

Lavara R., Mocé M.L., Mocé E., García M.L., Vicente J.S. 2001. III Congreso Ibérico de Reproducción Animal. 409-413.

López Bejar Manel A. 1995. Tesis doctoral, universidad Autónoma de Barcelona, España.

Rebollar P.G., Ubilla E., Lorenzo P.L., Sánchez-Dávil M., Sánchez J., Tucker L., Alvaiño J.M.R. 2000. 7th World Rabbit congress, Valencia, Spain. 8, 239-244.

Schmidt P.M., Hollifield V.M., Lin X., Wildt D.E. 1992. Theriogenology 37, 293.

Theau-Clement M., Bolet G., Roustan A., Mercier P. 1990. Vémes Journées de la Recherche Cunicole en France, Paris, Tome 1, comm.6.

Viudes-De-Castro M.P., Garcia-Ximenez F., Vicenete J.S. 1995. Producción y Sanidad Animales, 10, 145-152.

Vicente J.S., Viudes-De-Castro M.P., Garcia M.L. 1999. Reprod. Nutr. Dev., 39, 657-662.

EFECTO DE LA METODOLOGÍA DE RECUPERACIÓN DE EMBRIONES DE CONEJO SOBRE LA VIABILIDAD IN VITRO POST DESVITRTIFICACIÓN.

Lavara R, Mehaisen G.M.K., Vicente J.S.
Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Cno de Vera 14. C.P. 46071-Valencia. España.
Rlavara@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Existen líneas seleccionadas en conejo que es necesario preservar. En esta especie, la congelación y vitrificación de embriones han demostrado ser técnicas efectivas para la reconstitución de poblaciones (Joly *et al.*, 1996, García *et al.*, 2000)

En los últimos años se han empleado embriones crioconservados pertenecientes a líneas seleccionadas como poblaciones control para poder evaluar la respuesta a la selección (Santacreu *et al.*, 2000; García y Baselga 2002). Por otro lado se ha demostrado la posibilidad de difusión de material genético a otros países sin riesgos de transmisión de enfermedades (García *et al.*,2000b) y la preservación de recursos genéticos animales (Bolet *et al.*, 2000).

En estudios anteriores se demostró que líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento tenían una tasa de recuperación de embriones normales inferior a las líneas seleccionadas por caracteres reproductivos (Viudes de Castro *et al.*,1995, Lavara *et al.*, 2001, Vicente *et al.*, 2003), además de la diferencia existente en la relación número de nacidos por embrión transferido post-desvitrificación entre líneas maternales y de crecimiento (34-36% *vs* 25%, Vicente *et al.*, 2003) por lo que en este tipo de líneas sería conveniente utilizar técnicas de recuperación *in vivo* (Besenfelder *et al.*, 1998, Kidder *et al.*, 1999, Forcada y López 2000) que permitiesen aumentar el número de embriones obtenidos por hembra lo que facilitaría su reconstitución.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la viabilidad tras la vitrificación de los embriones de conejo recuperados *in vivo*.

MATERIAL Y MÉTODOS:

-Sincronización de las hembras donantes e inseminación artificial.

Como donantes se utilizaron hembras pertenecientes a la línea R, seleccionada por velocidad de crecimiento desde el destete (28 días) hasta el sacrificio (63 días) (Estany *et al.*, 1992).

Para sincronizar la receptividad de las hembras, se les administró subcutáneamente una dosis de 50 UI de PMSG (Gonaser, Hipra) 60 horas antes de la inseminación. Las hembras fueron inseminadas con semen procedente de machos adultos de la misma línea y generación con los que no estuviesen emparentados. El método de recuperación, valoración y dilución del semen y posterior inseminación utilizado fue el descrito por Lavara *et al.* (2000).

-Recuperación de embriones.

GRUPO POSTMORTEM (control): Las hembras fueron sacrificadas 72-76 horas después de la inseminación, perfundiéndose oviductos y cuernos uterinos con 20 ml de medio de recuperación de embriones (Mre): DPBSCa [0.132 g cloruro cálcico por litro de DPBS (Sigma, D-5773)], suplementado con 3 g BSA (Sigma, A3311) más antibióticos (PENIVET 1, Lab. Divasa Farmavic) por litro.

GRUPO IN VIVO: Los embriones fueron recuperados mediante laparoscopía 76-78 horas tras la inseminación según el método descrito por Besenfelder *et al.*, (1998).

En ambos grupos los embriones recuperados fueron catalogados basándose en criterios morfológicos, considerándose embriones normales aquellos embriones

en estadio de mórula compactada o blastocisto temprano que presentaban una masa de células homogénea y ninguna anomalía en la cubierta de mucina y zona pelúcida.

Vitrificación.

El medio de vitrificación empleado fue el descrito por Vicente *et al.*, (1999), con la siguiente composición: 1:1:2 (v/v/v) de dimetilsulfóxido (3.5 M DMSO, Sigma D5879), etilenglicol (4.4M EG, Sigma 9129) en medio recuperación (Mre). Los embriones recuperados de cada hembra donante fueron vitrificados según el procedimiento descrito por Vicente *et al.*, (1999).

Desvitrificacón y posterior cultivo

La desvitrificación se realizó por inmersión de la pajuela en un baño de agua a 20ºC agitándola suavemente, durante 10-15 segundos. El medio de vitrificación se eliminó mediante una dilución en dos pasos. Los embriones con el medio de vitrificación se depositaron en una placa petri de 35 mm de diámetro que contenía una solución de 0.33M Sacarosa en DPBS. Después de 2 minutos, los embriones fueron lavados de nuevo en DPBSCa y valorados morfológicamente antes de su posterior introducción en placas de cultivo, utilizándose únicamente los embriones no dañados. Los embriones fueron introducidos en placas Nunc con el medio de cultivo elegido (M-199 con 50 mM HEPES, suplementado con 20% FCS (Fetal Bovine Serum)) y se introdujeron en el incubador bajo unas condiciones de 38,5ºC, 5% CO_2 y humedad a saturación. El tiempo de cultivo fue de 48 horas, transcurridas las cuales se procedió a la valoración de los embriones, considerándose como desarrollados los embriones que habían alcanzado los estados de blastocisto expandido y escapado.

Análisis estadístico

Tras la desvitrificación se tomaron los datos: número de embriones desvitrificados (EV), número de embriones intactos (EI), número de embriones cultivados (EC) y el número de embriones desarrollados tras el cultivo (ED). Se utilizó un Chi-cuadrado para analizar el efecto del tipo de recuperación de embriones (*in vivo* o *post-mortem*) sobre el porcentaje de embriones intactos post-desvitrificación (EI/EV), porcentaje de desarrollo *in vitro* (ED/EC) y porcentaje de desarrollados sobre vitrificados (ED/EV).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desvitrificaron un total de 224 embriones, de los cuales 110 se recuperaron *post-mortem* y 114 por el procedimiento *in vivo*. Los resultados post-desvitrificación se muestran en la tabla de resultados (Tabla 1).

TABLA 1: Resultados desvitrificación y posterior cultivo de embriones vitrificados.

TIPO	EV	EI (%)	ED (%)	ED/EV (%)
IV	114	109(95%)	77 (71%)	(77/114) (68%)
PM	110	103 (94%)	75 (70%)	(75/110) (64%)
TOTAL	224	212 (95%)	152 (70%)	(152/224) (66%)

EV: Número de embriones desvitrificados; EI (%): número de embriones intactos (porcentaje de embriones intactos post-desvitrificación); ED (%): número de embriones desarrollados (porcentaje desarrollo in vitro); ED/EV (%):porcentaje de embriones desarrollados sobre desvitrificados

Para evaluar la viabilidad de los embriones crioconservados, se desvitrificaron un total de 224 embriones pertenecientes a los distintos grupos de estudio.(114 *in vivo*, 110 *post-mortem*), no encontrándose diferencias significativas en el porcentaje de embriones intactos post-desvitrificación (95% y 93% para la recuperación *in vivo* y *post-mortem* respectivamente), en el porcentaje de desarrollo *in vitro* (71% y 69% para el grupo *in vivo* y el control); ni en el porcentaje de desarrollados sobre desvitrificados (68% y 63% para el grupo *in vivo* y control respectivamente). Vicente

et al., (1999) y García *et al.*, (2000c), con embriones recuperados *post-mortem* pertenecientes a la misma línea de crecimiento obtuvieron resultados similares en el porcentaje de embriones intactos tras la vitrificación (93%, 85% respectivamente), mientras que Medjoub (2000) obtuvo un 61,6% en la raza Gigante de España con embriones recuperados *in vivo*. El desarrollo *in vitro* alcanzado en el presente trabajo es comparable a los obtenidos por otros autores (65% y 77% observado por Vicente *et al.*, 1994 y López-Bejar y López-Gatius 2000; respectivamente).

El porcentaje de embriones desarrollados *in vitro* sobre vitrificados obtenido mediante la recuperación *in vivo* es similar al registrado por los embriones recuperados *post-mortem* (Tabla 1), y comparable al de otras experiencias (49% de embriones desarrollados sobre vitrificados para la línea R, Lavara *et al.*, 2001). García *et al.*, (2000b) y Vicente *et al.*,(2003), tras la transferencia de embriones crioconservados de la línea R, mostraron un rendimiento global desde la vitrificación hasta el parto del 10% y 42%, respectivamente.

El presente estudio muestra que no existen diferencias *in vitro* en viabilidad embrionaria post-desvitrificación para embriones recuperados *post-mortem* o *in vivo*, lo que permitirá implementar la técnica de recuperación *in vivo* de embriones para aumentar sustancialmente el número de embriones recuperados por hembra donante y facilitar así la reconstitución de líneas o razas similares a la línea R.

Este estudio ha sido financiado por el proyecto de C.I.C.Y.T. AGL2000-0595-C03-01

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESENFELDER U., STROUHAL C., BREM G. 1998. *J. Vet. Med. A. 45, 577-579.*

BOLET G., BRUN J.M.....ZIMMERMANN J.M. 2000. *7th World Rabbit Congress. Vol. A: 231-316.*

ESTANY J., CAMACHO J., BASELGA M., BLASCO A. 1992. *Génét. Sél.Evol.* **24**:527-537.

FORCADA F., LOPEZ M. 2000. *Anim Reprod Sci 64: 121-126*

GARCIA M.L., BASELGA M. 2002. *Liv. Prod. Sci (74) 45-53.*

GARCIA M.L; BASELGA M; VIUDES-DE-CASTRO M.P; VICENTE J.S. 2000. *Arch. Zootec. 49: 81-86.*

GARCIA M.L; BLUMETTO O; CARPA G; VICENTE J.S; BASELGA M. 2000b. *7th World Rabbit Congres. Vol (A) 139-142.*

GARCIA M.L; VIUDES-DE-CASTRO M.P; VICENTE J.S; BASELGA M. 2000c. *7th World Rabbit Congres. Vol (A) 143-146.*

JOLY T., VICENTE J.S., THEAU-CLEMENT M., GARCÍA-XIMENEZ F., BESENFELDER U., RENARD J.P., 1996. *Proceedings of 6th World Rabbit Congress,Vol (2) 293-298.*

KIDDER J.D., ROBERTS P.J., SIMKIN M.E., FOOTE R.H., RICHMOND M.E. 1999. *J. Reprod. Fertil. 116, 235-242.*

LAVARA R., LAVARA F., VICENTE J.S., MOCÉ E. 2000. *7th World Rabbit Congres. Vol (A) 173-178.*

LAVARA R., MOCÉ L., MOCÉ E., GARCÍA ML., VICENTE J.S. 2001. *III Congrs Ibérico Reproducción Animal. 409-414.*

LOPEZ BEJAR M., LOPEZ GATIUS F.2000. *Theriogenology 53, 529 (Abs)*

MEDJDOUB N. 2000. TESIS, CIHEAM Zaragoza.

SANTACREU, M. A.; ARGENTE, M. J.; MOCE, M. L.; BLASCO, A. 2000. *7th World Rabbit Congress. Vol. A: 491-496.*

VICENTE J.S., GARCÍA-XIMENEZ F. 1994. *Theriogenology 42, 1205-1215.*

VICENTE J.S.; GARCÍA M.L., VIUDES-DE-CASTRO, M.P., BASELGA M. 2003. Reprod. Nutr. Dev., In Press. Accepted 17/12/02.

VICENTE J.S.; VIUDES-DE-CASTRO, M.P.; GARCIA, M.L. 1999. *Reprod. Nutr. Dev., 39: 657-662.*

VIUDES-DE-CASTRO M.P; GARCIA-XIMENEZ F; VICENTE J.S. 1995. *Invest. Agr.: Sanidad. Anim. Vol. 10 (2).*

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 300-302

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN SEMINAL DE LA RAZA GUIRRA CON SEMEN FRESCO Y CONGELADO

MARCO-JIMENEZ, F*[1]., PUCHADES RUBIO, S*[2]., VILLAGRA GARCIA A*[1]., VICENTE, J.S.*[1]., RODRIGUEZ GARCIA, M*[2].
*[1]Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción
*[2]Sistemas y Tecnologías de la Producción Animal
Dep.Ciencia Animal.Universidad Politécnica de Valencia, 46071 Valencia, España.
e-mail: framarj1@etsia.upv.es

INTRODUCCIÓN

La raza Guirra (Sudat o Roja Levantina) es la única especie ovina autóctona de la Comunidad Valenciana, que ha sido utilizada tradicionalmente, por su aptitud mixta para la producción de leche y corderos (Rodríguez *et al.*, 2002) con un censo actual de 3.640 hembras y 174 machos (Peris *et al.*, 2002), lo que ha originado la puesta en marcha de un programa de conservación de recursos genéticos, que comprende tanto la creación de un banco de semen, como favorecer futuros programas de selección sobre esta raza.

El conocimiento de las características seminales permite determinar el rendimiento de los machos para inseminaciones artificiales y por tanto planificar el régimen de recuperaciones (Álvarez *et al.*, 2000). Junto con la caracterización seminal de la Guirra, es importante estudiar el comportamiento individual de los machos frente a la crioconservación ya que los cambios producidos por la congelación provocan daños irreversibles en las membranas plasmáticas, causando ya sea la muerte celular (Hammerstedt *et al.*, 1990) o una prematura capacitación de los espermatozoides (Watson 1995; Cormier *et al.*, 1997). Tulley y Burfening (1983) mostraron que existen factores genéticos que pueden afectar a la capacidad de los eyaculados para resistir procesos de refrigeración y congelación, además de factores de tipo ambiental e individual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 moruecos de raza Guirra de 9 meses de edad, con semejante peso y condición corporal. Se recogieron 40 eyaculados mediante vagina artificial, con una periodicidad semanal durante cinco semanas. Tras la recuperación del eyaculado, se determinó el volumen (tubo calibrado) y se tomaron dos alícuotas, una muestra diluida (1:200) tris-citrico-glucosa con la que se calculó diferentes parámetros de motilidad mediante S.C.A. (Microptic® versión 5.1, Barcelona). Los parámetros registrados fueron: porcentaje de espermatozoides móviles totales (%), velocidad curvilínea (VCL), velocidad rectilínea (VSL), velocidad de la trayectoria media (VAP), índice de linealidad (LIN), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH) y frecuencia de batido (BCF). Se consideraron espermatozoides móviles aquellos que presentaban una velocidad superior a 20μm/segundo (Farrel *et al.*, 1998). La otra muestra fue diluida y fijada con una solución al 2% de Glutaraldehido (dilución final 1:200) para determinar la concentración (espz/ml), mediante cámara Thoma, y la normalidad acrosómica (%NAR) y anormalidades (%ANOR), mediante microscopía óptica de contraste de fases (400x).

Cada eyaculado fue congelado incorporando el diluyente, Biociphos Plus® (IMV Technologies) con una dilución 1:5, a temperatura ambiente sobre la fracción de eyaculado. El semen fue refrigerado a 5ºC durante 2 horas, envasado en pajuelas de 0,5 ml y congelado a −120ºC en vapor de nitrógeno durante 10 minutos y finalmente llevados a nitrógeno líquido.

La descongelación se realizó en baño de agua a 50ºC durante 12 segundos. De la muestra se tomaron de nuevo dos alícuota (dilución 1:40) para determinar la normalidad acrosómica y la motilidad, al igual que con el semen fresco.

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron un análisis de medias, sobre los parámetros cuantitativos), y un GLM (General Linear Models, Statgraphics Plus 4.1) para analizar los valores cinéticos .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios del volumen y la concentración, fueron 0,86 ± 0,06 (ml) y 2.198 ± 133 (mill/ml), respectivamente. En comparación con otras razas, la Guirra parece ser inferior, a lo mostrado para las razas Churra y Assaf (1,11± 0,03 (ml) y 4.862 ± 84 (mill/ml) y 1,05 ± 0,02 (ml) y 4.766 ± 66 (mill/ml), respectivamente (Álvarez *et al.*, 2000; Celorrio *et al.*, 1994). Fernández y Villegas (1995) no observaron diferencias significativas entre el volumen de eyaculado producido por machos de diferentes razas (Corriedale, Polwarth y Merino Australiano) pero sí en la concentración. Debe tenerse en cuenta la edad de los moruecos, ya que en nuestro estudio eran animales de 9 meses de edad (Folch (2000) señaló como el macho Raso Aragonés produce a los 9 meses el 50% de espermatozoides de un adulto, considerándose un macho adulto con 2,5 años) y el fotoperiodo, ya que las recuperaciones transcurrieron entre abril y mayo.

Respecto a los parámetros cuantitativos, el porcentaje de anormalidades (9,54 ± 2,3) fue semejante a los obtenidos para la raza Manchega, pero muy inferiores a los mostrados para la raza Karakul (12,77% y 27,43% respectivamente, en primavera, Vijil *et al.*, 1986). La normalidad acrosómica presentó un valor intermedio entre las razas Churra y Assaf (86,09 ± 0,65 y 76,15 ± 1,51, respectivamente; Álvarez *et al.*, 2000) y algo inferior a las razas Manchega y Gallega (González *et al.*, 1994 y Barrio *et al.*, 1995, respectivamente). Los efectos de la crioconservación (tabla 1) sobre los eyaculados provocó una reducción del 22,3% sobre la normalidad acrosómica. Sevillano (1995) evaluaron los efectos de la crioconservación sobre la raza Assaf, mostrando que el 68% de los eyaculados presentaron valores de normalidad acrosómica inferiores al 40%.

Tabla 1. Características seminales para semen fresco y descongelado (Media±error estándar)

TIPO SEMEN	NAR (%)	MOTILIDAD (%)
FRESCO	83,75 ± 2,2[a]	49,16 ± 2,2[a]
DESCONGELADO	65,01 ± 2,0[b]	29,48 ± 2,0[b]

[a,b] Valores con diferentes superíndices indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05)

Post-descongelación el número de espermatozóides móviles se redujo en un 40%. El estudio de los distintos parámetros seminales obtenidos (tabla 2) mostró significación estadística en todos los parámetros (fresco *vs* descongelado). La congelación es un proceso capacitante (Bailey y col. 2000), provoca la fosforilación de proteínas (Grasa y col. 2001) y la disminución de antioxidantes (Martí y col. 2001)

presentes en el plasma seminal y aumenta los niveles intracelulares de calcio (Bailey y col. 1994),. Todos estos cambios podrían ser los responsables del descenso en los valores cinéticos.

Tabla 2. Parámetros de motilidad (Media±error estándar)

	VCL(μm/s)	VSL(μm/s)	VAP(μm/s)	LIN	ALH(μ)	BCF(μ)
FRESCO	89,22±1,35^{a}	53,38±1,49^{a}	63,79±0,59^{a}	66,06±1,42^{a}	3,78±0,13^{a}	12,36±0,28^{a}
DESCONGELADO	80,68±1,2^{b}	59,72±1,34^{b}	68,07±0,53^{b}	78,57±1,28^{b}	2,41±0,12^{b}	10,65±0,25^{b}

^{a,b} Valores con diferentes superíndices indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05)

Este estudio será desarrollado más ampliamente en futuros trabajos, con machos adultos y semen recuperado en la estación reproductiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Kaabi, M., Boixo, J.C., Anel, E., Chamorro, C.A., Martínez, S. y Anel, L. SEOC 2000, p-567-569.
- Bailey, J.L., Bilodeau, J.F., Cormier, L.N., J. Androl., 21:1-7.
- Bailey, J.L., Robertson, L., Burh, M.M. 1994. J. Anim. Sci, 74:53-58.
- Barrio, F., Peña, Al., Quintela LA. Y Herradón PG. (1995). SEOC XX. pp: 127-130.
- Celorrio I, Manso A, Sevillano C, Gamallo JA, Olmedo JA, Dominguez JC, Alvarez M, Gutiérrez G y Anel E (1994). Proc 7th Inter Meet Anim Reprod. 299.
- Cormier N, Sirard, M, Bailey JL. J. Androl 1997; 18:461-468.
- Farrell, P.B., G.A. Presicce, C.C. Brockett and R.H. Foote. Theriogenology 49: 871-879, 1998.
- Fernández-Abella, D; Villegas, N.(1995). Revista Argentina de Producción Animal, 15: 996-999.
- Folch, J. Manejo del Morueco. SEOC 2000, p 61-68
- González ME., Garzón Al., Martínez, J., Aguado, MJ., Garde J. Y Montoro, V. (1994). Proc. 7th Inter. Meet. Anim. Reprod. 109.
- Grasa, P., R. Pérez-Pé, A. Marzo, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco (2001). ITEA, número 22, tomo II. Pag 847-849.
- Hammerstedt RH, Graham JK, Nolan JP. J. Androl 1990; 18: 461-468.
- Martí, J.I., E. Martí, T. Muiño-Blanco y J.A. Cebrián-Pérez. (2001). ITEA, número 22, tomo II. Pag 853-855.
- Peris Palau, B., Corpa Arenas, J. M., Rodríguez García, M., Ibor Martínez, I., Lainez Andres, M. SEOC 2002, p 440-445.
- Rodríguez Garcia, M., Puchades Rubio, S., Martín Vicent, J.V., Peris Ribera, C., Peris Palau, B. y Fernández Martínez, N. SEOC 2002, p 907-911.
- Sevillano, C., Celorrio, I., Carbajo, M., Olmedo, JA., Manso, A., García, C. y Anel, L. (1995). SEOC XX. pp: 127-130
- SP Boyer, RO Davis and DF Katz , Curr Probl Obstet Gynecol 12 (1989), pp.167–200.
- Tulley and Burfening (1983). Theriogenology 20 (4): 435-448.
- Verstegen, J., M. Iguer-Ouada and K. Onclin 2002. Theriogenology. Pages 149-179.
- Vijil, E., Gonzalo, C., Ruíz-Poveda, J., Ciudad, C. SEOC, 133-149.1986
- Watson, P.F. (1995). Reprod Fert Develop. 7 (4) 871-891.

DETERMINACIÓN DEL INTERVALO ÓPTIMO ENTRE LA RETIRADA DEL TRATAMIENTO PROGESTATIVO Y LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA CON SEMEN CONGELADO EN LA OVEJA MERINA

F. I. Hernández García, J.L. Fernández de Castro, M.A. Pérez Rodríguez.
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Junta de Extremadura

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial (**IA**) intrauterina vía laparoscópica con semen congelado en la oveja tiene la ventaja de una mayor flexibilidad de intervalo desde la retirada del tratamiento progestativo en comparación con la IA cérvico-vaginal utilizando semen refrigerado. Pero los protocolos horarios habitualmente utilizados en ambas modalidades plantean problemas de tipo práctico. Para facilitar la aplicación del semen congelado, hemos evaluado tres diferentes intervalos, los dos primeros de 53 y 67 horas post-retirada de esponjas, pues resultan convenientes desde el punto de vista laboral y precisan ser comparados debido a las posibles implicaciones derivadas de la proximidad de la ovulación. Esta se estima que en diversas razas suele ocurrir aproximadamente a las 60-65 h, y podría ser afectada debido al stress asociado a la laparoscopía, aparte de la influencia de la vida media de los gametos y de los cambios hormonales peri-estrales, habiéndose comprobado que en los ovinos y bovinos stressados poco antes del pico preovulatorio de LH, éste se retrasa (Dobson & Smith, 1995). El tercer intervalo evaluado ha sido el de IA a las 48h previa inyección de eCG (PMSG) dos días antes de retirar las esponjas, lo cual adelanta convenientemente la ovulación y permite un horario de inseminación aún más cómodo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ciento quince ovejas Merinas del País, divididas en 6 lotes consecutivos de inseminación (**Lotes 1 a 6**), se utilizaron en primavera de 2001, asignándolas al azar (de forma estratificada según edad y condición corporal) a 3 Grupos de Tratamiento que constaban de 2 Lotes de inseminación cada uno. Los 3 **Tratamientos** fueron: **A**: **IA temprana** (a las **48h** de la retirada de esponjas vaginales); **B**: **IA intermedia** (a las **53h**); y **C**: **IA tardía** (a las **67 h**). Cada Lote (**L**) recibió un Tratamiento, cuya secuencia cronológica fue A, C, B, B, C, A, para L1, L2, L3, L4, L5 y L6, respectivamente (Figura 1), constituyendo L1-3 la **1ª Réplica** y L4-6 la **2ª Réplica** de los Tratamientos. El celo se sincronizó mediante esponjas vaginales de 30 mg de FGA que se mantuvieron durante 12 días, inyectándose 450 UI de eCG (PMSG) IM el día de la retirada de esponjas (Tratamientos **B** y **C**; Evans & Maxwel, 1990) ó 2 días antes (Tratamiento **A**). El semen fue obtenido de 3 moruecos Merinos en primavera, diluido y congelado mediante una técnica ya descrita (Anel et al., 1993), aunque con algunas modificaciones en el proceso de elaboración del diluyente, y distribuído al azar de forma equitativa entre los diferentes Lotes de inseminación y Grupos de Tratamiento. Se llevó a cabo el test de endósmosis (García Artiga, 1994) y el test de integridad acrosómica (Vázquez et al., 1989), y se envasaron $100x10^6$ espermatozoides motiles/dosis. Se tomó nota de la condición corporal (escala 0-5; Russel et al., 1969) una semana antes de comenzar la inserción de esponjas vaginales. Las ovejas recibieron un suplemento de 300 g de grano como tratamiento de *flushing* durante 35 días a partir de la inserción de esponjas. La técnica de inseminación laparoscópica fue similar a las de Evans & Maxwel (1990) y López Sebastián (1992), pero utilizando unas camillas ligeras y plegables de diseño propio ajustables a la altura del operario. Se realizaron ecografías para diagnóstico de gestación mediante un ecógrafo Aloka y una sonda transrectal de alta resolución (7.5 MHz) a los 24-34 días de la inseminación. El experimento tuvo lugar en una finca situada 30 Km al Este de la ciudad de Badajoz. Las inseminaciones comenzaron en mayo, pero debido a razones de tipo logístico los animales no pudieron ser esquilados antes de comenzar el experimento sino el 14 de junio (27-37 días después de la IA, según el Lote).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad alcanzada (Figuras 2 y 3) fue satisfactoria dadas las circunstancias estacionales desfavorables concurrentes, entre ellas la época de anestro de las hembras, y el periodo de menor calidad y congelabilidad seminal de los machos (Maxwell & Watson, 1996). Pero, si bien se pretendía evaluar la tecnología recién puesta a punto en las condiciones poco favorables de fotoperiodo de primavera para tener una idea más realista de la aplicabilidad de las técnicas, a estos factores previsibles se unieron otros más inesperados, concretamente la ola de calor repentina y demasiado temprana para estas latitudes que tuvo lugar a finales de mayo con las ovejas todavía sin esquilar (ver Figura 1). El Lote más afectado pareció ser el L1 (Tratamiento A, IA a 48h, Figura 2) según la tasa de gestación y mortalidad embrionaria detectables en el momento de la ecografía y según los partos, coincidiendo el inicio de la ola de calor con las etapas embrionarias más delicadas de los Lotes 1 y 2 (Figura 1). Pero considerando sólo los Lotes de la 2ª Réplica (Figura 3), no hubo diferencias significativas entre los tres Tratamientos. Puesto que no hubo diferencias de eficacia entre la IA temprana, intermedia o tardía, se recomienda llevar a cabo la primera (a las 48h de la retirada de esponjas), al ser mucho más práctica desde el punto de vista laboral de los equipos de inseminación y la mano de obra de apoyo.

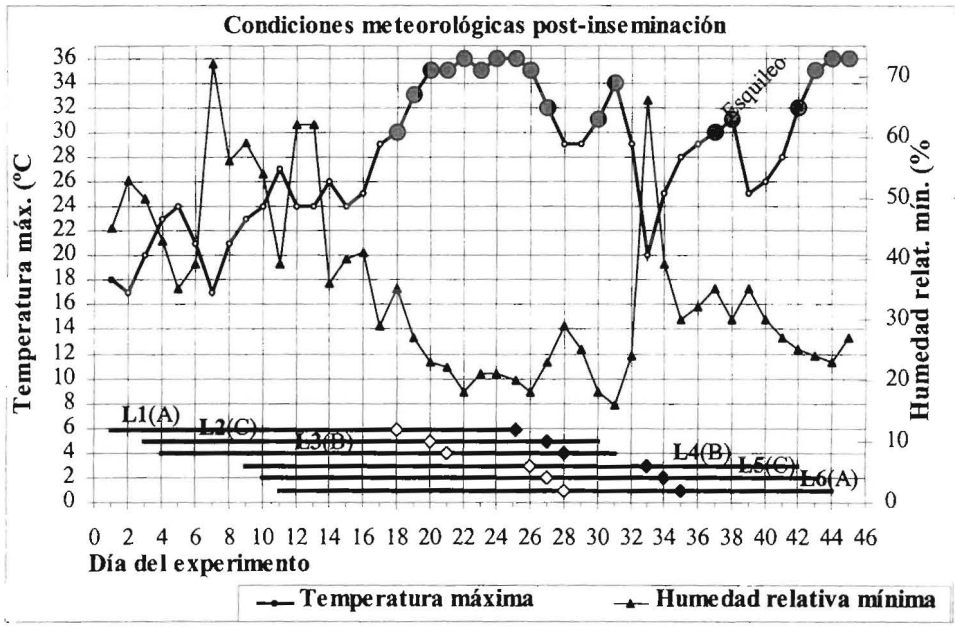


Figura 1. Datos meteorológicos de la finca experimental del 1-mayo al 21-junio-2001. L1-6: Lotes 1-6, representados como barras que se extienden desde el día de inseminación (IA) hasta el de ecografía, con indicación de los Tratamientos – IA temprana (A), intermedia (B) y tardía (C) -, y con los días 17 y 24 post-inseminación representados como rombos blancos y negros, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anel E, Manso A, Anel L, Boixo JC, Alvarez M, Dominguez JC, Carbajo M. 1993. *ITEA, Vol. extra Nº 12, V Jornadas sobre Producción Animal*, pp. 495-497.

Dobson H, Smith RF. 1995. *J Reprod Fertil* Suppl. 49:451-461.

Evans G, Maxwell WMC. 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Editorial Acribia, Zaragoza.

García Artiga C. 1994. *VII J. Int. Reproducción Animal*, Murcia (Spain), pp.77-81.

López Sebastián A. 1992. *ITEA* 88A-1:70-75.

Russel AJF, Doney JM, Gunn RG. 1969. *J Agric Sci* 72:451-454
Vazquez I et al. 1989. *Proceedings of the 4th International Meetings on Animal Reproduction and Artificial Insemination*, León (Spain), pp. 283-288.
Maxwell WMC, Watson PF. 1996. *Animal Reproduction Science* 42:55-65.

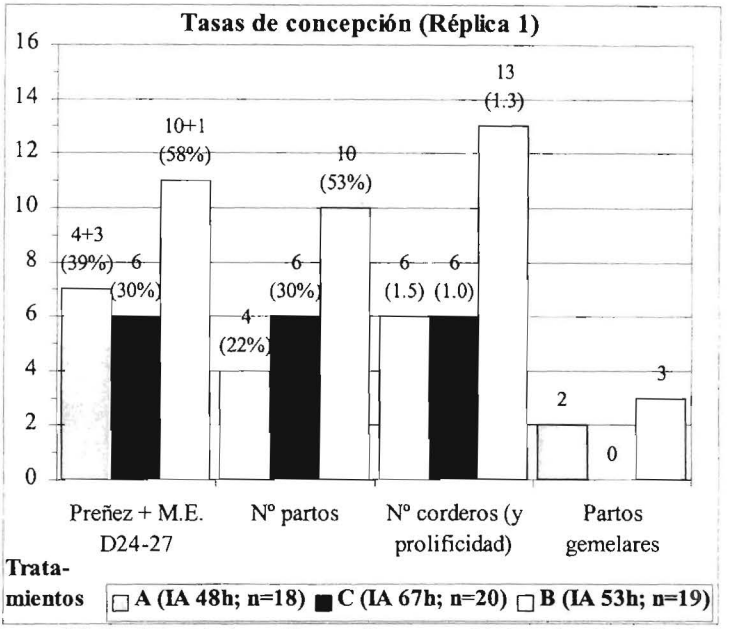


Figura 2. M. E.:mortalidad embrionaria detectable ecográficamente. IA: inseminación artificial. D: día post-IA.

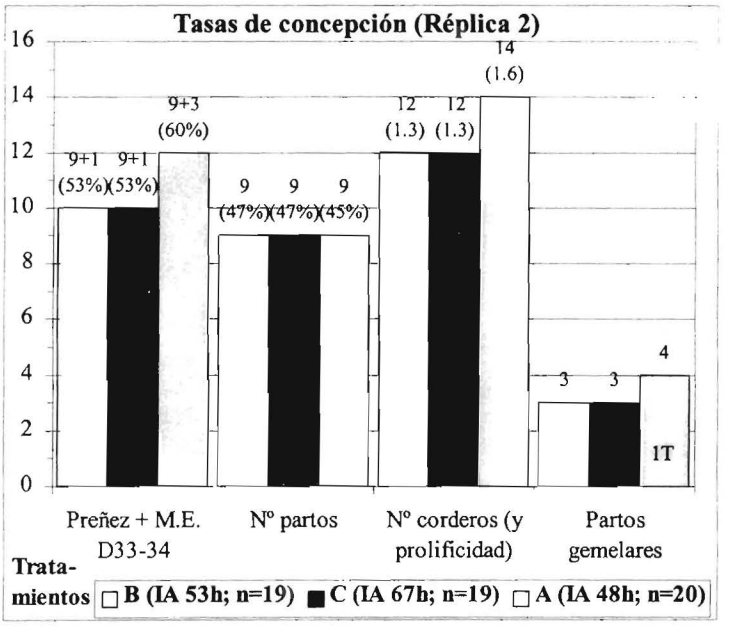


Figura 3. M. E.:mortalidad embrionaria detectable ecográficamente. IA: inseminación artificial. D: día post-IA. 1T: 1 parto triple.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 306-308

INSEMINACIÓN CERVICAL EN OVINO CON SEMEN CONSERVADO 24 HORAS A 5ºC Y ANÁLISIS POR DISTRIBUCIÓN EN CONTRACORRIENTE

J.I. Martí[1], E. Martí[2], E. Echegoyen[1], J.A. Cebrián-Pérez[2], T. Muiño-Blanco[2], J. Folch[1] y J.L. Alabart[1]

[1]Servicio de Investigación Agroalimentaria. Aptdo. 727, 50080 Zaragoza.
[2]Dpto de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La aplicación de semen ovino congelado no ha permitido obtener unos altos valores de fertilidad, salvo cuando se utiliza en la inseminación artificial (IA) la vía intrauterina (Maxwell y Watson, 1996; Bari y cols. 2001). Las barreras del cuello uterino y del transporte espermático del semen conservado son limitantes que impiden obtener buenos resultados de fertilidad. Por ello, en Europa se usa mayoritariamente semen refrigerado a 15ºC por vía cervical. Los resultados de fertilidad de semen conservado en refrigeración son variables, obteniéndose mejor calidad *in vitro* y mejor conservación utilizando diluyentes a base de yema de huevo (Maxwell y Salamon, 1993), siendo importante la leche descremada para mantener una buena movilidad espermática y fertilidad.

Una de las limitaciones del semen mantenido a 15ºC es la rápida pérdida de su poder fecundante, lo que dificulta su uso en explotaciones alejadas de los centros de selección e inseminación. El empleo de semen conservado a 5ºC facilitaría su transporte a explotaciones alejadas del punto de obtención si se mantiene su capacidad fecundante (Fernández-Abella y cols., 2003), con un menor coste que el derivado de la utilización de semen congelado. Por ello se decidió poner a punto un medio para abordar la inseminación con este tipo de muestras, evaluando paralelamente dichas muestras mediante distribución en contracorriente (CCCD), por ser una técnica que permite predecir la capacidad fecundante de una muestra seminal (Pérez-Pé y cols., 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha empleado semen ovino de moruecos de 2 a 4 años de edad de la raza *Rasa Aragonesa*, obteniendo dos eyaculados por morueco que posteriormente se mezclaron para eliminar el efecto individual. Se llevaron a cabo dos experimentos, en primavera (Experimento 1) y verano (Experimento 2), con el fin de evaluar los efectos de la conservación del semen refrigerado a 5 ºC durante 24 horas sobre la fertilidad, comparado con el semen refrigerado a 15ºC aplicado el día de la obtención. En el Experimento 1, el semen se diluyó en un medio de leche con galactosa y un porcentaje de yema del 7%, conservando una alicuota a 5ºC durante 24 horas, mientras que la otra se empajueló y transportó a 15ºC al lugar de inseminación. En el Experimento 2, se aumentó el porcentaje de yema de huevo al 14%. El diluyente utilizado para conservación del semen fue una modificación del utilizado por Söderquist y cols. (1997) en la congelación de espermatozoides ovinos, sustituyendo la fructosa por galactosa y eliminando el glicerol, siendo la composición: leche desnatada, galactosa 224 mM y antibióticos (2000 UI de penicilina y 0,4 mg de estreptomicina/ml).

La rampa de descenso de la temperatura hasta los 5ºC, para la muestra que se iba a conservar durante 24 horas, se realizó a una velocidad de 0,4ºC/min en un criocongelador. Una vez alcanzada dicha temperatura, la muestra se mantuvo en una nevera a 5ºC.

La motilidad individual progresiva se evaluó en microscopio de contraste de fases con una platina de 37ºC. La viabilidad espermática se determinó mediante la tinción con diacetato de carboxifluoresceína y ioduro de propidio (Harrison y Vickers, 1990).

Las ovejas eran de raza Rasa Aragonesa, adultas, con un intervalo al parto anterior superior a 3 meses y una condición corporal media de 3.3 (según escala 1-5; Russel y cols., 1969). El celo de las ovejas se sincronizó con esponjas intravaginales (40 mg de acetato de

fluorogestona), durante 12 días, y 480 UI de eCG en el momento de la retirada. Se utilizaron lotes de 50 ovejas con cada uno de los medios de dilución, siendo inseminadas todas ellas a las 55 horas de la retirada de la esponja con una dosis de 0,5 ml con una concentración de 800 millones de espermatozoides/ml.

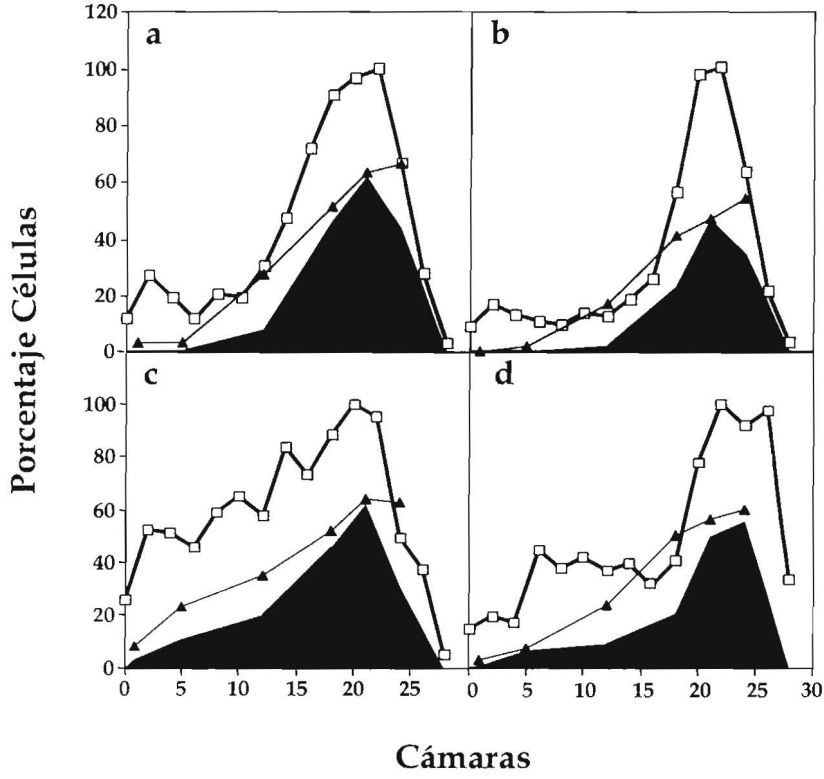
Las mismas muestras con las que se realizó la inseminación artificial se analizaron mediante CCCD según el protocolo descrito por Pérez-Pé y cols. (2002), filtrando las muestras previamente a ser cargadas en las cámaras. A partir de los perfiles de distribución resultantes se obtuvieron los parámetros post-CCCD necesarios para calcular el porcentaje de fertilidad esperado con la muestra (FP) en la que $FP=6,02+0,069V_2+0,315H$, donde V_2 es el área de viabilidad en la zona central del perfil de CCCD (cámara 10-19) y H la heterogeneidad de la muestra, determinada como el porcentaje de cámaras que contenían un número de células mayor o igual al 50%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de motilidad y viabilidad de las muestras previamente al empajuelado fueron superiores al 60% para las cuatro muestras, no habiéndose observado diferencias significativas después de las 24 horas tras la recogida en ninguno de los parámetros.

La Fig. 1 muestra los perfiles de distribución de las cuatro muestras utilizadas en las inseminaciones, a partir de los cuales se obtuvieron los valores de heterogeneidad y viabilidad para predecir la fertilidad que se iba a obtener con dichas muestras.

Fig. 1. Perfiles de CCCD de las muestras diluidas en medio con 7 % de yema de huevo de semen refrigerado a 15ºC (a) y refrigerado a 5ºC (b), y en medio con 14% yema de huevo de semen refrigerado a 15ºC (c) y refrigerado a 5ºC (d). Porcentaje de células en cada cámara respecto al máximo (-□-); porcentaje de células viables en cada cámara (-▲-); distribución de las células viables totales (■).



En el Experimento 1, los valores de FP fueron de 29,97% y 20,67% (Tabla 1), próximos a los obtenidos tras los partos, 34% y 24% respectivamente, valores muy bajos para inseminación cervical para ambas muestras. Como el uso de yema de huevo es fundamental para poder mantener el semen a 4-5ºC (Fernández-Abella y cols., 1998), en el Experimento 2 se incrementó el porcentaje de yema de huevo en el diluyente hasta el 14%. Esto se reflejó en un aumento de los valores de FP, de 53,38% para la muestra de semen refrigerado a 15ºC y 26,91% para la conservada 24 horas. De nuevo, estos valores fueron similares a los de fertilidad al parto, siendo del 57% y 29% respectivamente, porcentaje aceptable para la muestra de fresco en época estival pero muy bajo todavía para la conservada 24 horas.

Los resultados obtenidos a 15ºC con 14% de yema de huevo no son distintos a los obtenidos en las explotaciones privadas con leche desnatada (Fantova y cols., 2000). Estos resultados ratifican la utilidad de la CCCD para la predicción de la capacidad fecundante de un eyaculado y aconsejan una modificación en el diluyente para la conservación durante 24 horas.

Tabla 1. Porcentaje de FP de las muestras de semen refrigerado a 15ºC y a 5ºC con distinto porcentaje de yema de huevo en el medio

Experimento	% yema	Semen refrigerado a 15ºC	Semen refrigerado a 5ºC
1	7	29,27	20,67
2	14	53,38	26,91

Tabla 2. Porcentaje de fertilidad al parto e índice de prolificidad de las muestras de semen refrigerado a 15ºC y a 5ºC con distinto porcentaje de yema de huevo en el medio

Experimento	% yema	Número de ovejas	Semen refrigerado a 15ºC		Semen refrigerado a 5ºC	
			Fertilidad (%)	Prolificidad	Fertilidad (%)	Prolificidad
1	7	50	34	1,29	24	1,58
2	14	50	57	1,75	29	1,88

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bari, F., Khalid, M., Wolf, B., Haresign, W., Murray, A. y Merrell, B. (2001). *Theriogenology* **56,** 147-155.

Fantova, E., Ciudad, M.A., Vijil., E., Sevilla, E., Quintin, F., Folch, J., Alabart., J., Sin, E. y Equipo Veterinario de Carnes Oviaragón S.C.L. (2000). *SEOC* **XXV,** 611-613.

Fernandez-Abella, D., Villegas, N y Bellagamba, M. (1998). *Producción Ovina SUL* **11,** 51-62.

Fernandez-Abella, D., Preve, M. y Villegas, N. (2003). *Theriogenology* **60,** 21-26.

Harrison, R. y Vickers, S. (1990). *J Reprod Fert* **88,** 343-352.

Maxwell, W. y Salamon, S. (1993). *Reprod Fert Dev* **5,** 613-638.

Maxwell, W. y Watson, P. (1996). *Anim Reprod Sci* **42,** 55-65.

Pérez-Pé, R., Martí, J., Sevilla, E., Fernández-Sánchez, M., Fantova, E., Cebrián-Pérez, J. y Muíño-Blanco, T. (2002). *Reproduction* **123,** 869-875.

Russel, A., Doney, J. y Gunn, R.G. (1969). *J. Agr.Sci.* **72**: 451-454.

Söderquist, L., Madrid-Bury, N. y Rodriguez-Martinez, H. (1997). *Theriogenology* **48,** 1115-1125.

Este trabajo ha sido financiado gracias al proyecto INIA SC00-051-C3-2 y CICYT AGL 2000-7221

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 309-311

PARÁMETROS DE CALIDAD Y CAPACIDAD FECUNDANTE DE DOSIS ESPERMÁTICAS SELECCIONADAS MEDIANTE DISTINTOS PROCESOS DE SWIM-UP

J.I. Martí, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco

Dpto de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

Las principales ventajas de la IA son aquellas derivadas de la no presencia de los machos en la fecundación de las hembras y de la posibilidad de fragmentar cada eyaculado en más de una dosis seminal (Barrilet y Elsen, 1979; Maxwell, 1984). Pero los resultados de fertilidad en ganado ovino no son tan buenos como en el bovino, ya que las características anatómicas del aparato genital de la oveja y especialmente del cervix (Dun, 1955; Bunch y Ellsworth, 1981; Moré, 1984; Ali, 1987; Halbert y cols., 1990), hacen prácticamente imposible el paso del mismo por los instrumentos utilizados para la IA. A esto se une la disminución del transporte espermático provocado por el tratamiento de sincronización (Quinlivan y Robinson, 1969; Hawk, 1983) y el envejecimiento de los espermatozoides en el tracto genital de la hembra (Maxwell y Salamon, 1993).

Los espermatozoides que componen un eyaculado presentan una gran heterogeneidad funcional y estructural que se manifiesta, en una muestra seminal, por la existencia de varias subpoblaciones espermáticas, y gracias a la cual se incrementa la posibilidad de fecundar al ovocito. Aunque se han diseñado diversos métodos que permiten separar espermatozoides de alta calidad, no se ha comprobado su utilidad *in vivo*, es decir, en inseminación artificial en campo. Por ello se planteó la posibilidad de realizar inseminación artificial cervical en condiciones de campo con muestras enriquecidas en espermatozoides de alta calidad *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se ha empleado semen ovino obtenido a partir de 6 moruecos de entre 2 y 4 años de edad, pertenecientes a la Asociación Nacional de Ganaderos de la raza *Rasa Aragonesa* (ANGRA), mantenidos en el SAEA de la Universidad de Zaragoza, con un régimen de tres extracciones semanales, dos eyaculados por morueco, y se utilizó la mezcla del primer y segundo eyaculado de cada macho para determinar los parámetros de fertilidad y prolificidad individual, de acuerdo al esquema de selección de la raza Rasa Aragonesa seguido en ANGRA. Se han utilizado tres métodos de selección de espermatozoides mediante el proceso de *swim-up*.

Swim-up Standard

Es el proceso puesto a punto en nuestro laboratorio por García-López y cols. (1996), basado en el descrito por Álvarez para espermatozoides humanos (Álvarez y cols., 1993). En este trabajo se utilizó el medio MS ya descrito (García-López, 1996) desprovisto de $CaCl_2$ y el $NaHCO_3$ para evitar la capacitación de los espermatozoides y aumentar así su supervivencia.

El proceso de *swim-up* se realizó partiendo de 500 µl de semen, retirando los cuatro sobrenadantes a intervalos de 15 min, desechando el primer sobrenadante, ya que aún contiene restos de componentes del plasma seminal, y se trabajó posteriormente con la mezcla de los tres restantes.

Swim-up Mejorado

Se decidió variar el protocolo, con el fin de incrementar la concentración de espermatozoides obtenidos, aumentando el volumen de semen utilizado, 750 µl en lugar de 500 µl, y el tiempo de incubación (20 min) para la obtención del primer sobrenadante siendo el medio utilizado y el resto del proceso igual al descrito para el *swim-up* Standard.

Swim-up en medio Leche-Yema

A partir de los resultados obtenidos en un trabajo de supervivencia en diferentes medios (Martí y cols., 2003) se determinó que el medio Leche-Yema era más idóneo que el MS para la conservación de la calidad de los espermatozoides en el tiempo a 15ºC, y se puso a punto el proceso de *swim-up* en dicho medio, que se trata de la fracción 1 de un medio usado para la congelación de semen ovino (Söderquist y cols., 1997). La única modificación respecto al procedimiento de *swim-up* Mejorado fue la reducción del tiempo de incubación para la obtención del primer sobrenadante a 10 min.

La motilidad individual progresiva se evaluó en microscopio de contraste de fases con una platina de 37ºC. La viabilidad espermática se determinó mediante la tinción con diacetato de carboxifluoresceina y ioduro de propidio (Harrison y Vickers, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se compararon los parámetros de calidad espermática del semen completo y de las muestras obtenidas mediante *swim-up* (se denominarán como **inicial** y ***swim-up***, respectivamente) para comprobar si existían diferencias entre las muestras obtenidas por los distintos procesos de *swim-up*. Además, se realizó un estudio de la viabilidad de las dosis espermáticas en el mismo momento de realizar la inseminación artificial. Para ello, tras la inseminación de las ovejas, a partir de una pajuela que había estado en las mismas condiciones que las que habían sido aplicadas a las hembras, se tomaba una alicuota que se mezclaba con los dos colorantes de la tinción de viabilidad, valorándose a la llegada al laboratorio.

No se encontraron diferencias importantes en los parámetros de calidad analizados en los tres tipos de muestra. Los valores de motlidad y viabilidad de las muestras antes y después de los distintos procesos de *swim-up* no presentaron diferencias significativas entre sí, destacando únicamente un menor porcentaje de motilidad individual progresiva inicial en los empleados para la muestra de *swim-up* Standard (38,8%), si bien esta diferencia no fue significativa por el elevado valor de la desviación standard (Tabla 1). Tampoco difirieron significativamente los valores de viabilidad en el momento de la inseminación entre los tres tipos de muestras (Tabla 1).

Sin embargo, las diferencias entre los valores de la concentración obtenida tras la selección sí fueron altamente significativas ($P<0,0001$), con cerca de 2×10^8 espermatozoides/ml en el *swim-up* Standard, aproximadamente el doble, 4×10^8 espermatozoides/ml, en el *swim-up* Mejorado, y llegando casi a 8×10^8 espermatozoides/ml en el *swim-up* del MLY (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de calidad seminal de las muestras obtenidas mediante los distintos procesos de *swim-up*. Valores expresados como porcentaje medio ± DS. a-b, a-c, b-c: $P<0,0001$ (número de muestras).

Muestra	**Standard** (48)	**Mejorado** (15)	**MLY** (40)
[Esperm/ml] Inicial	$3,14 \times 10^9 \pm 1,38$	$3,28 \times 10^9 \pm 0,64$	$3,71 \times 10^9 \pm 0,73$
Mot. Inicial	38,80 ± 20,72	58 ± 14	60,66 ± 6,87
Viab. Inicial	75,16 ± 8,02	62,55 ± 9,26	59,94 ± 4,99
[Esperm/ml] Sw-up	$2,14 \times 10^8 \pm 0,93^a$	$4,11 \times 10^8 \pm 0,74^b$	$7,61 \times 10^8 \pm 1,44^c$
Mot. Sw-up	61,76 ± 17,93	69 ± 13	82,64 ± 4,86
Viab. Sw-up	73,54 ± 8,64	71,6 ± 7,3	77,25 ± 4,69
Viab. I.A.	73,05 ± 10,04	61 ± 9	69,19 ± 7,19

Los datos de fertilidad que se presentan (facilitados por ANGRA) proceden de la inseminación artificial de un número total de 369 ovejas. El análisis de los parámetros reproductivos reveló importantes diferencias, siendo las muestras obtenidas mediante el

proceso de *swim-up* MLY las que presentaron los mejores valores de fertilidad, con un 25,91%, frente al 21,78% con las del *swim-up* Mejorado, y el 17,92% con el *swim-up* Standard (Tabla 2), lo que indica que el proceso de *swim-up* MLY permite obtener muestras que tienen mayor capacidad fecundante que las del Mejorado y Standard.

El análisis de los resultados obtenidos con los tres tipos de *swim-up* agrupados por sementales mostraron que, a pesar de no apreciar variación importante en los parámetros de calidad seminal, los resultados reproductivos fueron muy diferentes. Con las muestras obtenidas por el proceso de *swim-up* Standard, los valores de fertilidad oscilaron aproximadamente entre un 9 y un 32%, variando del 0% al 50% en el proceso de *swim-up* Mejorado y entre el 12,5% y el 40% en el proceso de *swim-up* MLY.

Tabla 2. Índices reproductivos obtenidos con las dosis seleccionadas mediante los distintos procesos *swim-up* en las inseminaciones con un intervalo parto-inseminación igual o inferior a 100 días.

Muestra	Standard	Mejorado	MLY
Nº Hembras	131	71	167
Nº Partos	25	17	46
Nº Crías	34	25	76
Fertilidad	19,08%	23,94%	27,54%
Prolificidad	1,36	1,47	1,65
Fecundidad	25,95%	35,21%	45,51%

Los resultados desglosados por semental indican que las mejoras observadas en los resultados globales por tipo de *swim-up*, que se obtenían con el *swim-up* Mejorado respecto al Standard y del *swim-up* con MLY respecto al Mejorado, no son debidas a mejoras puntuales en un individuo sino a un aumento de los distintos parámetros reproductivos en la mayoría de los sementales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, S. (1987). *Acta Agric Silv Ser Zoot* **26,** 29-37.

Álvarez, J., Lasso, J., Blasco, L., Núñez, R., Heyner, S., Caballero, P. y Storey, B. (1993). *Human Reprod* **8,** 1087-1092.

Barillet, F. y Elsen, J. (1979). *Proc 5ème Journées de la Recherche Ovine et Caprine.*

Bunch, T. y Ellsworth, H. (1981). *Int Goat and Sheep Res* **1,** 282-285.

Dun, R. (1955). *Aust Vet J* **31,** 101-103.

García-López, N., Ollero, M., Muiño-Blanco, T. y Cebrián-Pérez, J. (1996). *Theriogenology* **46,** 141-151.

Halbert, G., Dobson, H., Walton, J. y Buckrell, B. (1990). *Theriogenology* **33,** 977-992.

Harrison,R. y Vickers, S. (1990). *J Reprod Fert* **88,** 343-352.

Hawk, H. (1983). *J Dairy Sci* **66,** 2645-2660.

Martí, J.I., Martí, E., Cebrián-Pérez, J. y Muiño-Blanco, T. (2003). *Theriogenology* (En prensa).

Maxwell, W. (1984). Reproduction in Sheep (Lindsay, D. y Pearce, D.) Academy of Science and Australian Wool Corporation:, Camberra. Australia.

Maxwell, W. y Salamon, S. (1993). *Reprod Fert Dev* **5,** 613-638.

Moré, J. (1984). *Acta Anat* **120,** 156-159.

Quinlivan, T. y Robinson, T. (1969). *J Reprod Fert* **19,** 73-86.

Söderquist, L., Madrid-Bury, N. y Rodriguez-Martinez, H. (1997). *Theriogenology* **48,** 1115-1125.

Este trabajo ha sido financiado gracias a los proyectos CICYT AGL 2000-1221 y CICYT-FEDER AGL 2002-00097

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 312-314

PROCEDIMIENTOS INICIALES PARA LA PUESTA A PUNTO DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE MORUECOS

R. Aleixandre[(1)], J.L. Palomares[(1)], J.M. Navarro[(2)], A. Torres[(1)]
[(1)]Departamento Ciencia Animal. [(2)]Departamento Expresión Gráfica Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Apdo. Correos 22012. 46071 Valencia

INTRODUCCIÓN

La visión artificial o visión por ordenador se puede definir como el proceso de extracción de información del mundo físico a partir de imágenes, utilizando para ello un ordenador (González, 1999), está teniendo una utilidad creciente en muchas actividades de la sociedad actual, fenómeno al que no es ajeno la ganadería.

En este contexto, DesHazer *et al.* (1988) apuntaban que la visión artificial podía tener una utilidad potencial interesante, en granjas comerciales, en la sustitución de las tareas de observación por parte del ganadero u operario, aunque esta tecnología está lejana de cubrir este objetivo. Otra aplicación más interesante y realista es la sustitución de sensores electrónicos que registran las condiciones ambientales por un sistema de visión artificial que observe el comportamiento del animal, que actuaría como su propio sensor (Van der Stuyft *et al.*, 1991; Frost *et al.*, 1997). Por otro lado, Tillett (1991) indicaba que los estudios de comportamiento animal son una de las posibles aplicaciones de la visión artificial en producción animal sustituyendo el sistema al observador, registrándose además las conductas que se desee estudiar. En efecto, el comportamiento postural integra todos los factores ambientales tanto internos como externos, por esto es el mejor indicador para la idoneidad del ambiente (Ye y Xin, 2000).

La visión artificial o tratamiento digital de la imagen es una metodología muy compleja que se basa en el empleo de circuitos digitales, procesadores, ordenadores y software para registrar y convertir las imágenes y finalmente, interpretarlas. En la Figura 1 se ha representado un esquema de simbólico de los principales componentes de un sistema de visión artificial.

Figura 1.- Esquema de un sistema de visión artificial

El objetivo de este trabajo ha sido poner a punto el montaje de los aparatos, comprobar su funcionamiento y obtener el registro y digitalización de imágenes para poder convertir estas imágenes en datos en trabajos posteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aparatos y equipos

El sistema de captación de imágenes estaba compuesto por:

- Una cámara en blanco y negro, (Samsung CCTV Camera B/W 1/3" SBC-301P, de 752 x 582 pixels, 550 líneas, 0.2 lux AF 1.2, con una óptica Tamron AI-DC varifocal 2.8-12M).

- Un magnetoscopio (Samsung Time Lapse Recorder SVR-960PRT), de manera que grababa en modo 168h, lo que quiere decir que se grababan imágenes de 7 días en una cinta de 180 minutos.
- Un monitor TV (TBK, 9" B/N, 750 líneas) que permite ver las imágenes y enfocar correctamente para que posteriormente el video grabe.
- Foco de infrarrojos, ángulo de 36º, distancia hasta 8 m, con alimentador.
- Tarjeta capturadora Fast DAzzle DV. Now AV, con los correspondientes programas de captura y edición de video (Fast.forward y Adobe Premiere6.0)
- PC, Intel (R) Pentium 4 CPU.

Montaje del sistema de captación, registro y digitalización de imágenes

La cámara se colocó con su correspondiente cabina de protección y vidrio anticondensación, en una esquina de la corralina desde donde se podía observar la totalidad del corral. Asimismo el ángulo de la cámara permitía distinguir las posiciones de todos los animales del corral.

La cámara estaba conectada a un magnetoscopio. Previa a la grabación, se emplea un monitor que permite ver las imágenes que la cámara está tomando así como el enfoque de las mismas. De esta manera se comprueba lo que posteriormente el video grabará.

Durante la noche, la grabación se podía realizar gracias a una lámpara de infrarrojos que permite que la cámara pueda grabar imágenes sin que el ojo humano ni animal, perciba ningún tipo de luz y no influya en el ritmo circadiano de los animales. Sin embargo, no se conoce el efecto que puede tener la luz del foco infrarrojo, debido a que se han realizado muy pocos estudios sobre si esta luz puede afectar al comportamiento (Sherwin 1993). Sin embargo la luz infrarroja parece no tener efecto sobre el comportamiento (Thornton y Waterman 2002).

Este sistema permite grabar durante un tiempo prolongado y posteriormente analizar las imágenes para diversos fines.

Posteriormente, el material de las cintas es digitalizado. La tarjeta capturadora permite adquirir señales procedentes de videos analógicos y transferir los datos de video y audio al ordenador en tiempo real, para ser guardados en formato digital.

Material animal y alojamiento

El estudio se ha realizado en la granja experimental de ganado ovino de la Universidad Politécnica de Valencia, con siete moruecos adultos de raza Guirra, de entre 90 y 100 kg de peso vivo y unos tres años de edad, que estaban siendo utilizados en un estudio de recuperación de semen y creación de un banco seminal.

Los animales estaban ya adaptados al corral en el que se encontraban en el momento del comienzo de la grabación, pues permanecían en el mismo corral y el mismo grupo de animales, durante aproximadamente un año, previamente al estudio. Por esta razón, se descartan conductas de luchas por el establecimiento de jerarquías ante animales nuevos. Por tanto el grupo era estable, en el momento de la grabación.

Los animales estaban alojados en un corral de unas dimensiones de 3 x 5.5 m., dotado de un bebedero de boya, un comedero corrido en un lateral y una forrajera situada en el centro. Teniendo en cuenta su situación en el corral y como se colocó la cámara, se podrían registrar las pautas de conductas más típicas: beber, comer, descansar, rumiar, etc., así como jerarquías existentes.

Para diferenciar los animales se marcaron individualmente con varios tipos y formas de marca (círculos, rayas, cruces, etc.). Se probaron distintos colores, sin

embargo la pintura de color blanco y la de color negra son las únicas que permitían diferenciar a los animales durante la noche. Definitivamente se optó por utilizar la de color negro porque la blanca se confundía con la luz de los rayos de sol que durante los días soleados incidía sobre los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se puede observar como ejemplo distintas imágenes obtenidas, una vez digitalizadas, en tres momentos del día.

a. b. c.

Fig 2: Imágenes captadas por el video y digitalizadas.
a) Mañana, 10:30:31 horas. b) Tarde, 17:15:04 horas c) Noche, 00:09:02 horas.(Imagen captada con la luz infrarroja)

En general, el funcionamiento del sistema ha sido satisfactorio ya que se pueden captar todos los animales en el corral, identificados con sus marcas, si bien no se consigue la precisión que se obtendría con la observación directa. No obstante, en algún momento se ha perdido la señal, por lo que se pueden confundir los animales y en consecuencia el comportamiento de estos, aunque estos hechos ocurren tan ocasionalmente que se pueden considerar admisibles los errores producidos por estas causas. No obstante, será el tratamiento estadístico de los datos obtenidos, en una enorme cantidad lo que determine la fiabilidad del sistema de visión artificial montado.

BIBLIOGRAFÍA

DesHazer J.A., Moran P., Onyango C.M., Randall J.M., Schofield C.P. (1988). *Imaging systems to improve stockmanship in pig production.* Division Npte 1459 DN, AFRC Inst. Eng. Res., Silsoe.

Frost A.R., Schofield C.P., Beaulah S.A., Mottram T.T., Lines J.A., Wathes C.M. (1997). *A review of livestock monitoring and the need for integrated systems.* Computers and Electronics in Agriculture, 17: 139-157.

González J. (1999). *Visión por computador.* Editorial Paraninfo.

Sherwin C.M. (1993) . *Video Techniques in animal ecology and behaviour. Farm animals.* pp 125-161. Chapman & Hall. London

Thorton P.D., Waterman-Pearson A.E. (2002) *Behavioural responses to castration in lambs.* Animal Welfare 11:203-212.

Tillett R.D. (1991). *Image analysis for agricultural processes: A review of potential opportunities.* J. Agric. Engng. Res., 50: 247-258.

Van der Stuyft E., Schofield C.P., Randall J.M., Wambacq P., Goedseels V. (1991). *Development and application of computer vision systems for use in livestock production.* Computers and Electronics in Agriculture, 6: 243-265.

Ye W., Xin H. (2000) *Thermographical cuantification of phisisological and behavioural responses of group-housed young pigs.* Transactions of the ASAE, 43(6) 1843-1851

IDENTIFICACIÓN DE UNA NUEVA PROTEÍNA DEL PLASMA SEMINAL QUE PROTEGE A LOS ESPERMATOZOIDES FRENTE AL DAÑO DEL FRÍO

B. Barrios, M. Fernández-Juan, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la sensibilidad espermática al choque térmico por frío o *cold-shock* de los espermatozoides ovinos eyaculados con respecto a los de epidídimo, se ha atribuido a la adsorción de proteínas plasmáticas (1, 2). Algunas proteínas plasmáticas tienen por función estabilizar la membrana hasta el momento adecuado, para que la CA tenga lugar en las inmediaciones del ovocito. Diversos trabajos relacionan los daños provocados por el frío y la baja tasa fertilizante con una prematura capacitación (CA) (3, 4). Resultados previos de nuestro equipo de investigación han demostrado que la adsorción de proteínas del plasma seminal (PPS) a la superficie de espermatozoides ovinos sometidos a *cold-shock*, repara los daños producidos por el frío (5). También hemos comprobado que la capacidad protectora de las PPS está relacionada con la inhibición de la fosforilación de proteínas de la membrana que ocurre durante la capacitación.

En el presente trabajo, se ha investigado si las PPS son también capaces de proteger frente a dicho daño, al ser añadidas previamente al *cold-shock*. Asimismo, se comprobó que dicha capacidad se debe a dos proteínas del plasma seminal de 14 y 20 kDa. Dado que el papel descapacitante se manifiesta en muchos casos en una liberación de las proteínas tras la CA (1), mientras que otras proteínas se liberarán posteriormente durante la reacción acrosómica (RA), se realizó un análisis de los cambios cuantitativos de las proteínas de 14 y 20 kDa debidos a la CA y RA .

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una mezcla de los segundos eyaculados de cuatro moruecos, pertenecientes a ANGRA, mantenidos con un periodo de abstinencia de dos días.

La metodología utilizada tanto para la preparación de las muestras de semen (por un método de swim-up/dextrano y sometidas, en su caso, a un proceso de *cold-shock*), su posterior evaluación, la inducción y valoración de la CA y la RA, la obtención de proteínas del plasma seminal y su aislamiento, así como la inmunodetección mediante Western-blot, fue la descrita previamente (5, 6, 7). La inmunodetección de proteínas sobre la superficie espermática se hizo mediante inmunofluorescencia indirecta. Las células se fijaron con formaldehído sobre cubres pretratados con polilisina, y tras bloquear con BSA las posibles regiones de unión inespecífica, se incubaron con el anticuerpo primario policlonal, y, después de lavar, se incubaron con el anticuerpo secundario marcado con fluorescencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de PPS antes de someter a los espermatozoides al *cold-shock*, tuvo un efecto beneficioso inmediato sobre la supervivencia espermática, dependiente de la concentración de proteínas añadidas al medio. En presencia de 1.4 mg de PPS se obtuvo un 43.3±4,2 % de células viables frente a un 24.6±2,1 % en una muestra control que contenía 2,1 mg de BSA.

De todas las fracciones proteicas separadas del plasma seminal mediante cromatografía en gel filtración, la que presentó mayor efecto protector fue la G6, que

también habíamos descrito como capaz de reparar los daños del frío (5). A partir de esta fracción, se purificaron por electroforesis y posterior electroelución dos bandas de proteínas de 14 y 20 kDa, y se comprobó que ambas son capaces de proteger frente al daño producido por el cold-shock sobre la integridad de membrana, mostrando la de 14 kDa una capacidad algo superior (Fig. 1).

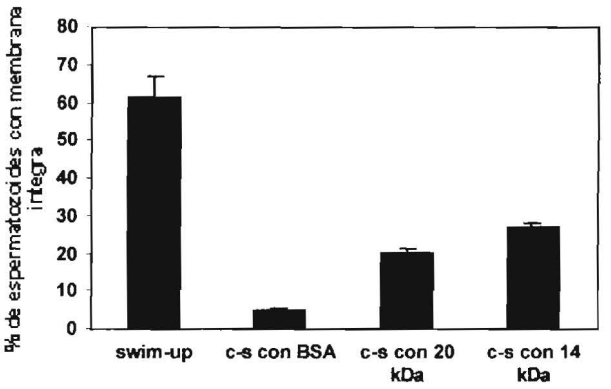


Fig. 1: Porcentaje de espermatozoides viables 30 min. después de someterlos a *cold-shock* con 1,4 mg de BSA (control), 1,4 mg de la banda de 20 kDa, y 1,4 mg de la banda de 14 kDa.

Mediante anticuerpos generados frente a ambas proteínas se analizó por Western-blot su contenido en la membrana espermática, y sus modificaciones debidas a los procesos de capacitación y reacción acrosómica. La cuantificación densitométrica de las áreas (Fig. 2) permitió deducir que tras 5 horas de incubación en condiciones capacitantes, la proteína de 14 kDa se libera parcialmente, permaneciendo todavía en la membrana cerca de un 60%. Sin embargo, las proteínas de 20 kDa se liberan ya durante las primeras horas de capacitación, permaneciendo sólo un 42% después de 5 horas. Este hecho podría sugerir un papel descapacitante para la proteína de 20 kDa, contribuyendo su pérdida parcial al inicio de la capacitación.

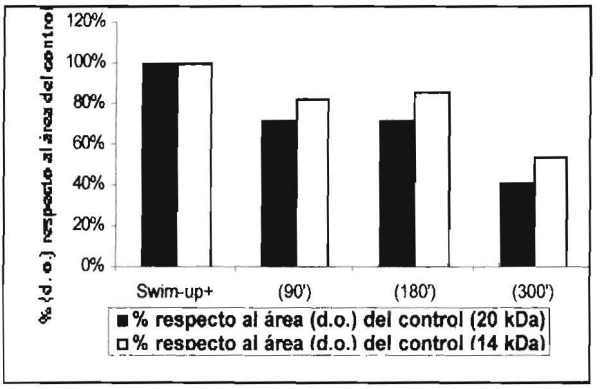


Figura 2: Cuantificación densitométrica de las áreas de las proteínas de 14 y 20 kDa en extractos de la membrana espermática de una muestra control sin capacitar y tras, 90, 180, y 300 minutos de incubación en condiciones capacitantes.

Después de la inducción de la RA sobre espermatozoides previamente capacitados, sólo un 35% de la proteína de 14 kDa permanece en la membrana (Fig.3). La banda de 20 kDa, se ve menos afectada por este proceso. El hecho de existir todavía una proporción apreciable de ambas proteínas en la membrana tras CA y RA, podría sugerir un papel en la unión entre gametos.

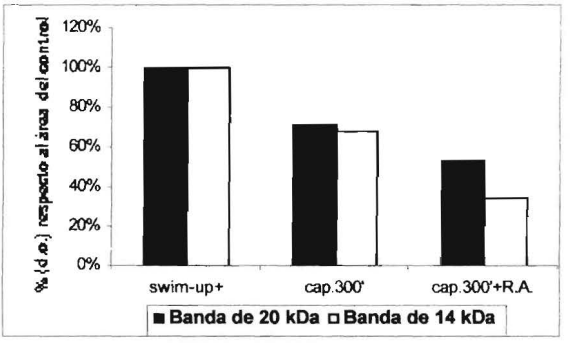


Figura 3: Cuantificación densitométrica de las áreas de las proteínas de 14 y 20 kDa en la membrana espermática de una muestra control, capacitada y reaccionada.

La inmunodetección de ambas proteínas sobre la superficie espermática reveló que tras la inducción de la CA y RA ambas proteínas permanecen en cierta medida en la membrana, aunque las alteraciones que ésta experimenta provocan su migración y redistribución. Por todo ello, parecen poseer, especialmente la proteína de 20 kDA, un papel descapacitante, coincidiendo su pérdida y migración con el inicio del proceso de capacitación, aunque también la migración hacia la región ecuatorial se ha relacionado con un papel en la unión entre gametos.

Con objeto de caracterizar estas proteínas, se procedió a su secuenciación aminoterminal. Se secuenciaron un total de 34 aminoácidos para la proteína de 14 kDa y 29 para la de 20,5 kDa. La comparación de su secuencia no deja entrever ninguna relación entre ambas. La búsqueda en las bases de datos no mostró ninguna homología reseñable para la proteína de 20,5 kDa, por lo que parece tratarse de una proteína nueva (***RSVP-20: Ram seminal vesicle protein***, 20 kDa). Para la ***RSVP-14*** sí se encontraron homologías importantes, especialmente con la proteína PDC-109, también llamada BSP-A1/A2, una de las proteínas mayoritarias del plasma seminal bovino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. Desnoyers and P. Manjunath. J. Biol. Chem., 267 (1992) 10149.
[2] K.W. Metz, T. Berger and E.D. Clegg. Theriogenology, 34 (1990) 691.
[3] P.J.C. Ashworth, R.A.P. Harrison, N.G.A. Miller, J.M. Plummer and P.F. Watson. Reprod. Fertil. Dev., 6 (1994) 173.
[4] P.F. Watson. Reprod Fertil Dev, 7 (1995) 871.
[5] B. Barrios, R. Pérez-Pé, M. Gallego, A. Tato, J. Osada, T. Muiño-Blanco and J.A. Cebrián-Pérez. Biol. Reprod., 63 (2000) 1541.
[6] J.I. Marti, J.A. CebrianPerez and T. MuinoBlanco. Journal of Andrology, 21 (2000) 541.
[7] R. Perez-Pe, J.A. Cebrian-Perez and T. Muino-Blanco. Theriogenology, 56 (2001) 425.

*** Este trabajo ha sido financiado por las ayudas CICYT AGL 2000-1221 y CICYT-FEDER AGL 2002-00097.**

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 318-320

IMPLICACIÓN DE LA FOSFORILACIÓN DE PROTEÍNAS EN EL PROCESO DE CAPACITACIÓN DEL ESPERMATOZOIDE OVINO

P. Grasa; J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La capacitación espermática se define como un complejo proceso que refleja los cambios fisiológicos, bioquímicos y biofísicos, que sufre el espermatozoide tras la maduración epididimal y que le confieren la capacidad fecundante. Durante los últimos años se ha establecido una clara correlación positiva entre el estado de capacitación y la fosforilación de residuos de tirosina de numerosas proteínas espermáticas, en distintas especies de mamíferos (1-4). La fosforilación de proteínas estructurales y reguladoras es uno de los principales mecanismos de control intracelular en eucariotas (5). El estado de fosforilación de una proteína es un proceso dinámico controlado por kinasas y fosfatasas (6). Algunas de estas kinasas y fosfatasas son específicas para residuos de serina, treonina o tirosina y otras tienen especificidad dual (5). El incremento de la fosforilación de residuos de tirosina ligado a la capacitación, parece estar regulado a través de la proteína kinasa A (PKA) de una forma dependiente de AMPc. Sin embargo, dado que la PKA es una kinasa específica para residuos de serina y treonina, se hipotetiza que la fosforilación de estos residuos conlleva la activación de una tirosin kinasa, responsable de la fosforilación de tirosinas (7). No obstante, aunque se sabe que kinasas como la PKA y la PKC están involucradas en el proceso de capacitación, poco se conoce a cerca de la fosforilación de residuos de serina y treonina. En este sentido, recientes estudios han puesto de manifiesto su implicación en el proceso de capacitación de espermatozoides humanos (8) y de hámster (7).

Trabajos previos de nuestro grupo demostraron la existencia de un incremento en la fosforilación de tirosinas de proteínas de membrana de espermatozoides ovinos, ligado al estado de capacitación (CA) (4). Por ello, el principal objetivo de este estudio fue investigar si este proceso está asociado con cambios en la fosforilación de residuos de serina y treonina de proteínas de la membrana espermática.

MATERIAL Y MÉTODOS

El semen utilizado fue una mezcla de los segundos eyaculados de cinco moruecos, de raza Rasa aragonesa, pertenecientes a ANGRA, mantenidos con un periodo de abstinencia de dos días.

La metodología utilizada tanto para la preparación de las muestras de semen (por un método de swim-up/dextrano), su posterior evaluación, la inducción y valoración de la CA, así como la inmunodetección de residuos de tirosina, serina y treonina mediante Western-blot, fue la descrita previamente por Pérez-Pé y cols. (4)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espermatozoides ovinos seleccionados mediante un proceso de swim-up-dextrano se incubaron 4 horas en condiciones de capacitación, analizando por western-blot la fosforilación de proteínas de membrana en residuos de tirosina,

serina y treonina. Paralelamente, se evaluó el estado de capacitación de estas muestras mediante la tinción con clorotetraciclina (CTC), y su viabilidad.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la existencia de dos bandas de proteínas constitutivamente fosforiladas en tirosinas (40 y 45 kDa), así como el aumento en la fosforilación asociado al tiempo de incubación (Fig 1a).

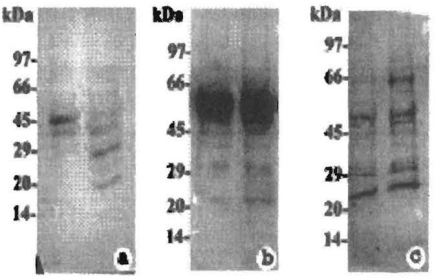


Figura 1: Inmunodetección de la fosforilación de residuos de tirosina (a), serina (b) y treonina (c) en muestras espermáticas a las 0 y 4 horas de incubación en condiciones capacitantes.

La detección por western-blot de residuos de serina fosforilados en muestras control (0 h), reveló la existencia de al menos cinco bandas de proteínas fosforiladas, una mayoritaria con un peso molecular en torno a 55 kDa y cuatro minoritarias correspondientes a los pesos moleculares 50, 45, 32 y 22 kDa (Fig 1b). Por su parte, la inmunodetección de fosfotreoninas puso de manifiesto la existencia de siete bandas fosforiladas en treonina; una de 66 kDa, tres bandas de proteínas en la región molecular de 45-55 KDa (con pesos moleculares de 55, 50 y 45) y tres menores de 32, 30 y 24 kDa (Fig 1c).

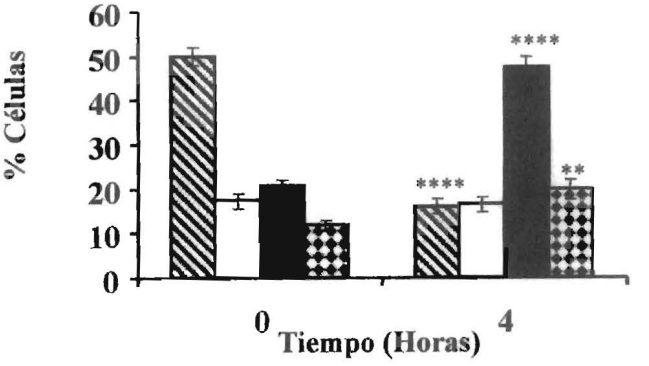


Fig. 2: Determinación del estado de capacitación espermática, mediante la tinción con clorotetraciclina de muestras a las 0 y 4 horas de incubación en condiciones capacitantes. Porcentaje de espermatozoides: ◥ no capacitados, □ capacitados con el acrosoma intacto, ■ capacitados, ◪ reaccionados acrosómicamente.

Medias ± Error Estándar, n=22. **** p<0,0001; ** p<0,01.

Como se aprecia en la Fig 2, la incubación de las muestras 4 horas en condiciones capacitantes indujo un incremento, muy significativo, en el porcentaje de espermatozoides capacitados (de un 20% a un 47% tras la incubación) y significativo, en el de reaccionados acrosómicamente (de un 11 a un 20%). Paralelamente, la evaluación de la viabilidad celular reveló una disminución significativa en el número de espermatozoides viables, pasando de un 71% inicial a un 37% tras las 4 horas de incubación.

En lo referente a la fosforilación de residuos de serina y treonina de proteínas de membrana, la incubación en condiciones capacitantes se tradujo en un aumento de la intensidad de las bandas inicialmente fosforiladas, correspondiente al aumento en el número de células capacitadas. Además, la capacitación indujo la aparición de tres nuevas bandas minoritarias conteniendo fosfoserinas (36, 18 y 16 kDa) y otras tres fosforiladas en treoninas (80, 36 y 14 kDa). El incremento cuantitativo en la fosforilación podría deberse a modificaciones conformacionales o a un aumento en el estado de activación de proteínas/enzimas involucradas en el proceso, a través de la adición o delección de subunidades o dominios en repuesta a segundos mensajeros implicados en la capacitación. Asimismo, estos resultados sugieren la posible existencia de proteínas fosforiladas en más de un residuo, en la región molecular de 55 a 30 kDa.

Finalmente, y con el objetivo de determinar si durante el proceso de swim-up (1 hora a 37ºC) se inicia la fosforilación de proteínas ligada a la capacitación, se realizó un estudio paralelo de espermatozoides seleccionadas por swim-up, lavados en tampón de sacarosa y filtrados. Del estudio comparativo se deduce que no existen diferencias en el patrón de fosforilación de los tres tipos de muestras (datos no presentados), por lo que las bandas aparecidas inicialmente no serían debidas a una capacitación prematura, que podría suceder durante el proceso de swim-up, y se corresponderían con proteínas constitutivamente fosforiladas en tirosina, serina o treonina.

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren la implicación de la fosforilación de residuos de serina y treonina de proteínas de membrana en el proceso de capacitación del espermatozoide ovino, así como la posible existencia de kinasas específicas y de kinasas de especificidad dual (más de un residuo), lo que concordaría con lo obtenido en otras especies como humano (8) y hámster (7).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] H.L. Galantino-Homer, P.E. Visconti and G.Kopf. Biol. Reprod., 56, 707-719 (1997).

[2] J.E. Osheroff, P.E. Visconti, J.P. Valenzuela, A.J. Travis, J. Alvarez,G.S. Kopf. Mol Hum Reprod 5, 1017-1026 (1999).

[3] P.E. Visconti, J.L. Bailey, G.D. Moore, D.Y. Pan, P. Oldsclarke, G.S. Kopf. Dev., 121, 1129-1137 (1995).

[4] R. Pérez-Pé, P. Grasa, M. Fernández-Juan, M.L. Peleato, J.A. Cebrián-Pérez and T. Muiño-Blanco. Mol Reprod Dev, 61: 226-233 (2002).

[5] T. Hunter. Methods Enzymol. 200, 3-37 (1991).

[6] S. Wera, B.A. Hemmings. Biochem J. 311, 17-29 (1995).

[7] K.N. Jha, S. Shivaji. Mol Reprod Dev 63: 119-130 (2002).

[8] R.K. Naz. Biol Reprod, 60 1402-1409 (1999)

*** Este trabajo ha sido financiado por las ayudas CICYT AGL 2000-1221 y CICYT-FEDER AGL 2002-00097.**

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 321-323

DISTRIBUCIÓN DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES SOBRE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA. EFECTO DE LA CRIOPRESERVACIÓN.

E. Marti, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial, como un método generalizado de reproducción en la especie ovina, no puede aportar todo su potencial sin la utilización de semen congelado. Sin embargo, la criopreservación en ovino, no ha alcanzado un desarrollo adecuado todavía y es necesaria la disponibilidad de métodos eficaces de congelación. La criopreservación ejerce un fuerte estrés oxidativo sobre las membranas del espermatozoide, lo que podría ser uno de los factores responsables de la baja capacidad fecundante de las dosis seminales ovinas congeladas. Este efecto deletéreo se podría atribuir, parcialmente, a una pérdida de la actividad de las enzimas responsables de la defensa antioxidante que están presentes en el espermatozoide ovino. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue conocer la actividad y distribución sobre la membrana espermática de Superóxido dismutasa (SOD), Glutation peroxidasa (GPx) y Glutation reductasa (GRD), así como la posible pérdida y/o modificación de las mismas asociada al manejo y a la criopreservación de los espermatozoides.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó semen ovino obtenido a partir de moruecos de raza *Rasa Aragonesa* pertenecientes a ANGRA, realizándose extracciones semanales, con períodos de abstinencia de dos o tres días.

El diluyente utilizado se añadió en dos fracciones. La fracción 1 se preparó añadiendo 5% de yema de huevo (v/v) y antibióticos (45.000 UI de Penicilina y 0.4 g de Estreptomicina/100 ml) a la leche. Para preparar la fracción 2 se añadieron a la leche la misma cantidad de yema de huevo y de antibióticos, y 14% de glicerol (v/v) y galactosa 224mM. La rampa de descenso de la temperatura fue de 0.4ºC/min, hasta los 5ºC. La fracción 2 se añadió a lo largo del proceso de equilibrado posterior. Tras el empajuelado se almacenaron en nitrógeno líquido a –196ºC. Las muestras se descongelaron en un baño a 37ºC durante 30s y se procesaron. El aditivo estudiado fue: proteínas del plasma seminal ovino (7 mg/ml) junto con vitamina E acetato (1mM) y una mezcla comercial de los ácidos grasos oleico y linoleico (25 μM). En cada experimento se congelaba una muestra control, con el diluyente sin ningún aditivo.

La extracción y el estudio de la actividad enzimática se realizó según el método descrito por Martí, J.I. y cols. [1].

La inmunodetección de las enzimas sobre la superficie espermática se hizo mediante inmunofluorescencia indirecta [2]. Las células se fijaron con formaldehído tras lo que se bloquearon con BSA las posibles regiones de unión inespecífica. A continuación se incubaron con el anticuerpo primario y con el anticuerpo secundario marcado con fluorescencia, consecutivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente la capacidad protectora y antioxidante está en la propia célula y en el plasma seminal, de modo que en todos los casos, la actividad de las muestras "frescas" que contenían aditivos fue mayor debido a que se añadieron proteínas del plasma seminal ovino (PPS) entre las que se encuentran las enzimas estudiadas.

La actividad de la GRD [fig.1A] disminuyó con la refrigeración y se mantuvo con la congelación. El descenso de actividad fue mayor que en la muestra control. Esto podría deberse a que hay una mayor protección con los aditivos y, por tanto, la extracción es menor, es decir, hay un daño menor de la membrana plasmática cuando se utilizan los aditivos. En las imágenes de inmunodetección observamos que la muestra control refrigerada presentó un patrón de marcaje [fig.1B] similar al de la muestra fresca mostrando la fluorescencia distribuida en el flagelo, sin

embargo, las muestras congeladas presentaron fundamentalmente dos tipos de marcaje: unos con la región postacrosomal y otros con toda la superficie levemente marcada. En las muestras frescas, que tienen aditivos, parte de los espermatozoides presentaban marcaje en toda la superficie, algunos con la región postacrosómica y el flagelo marcados y otros que únicamente tenían fluorescencia en el flagelo. Las muestras refrigeradas y congeladas, sin embargo, mostraron una distribución de la fluorescencia por toda la superficie de modo que los aditivos, podrían estar ejerciendo un efecto protector que evitara en parte el daño por frío de la membrana.

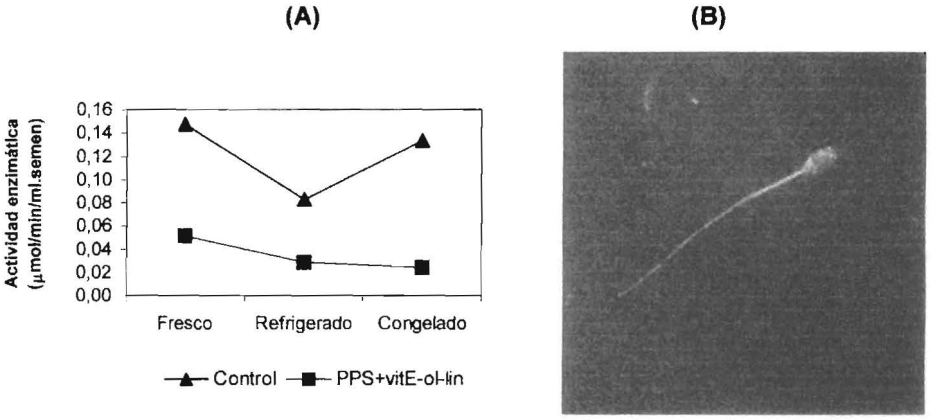


Figura 1: A) Actividad enzimática de GRD durante la criopreservación. B) Modelo de distribución de GRD en la superficie espermática mediante microscopía confocal.

La actividad de la enzima GPx [fig.2A] no se modifica sustancialmente por la criopreservación. Sin embargo, puesto que la GRD aporta el sustrato requerido por la GPx para eliminar especies reactivas de oxígeno (ROS), y ésta se mantiene mejor cuando se utilizan aditivos en el medio de congelación, la GPx se beneficia de forma indirecta de la presencia de los mismos. Los resultados obtenidos mediante inmunodetección [fig.2B] coinciden con la actividad constante a lo largo de la congelación ya que se obtienen resultados similares en las muestras control y en las que tienen aditivos. En todos los casos las poblaciones más abundantes corresponden a un marcaje de la región postacrosómica de algunos espermatozoides y de toda la superficie en otros.

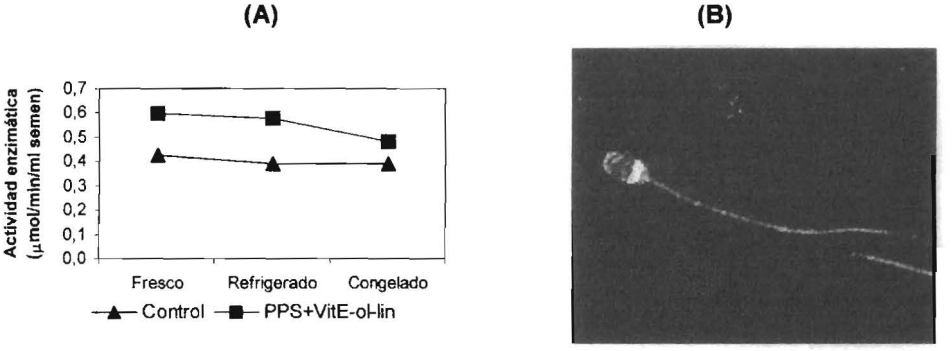


Figura 2: A) Actividad enzimática de GPx durante la criopreservación. B) Modelo de distribución de GPx en la superficie espermática mediante microscopía confocal.

En el caso de la SOD [fig.3A], el incremento obtenido en semen refrigerado podría ser debido a que aumenta la cantidad de enzima que se puede extraer de la célula

por el daño provocado por la refrigeración. Tras la congelación se produce una disminución de la actividad de la enzima lo que podría deberse a dos cosas: a que la enzima se desnaturaliza, de modo que aunque se extraiga más hay parte inactiva, o a que la enzima se pierde a lo largo del proceso.
Los resultados obtenidos con el estudio paralelo de la inmunodetección [fig.3B] indicarían que la enzima sigue estando presente en la superficie espermática tras el proceso de criopreservación, por tanto, no hay pérdida de la misma [2] sino inactivación con la temperatura. Mientras en las muestras control hay una pequeña redistribución de la enzima sobre la superficie de los espermatozoides durante la refrigeración y un cambio profundo de dominios mediante la congelación, en las muestras con aditivos no hay una variación apreciable de subpoblaciones a lo largo del proceso, indicando que los aditivos empleados contribuyen a la estabilización de los dominios de membrana, al menos para esta enzima.

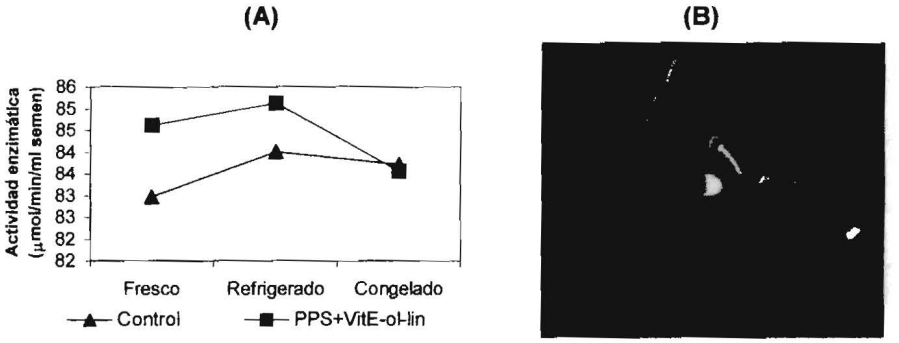


Figura 3: A) Actividad enzimática de SOD durante la criopreservación. B) Modelo de distribución de SOD en la superficie espermática mediante microscopía confocal.

Los datos, por tanto, parecen indicar que en la transición de fase que se produce durante el enfriamiento [3], hay una redistribución de todas las enzimas en la membrana del espermatozoide, sin embargo, la presencia de aditivos protegería en cierta medida al espermatozoide del ataque de las ROS.

La microscopía confocal nos permitió ver además que todas las enzimas estaban presentes también en el interior de la célula. Nuestros resultado coinciden con los de Kinnula y cols. (1995) [4] que demostraron la existencia de GRD en el citoplasma y en la mitocondria de las células además de existir una fracción extracelular. Esta enzima colocaliza con la GPx ya que son enzimas complementarias [5, 6, 7].

Por último encontramos tres isoenzimas de la SOD distribuidas en: citoplasma y núcleo [8, 9], matriz mitocondrial [9] y una parte extracelular [9, 10]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Martí, J.I. y cols., ITEA, IX Jornadas producción Animal, 2001, 22(2): 853-855.
[2] Lasso, J.L. y cols., J. Androl, 1994, 15(3): 255-265.
[3] Holt, W. y col., J. Reprod. Fértil., 1986, 78: 447-457.
[4] Kinnula, V.L. y cols., Lab. Invest., 1995, 73: 3-19.
[5] Buettner, G.R., Antioxidant enzymes and functions. Naturally occurring antioxidants. Oxygen, 1998, Washington DC, USA. 1:1-20.
[6] Takahashi, K. y cols., Arch. Biochem. Biophys., 1987, 256: 677-686.
[7] Yoshimura, S. y cols., Gene, 1994, 145: 293-297.
[8] Crapo, J.D. y cols., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1992, 89: 10405-10409.
[9] Fridovich, I. y cols., J. Exp. Biol., 1998, 201: 1203-1209.
[10] Tibell, L. y cols., Arch. Biochem. Biophys., 1993, 304: 429-433.

*** Este trabajo ha sido financiado por las ayudas CICYT AGL 2000-1221 y CICYT-FEDER AGL 2002-00097.**

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 324-326

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA COMPARACIÓN ENTRE BIOCIPHOS-PLUS® Y TRILADYL® PARA LA CONGELACIÓN DE SEMEN DE TORO DE LIDIA

MARCO-JIMENEZ, F., MAZON, J., VICENTE, J.S.

Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción. Dep. Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, 46071 Valencia, España.
e-mail: framarj1@etsia.upv.es

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XVIII la presencia de las ganaderías bravas, en nuestra geografía, se ha mantenido sin solución de continuidad, siempre unida al arraigo de las tradiciones festivo-culturales. En la Comunidad Valenciana ésto supone la base fundamental de las fiestas patronales de sus pueblos. Así, las tardes de vaquillas, encierros, concursos, toros embolados, etc., generan más de 3000 permisos solicitados en la Comunidad Valenciana cada temporada. Ese arraigo cultural se ha traducido en la existencia de ganaderías centenarias que sólo dedican sus animales a este tipo de festejos, realizando una especial selección de caracteres que, dentro del abanico de la bravura, son esencialmente diferentes a los caracteres deseables en el toro de lidia de plaza. Las ganaderías de lidia son en general de pequeño tamaño, disponiendo tan sólo de cuatro o cinco machos. La aplicación de un programa conservación de recursos genéticos, permitiría iniciar un proceso de mejora de las ganaderías y la protección ante las posibles epizootías.

Durante los últimos 50 años el glicerol y la yema de huevo (gracias a las lipoproteínas de baja densidad, Parks *et. al,* 1992) han sido el crioprotector más utilizado. Ante la aparición de la encefalopatía espongiforme bovina, la utilización de productos de origen animal, se ha reducido al máximo. Por ello la aparición de nuevos medios de congelación constituidos a base de lipoproteínas de semilla de soja (Biociphos® Plus, IMV) se presenta como una alternativa a considerar. El uso del Biociphos® Plus ha sido evaluado en varios estudios (Bousseau *et. al,* 1994: Van Wagtendonk-de Leeuw *et. al,* 2000: Thun *et. al,* 2002).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto sobre la congelación, de semen de toro bravo, al emplear TRILADYL® (minitüb) y Biociphos® Plus sobre la normalidad acrosómica y el patrón de movimiento de los espermatozoides mediante un programa CASA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 12 electroeyaculaciones, pertenecientes a 7 sementales de diferentes ganaderías. En el 91% de los intentos de electroeyaculación se logró recoger una muestra seminal y el 58,3% de las muestra obtenidas fueron consideradas aceptables para su congelación. La recuperación se llevó a cabo introduciendo a los sementales en la manga de manejo e inmovilizándolos, vaciando de heces la ampolla rectal e introduciendo la sonda. La sonda empleada fue multipolar (tres electrodos) de 6 cm de diámetro (Electrojac® IV). El protocolo empleado (estímulos de intensidad creciente) se aplicó bajo criterios de dosis efecto hasta obtener el eyaculado sobre un colector de vidrio.

Tras la recuperación del eyaculado, se determinó el volumen (tubo calibrado) y se tomó una alícuota, diluida y fijada con una solución al 2% de Glutaraldehido (dilución final 1:50) para determinar la concentración (espz/ml), mediante cámara Thoma, y la normalidad acrosómica (%NAR) y anormalidades (%ANOR), mediante

microscopía óptica de contraste de fases (400x). El resto del eyaculado fue transportado a 5°C hasta el laboratorio, donde se tomó una muestra diluida en PBS con un 1% BSA, y se analizaron los diferentes parámetros de motilidad mediante software S.C.A. versión 5.1 (microptic®, Barcelona) sobre platina termostatada. Los parámetros registrados fueron: porcentaje de espermatozoides móviles totales (%), velocidad curvilínea (VCL), velocidad rectilínea (VSL), velocidad de la trayectoria media (VAP), índice de linealidad (LIN), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH) y frecuencia de batido (BCF). Se consideraron espermatozoides móviles aquellos que presentaban una velocidad superior a 20μm/segundo (Farrel *et. al,* 1998). El procedimiento de congelación consistió en una modificación del empleado por Curry (1995). El eyaculado fue separado en dos alícuotas y a cada una se incorporó el medio de congelación (Triladyl® y Biociphos® Plus), con una dilución 1:10. El semen fue refrigerado a 5°C durante 2 horas, envasado en pajuelas de 0,25 ml y congelado a –120°C en vapor de nitrógeno durante 10 minutos y finalmente llevados a nitrógeno líquido.

La descongelación se realizó en baño de agua a 50°C durante 12 segundos. De la muestra se tomaron de nuevo dos alícuota (dilución 1:40) para determinar la normalidad acrosómica y los parámetros de motilidad, de igual manera que para el semen fresco, para cada uno de los medios de congelación.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante un GLM (General Linear Models, Statgraphics Plus 4.1)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados cuantitativos (tabla 1) muestran una producción muy variable en cuanto al número de espermatozoides obtenidos. Esto responde al método empleado en la recuperación.

Tabla 1. Parámetros cuantitativos de la producción espermática de toros de lidia

	Media ± error estándar	Mínimo	Máximo
Volumen (ml)	4,41±1,17	3,1	6,2
Concentración (mill. spz/ml)	610,79±418,39	180	1253
Producción total (mill. spz)	2448±1474	1080	4700

Los eyaculados mostraron un porcentaje de formar anormales del 18,75±8,10%, una normalidad acrosómica del 64,8±13,5% y una motilidad (según CASA) del 39±20,1% (valores medios ± error estándar). Los parámetros cinéticos fueron: velocidad curvilínea de 103,8± 18,1 μm/s (VCL), velocidad rectilínea de 49,3±4,7 μm/s (VSL), velocidad de la trayectoria media 62,9±7,0 μm/s (VAP), índice de linealidad de 55,7±7,6 (LIN), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza de 4,7±1,1 μm (ALH) y una frecuencia de batido de 10,3±3,9 Hz (BCF).

Los parámetros seminales observados fueron semejantes a los obtenidos mediante electroeyaculación por Pérez-Garnelo *et. al* (2003) para el *URO (Bos primignius,* próximo a algunas variedades primitivas del toro bravo español) y Anel *et. al,* (1999) en la raza Morucha (volumen: 6,3±3 ml, concentración: 705±4 mill. spz/ml y volumen: 6,5±0,8 ml, concentración: 527±58mill.spz/ml, respectivamente). La normalidad acrosómica fue semejantes a la mostrada para Morucha (75,7±2,7 %) e inferior para el *URO* (80,2±8,4%). La motilidad espermática fue bastante baja (39±20,1%, obtenido mediante S.C.A), pero la valoración de los parámetros seminales obtenidos, para los toros bravos son difíciles de comparar con otros

estudios, ya que son escasos, más aún si se trata de comparar los parámetros cinéticos evaluados mediante distintos programas CASA.

Tras la descongelación, la normalidad acrosómica no presento diferencia significativa alguna entre ambos medios (Triladyl®: 41,7±3,6% *vs* Biociphos® Plus: 40,2±3,6%, tabla 2), y tampoco se observaron diferencias significativas en el porcentaje de espermatozoides móviles, (Triladyl®: 39,38±8,53 *vs* Biociphos® Plus: 16,98±8,53), debido al bajo número de eyaculados analizados hasta el momento (7).

Tabla 2. Valores cinéticos obtenidos para toros de lidia (semen fresco y post-descongelación)

Medio congelación	Parámetros cinéticos					
	VCL(μm/s)	**VSL**(μm/s)	**VAP**(μm/s)	**LIN**	**ALH**(μm)	**BCF**(Hz)
Triladyl®	85,93±5,19	48,86±2,34	59,13±2,62	60,80±2,73[b]	3,32±0,42	10,81±1,42
Biociphos® Plus	77,78±5,19	56,70±2,34	60,79±2,62	73,19±2,73[a]	2,16±0,42	9,77±1,42

VCL: velocidad curvilínea. **VSL**: velocidad rectilínea. **VAP**: velocidad de la trayectoria media. **LIN**: índice de linealidad. **ALH**: amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza. **BCF**: frecuencia de batido.
[a,b] Valores en la columna con diferente superíndice difieren estadísticamente (P<0,05)

El estudio de los parámetros cinéticos sólo mostró diferencias significativas en el índice de linealidad (aumentando con Biociphos® Plus), índice que ha sido definido matemáticamente en los sistemas C.A.S.A., como el parámetro que mejor describe el movimiento (Boyer. *et al.*, 1989). En varios estudios, se ha observado diferencias en la calidad seminal *in vitro* entre estos dos tipos de diluyentes, obteniéndose los mejores resultados en el semen congelado con Triladyl®, lo que no ha sido corroborados con pruebas in vivo (Thun *et. al,* 2002: Van Wagtendonk-de Leeuw *et. al,* 2000). No obstante existe una interacción entre el tipo de diluyente y la raza en la fertilidad *in vivo*.

Los resultados, derivados de este trabajo, ponen de manifiesto la posibilidad de congelar semen de electroeyaculación con cualquiera de los dos medios de congelación (Triladyl® y Biociphos® Plus). El efecto que sobre la capacidad fecundante pueda tener la menor motilidad observada para el Biociphos® Plus será evaluada inicialmente mediante fecundación *in vitro*, dado que la dificultad de manejo y reducida cabaña de animales no facilita la realización de un gran número de inseminaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Anel, L., Boixo, J.C., Anel, E., Alvarez, M., Kaabi, M., Martínez, F., De la Fuente, J. Molero, R. II congreso ibérico de Reproducción Animal, Lugo 1999. 332-334.
- Berndtson, WE. and Igboeli. G. 1989. Am. J. Vet. Res. 50:1193-1197.
- Bousseau S, Brillard JP. In:Proceedings of the 6th European AI Vets Meeting, Edinburgh, UK, 1994.
- Boyer, SP., RO Davis and DF Katz , Curr Probl Obstet Gynecol 12 (1989), pp. 167–200.
- Curry, MR., Millar, JD., Watson PF. Cryobiolgy. 32(2): 175-181, 1995.
- Farrell, P.B., G.A. Presicce, C.C. Brockett and R.H. Foote. Theriogenology 49: 871-879, 1998.
- Parks JE, Graham JK. Theriogenology 1992;38:209-222.
- Pérez-Garnelo Sonia S., Delclaux M., Talavera Covadonga, López M., De la Fuente,J..http://www.redvya.com/veterinarios/veterinarios/especialidades/Reproducción/En-peligro/especialistas/Articulo05.htm. (10/02/03).
- Thun Rico, Maria Hurtado, F. Janett, 2002.. Theriogenology 57: 1087-1094.
- Wagtendonk-de Leeuw, A.M., R.M. Haring, L.M.T.E. Theriogenology 54:57-67.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 327-329

MOTILIDAD Y VIABILIDAD EN SEMEN DE VERRACOS CON PRESENCIA MASIVA DE GOTA CITOPLASMATICA PROXIMAL Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN CERDAS

Armando Quintero Moreno [1, 2], Teresa Rigau i Mas [1], Joan Enric Rodríguez-Gíl [1]

[1] Unidad de Reproducción Animal. Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra, España. [2] Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad del Zulia, apartado. 15252 Maracaibo 4005-A – Venezuela. E-mail: armando.quintero@uab.es, juanenrique.rodriguez@uab.es

INTRODUCCIÓN

En un eyaculado normal de *Sus domesticus* se pueden encontrar entre el 5 y el 15% de espermatozoides inmaduros (Bonet y col., 2000). Las gotas citoplasmáticas engloban una pequeña parte de la pieza intermedia y están formadas por restos de citoplasma residual eliminado en las últimas etapas del proceso espermiogénico (Bonet y col., 2000). La gota citoplasmática proximal (GCP) se origina en el testículo y en su trayecto a través del epidídimo. Desde hace muchos años se ha establecido que la presencia de un porcentaje alto de GCP desmejora la calidad del semen debido a la disminución de la motilidad total y linealidad, lo cual conlleva a una disminución de la fertilidad (Waberski y col., 1994). De aquí se deriva la inquietud de conocer las características cinéticas y potencialidad de estos espermatozoides mediante el análisis computarizado de la motilidad espermática (CASA), además de evaluar la fertilidad en vivo y el tamaño de la camada en cerdas inseminadas con semen de estas características.

MATERIALES Y METODOS

En una granja comercial de Cataluña (El Guiu de Santa Cecilia), se recogieron 30 eyaculados de 5 cerdos (2 Large white y 3 Pietrain x Large white), sexualmente maduros (2 a 3 años de edad) y con un historial en 3 de ellos de porcentajes elevados de GCP en la mayoría de sus eyaculados. La recogida se efectúo mediante estimulación manual 2 veces por semana e inmediatamente se hizo la dilución seminal a una concentración de 20 x 10^6 espermatozoides/mL en un diluyente de larga duración (MR-A Extender; Kubus, Majadahonda, España). Luego, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Reproducción Animal de la Universidad Autónoma de Barcelona para la evaluación de la motilidad mediante CASA. El porcentaje de viabilidad fue determinado mediante tinción de Eosina-nigrosina (Bamba, 1988), la funcionalidad mediante el Test de Resistencia Osmótica (ORT; Rodríguez y Rigau, 1995) y la alteración acrosomica mediante una doble tinción de Azul Tripan-Giemsa modificada (Rodríguez y Rigau, 1996). Con las dosis obtenidas de cada eyaculación fueron inseminadas 115 cerdas maduras.

El análisis estadístico fue hecho mediante el paquete estadístico SAS (2000). Tras obtener los descriptores de motilidad se realizó su optimización mediante un procedimiento estadístico reductivo de agrupamiento empleado anteriormente por Quintero y col. (2001, 2003). Luego, mediante el procedimiento FASTCLUS se establecieron 3 categorías de GCP, de acuerdo al valor numérico encontrado en las muestras de semen (A: GCP≤20, B: GCP>20≤50, C: GCP>50). Finalmente, se

valoró el efecto de estas 3 categorías sobre los parámetros de motilidad, viabilidad, fertilidad y prolificidad, para lo cual se diseñó un análisis mediante el Modelo Lineal General (GLM) y cuado se detectaron diferencias se utilizó el procedimiento LSMEANS para cuantificar el efecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se describen en la tabla 1. Los cerdos que presentaron eyaculados con porcentajes de GCP superiores a 20 y/o 50 obtuvieron valores de motilidad y de viabilidad similar e inclusive superior a aquellos obtenidos por los cerdos con porcentajes de GCP menores al 20%. Por otro lado, la presencia de porcentajes elevados de GCP no afectó la fertilidad ni la prolificidad.

Tabla 1. Características de motilidad y viabilidad del semen con presencia masiva de gota citoplasmática proximal (GCP) y su efecto sobre la fertilidad y prolificidad en cerdas inseminadas con semen de estas características.

Parámetro	Porcentaje de Gota citoplasmática proximal (GCP, µ± ES)		
	GCP≤20 (32)	GCP>20≤50 (45)	GCP>50 (38)
VAP (µm/sec)	37,33 ± 1,39 b	47,26 ± 1,92 a	49,72 ± 2,10
LIN (%)	50,46 ± 1,71 b	57,76 ± 2,36 a	55,60 ± 2,59 ab
ALHmed (µm)	2,49 ± 0,06 ab	2,33 ± 0,09 b	2,64 ± 0,10 a
BCF (Hz)	14,42 ± 0,20 ab	13,92 ± 0,29 b	15,10 ± 0,31 a
Viabilidad (%)	88,39 ± 2,11 a	87,26 ± 1,60 a	89,12 ± 1,80 a
ORT (%)	79,20 ± 1,81 a	77,12 ± 1,66 a	83,05 ± 1,92 a
Fertilidad (%)	84,0 ± 8,0 a	82,2 ± 11,0 a	81,5 ± 12,0 a
Prolificidad (n)	9,55 ± 0,74 a	11,56 ± 0,66 a	12,68 ± 0,74 a

VAP: Velocidad lineal, LIN: Índice de linealidad, ALHmed: Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza, BCF: frecuencia de batida de la cabeza, ORT: Test de resistencia osmótica.
( ): Los números entre paréntesis corresponden al número de cerdas inseminadas.
(a, b): Letras distintas en la misma fila implican diferencias significativas.

Se ha descrito en semen refrigerado por 4 días que las gotas citoplasmáticas disminuyen los índices de fertilidad y prolificidad, pero la motilidad total no es afectada y oscila entre 83,5 y 89,9 % (Waberski y col, 1994). En nuestra investigación se pudo comprobar que la presencia de la GCP no afecta la velocidad individual de los espermatozoides, lo cual se comprueba al no modificarse la velocidad lineal ni el índice de linealidad de los espermatozoides. De hecho, estos espermatozoides pueden ser más veloces que los que no presentan esta anormalidad. Por otro lado, los movimientos de la cabeza presentan mayor frecuencia y oscilación en los espermatozoides que presentan GCP, lo cual revela que su presencia afecta la movilidad de esta parte de la célula. La presencia de esta anomalía no induce una rápida reacción acrosomica ni tampoco el espermatozoide es afectado al ser sometido a los cambios de presión osmótica. En conclusión, la presencia de la GCP en espermatozoides no afecta significativamente los parámetros más importantes de calidad seminal. Una investigación reciente hecha en humanos señala que la correlación de niveles elevados de creatina quinasa con los niveles de peroxidación de los lípidos podría corresponder a espermatozoides bioquímicamente inmaduros con presencia de gotas citoplasmáticas (Sidhu y col.,

1998). Se recomienda seguir investigando en función del significado biológico de esta estructura, la cual se desconoce todavía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bamba, K. (1988). Evaluation of acrosomal integrity of boar spermatozoa by bright field microscopy using an eosin-nigrosin stain. Theriogenology, 29: 1245-1251.

Bonet, S., Briz, M., Pinart, E., Sancho, S., García-Gil, N., Badia, E. (2000). Morfologia espermàtica en porcí. Institut d'estudis Catalans, secció de Ciencies Biològiques, 1ra edi., 242 pp.

Quintero-Moreno, A., Miro, J., Rigau, T., Rodríguez-Gil, J. E. (2003). Identification of sperm subpopulations with specific motility characteristics in stallion ejaculates. Theriogenology, 59: 1973-1990.

Quintero-Moreno, A., Rivera del Álamo, M., Rigau i Mas, T., Rodríguez-Gil, J. E. (2001). Optimización de los parámetros de motilidad espermática porcina mediante agrupamiento jerárquico. ITEA, 22 (II): 832-834.

Rodríguez-Gil, J. E., Rigau, T. (1995) Effects of slight agitation on the quality of refrigerated boar semen. Anim. Reprod. Sci., 39: 141-146.

Rodríguez-Gil, J. E., Rigau, T. (1996). Effects of ouabain on the response to osmotic changes in dog and boar spermatozoa. Theriogenology, 45: 873-888.

SAS. (1996). SAS/STAC Software: SAS Inst. Inc.; Carry, NC. USA.

Sidhu, R.S. Sharma, R.K.; Agarwal, A. (1998). Relationship between creatine kinase activity and semen characteristics in subfertile men. Int. J. Fertil. Womens Med. 43(4): 192-197.

Waberski, D., Meding, S., Dirksen, G., Weitze, K. F., Leiding, C., Hahn R. (1994). Fertility of long-term-stored boar semen: Influence of extender (Androhep and Kiev), storage time and plasma droplets in the semen. Anim. Reprod. Sci., 36: 145-151.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 330-332

FACTORES QUE AFECTAN A LA CAPACIDAD DE CONGELACIÓN DEL SEMEN PORCINO

J. Gadea, S. Ruiz, E. Sellés, MA. Marco
Departamento Fisiología. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Murcia. e-mail: jgadea@um.es, www.um.es/grupo-fisiovet

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar la fertilidad del semen congelado en inseminación artificial (IA) obteniéndose resultados a nivel comercial muy prometedores (Gadea et al., 2001; Ericksson et al., 2002; Ruiz et al., 2002; Sellés et al., 2003). Las vías de mejora han ido dirigidas a optimizar los sistemas de congelación para obtener una calidad seminal aceptable tras la descongelación (nuevos procedimientos de congelación, diluyentes, aditivos, envases, etc.). Sin embargo, para el desarrollo comercial de esta técnica, hasta ahora limitado a casos muy especiales, es necesario entre otras cosas conocer la/s causa/s de la amplia variabilidad que presentan los verracos en su capacidad de congelación del semen.

El objetivo de este trabajo es el análisis de algunos de los factores que influyen a la hora de seleccionar los eyaculados que van a ser sometidos a los procesos de congelación. Entre los que incluimos la estación del año, la línea genética y el efecto individual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los eyaculados procedían de 52 verracos de fertilidad probada que pertenecían al centro de Inseminación Artificial ADESPO-Lorca, correspondientes a 6 líneas genéticas (Landrace (LD), Large White (LW), Duroc (DU), Pietrain (PI) e Híbridos comerciales finalizadores (C) y (F)). Muestras de 10 ml de los eyaculados, recogidas a lo largo de todo el año, fueron congeladas mediante el método descrito por Westendorf et al. (1975), basado en la utilización de un medio con lactosa y yema de huevo. El semen fue envasado en pajuelas de 0.5 ml con una concentración final de 1 x 10^9 espermatozoides/ml, 3% de glicerol y 0.5% de Orvus et Paste. El proceso de descongelación se realizó mediante inmersión en un baño de agua caliente a 50°C durante 12 segundos y posterior dilución en BTS a 37°C (Sellés et al., 2003). La evaluación de la calidad seminal se realizó midiendo los parámetros de motilidad (Mot), motilidad progresiva (Mpr) valorada en una escala de 0-5, estado del acrosoma (NAR), integridad de membrana mediante tinción con eosina-nigrosina (EN) y los fluorocromos diacetato de carboxifluoresceína e ioduro de propidio (DCF) y el porcentaje total de morfoanomalías (Morfol).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la calidad del semen fresco, se encontraron diferencias asociadas a la línea genética para motilidad, con los peores resultados en la línea F, y la morfología (peores resultados para LW y F, Tabla 1); con un marcado efecto individual (macho dentro de raza) para la mayoría de parámetros estudiados. En ningún caso se detecto un efecto de la estación sobre estos parámetros, probablemente debido a las condiciones de climatización que tienen las instalaciones donde se albergaban estos animales que anulan o minimizan el estrés térmico.

Los valores medios obtenidos en el semen descongelado (Tabla 2) son sensiblemente inferiores a los obtenidos en otros trabajos (Gadea et al., 2001;

Ruiz et al., 2002; Sellés et al., 2003) donde únicamente se utilizaron buenos congeladores y se procesaron eyaculados completos. La línea genética tuvo efecto sobre todos los parámetros salvo para la motilidad. Sin embargo, la línea no afectó del mismo modo a las diversas características seminales estudiadas. Destaca el efecto individual que es altamente significativo para todos los parámetros. La estación afectó a la motilidad total, progresiva y EN con un descenso en primavera frente a otoño.

Tabla 1. Efecto de línea genética sobre las características del semen fresco. N = 362 eyaculados. 52 verracos de 6 líneas genéticas. (Media ± SEM).

Línea	N Eyac	Mot	Mpr	EN	NAR	DCF	Morfol
C	77	74.1 ± 0.6^{ab}	3.3 ± 0.0	83.7 ± 0.8	94.5 ± 0.5	83.8 ± 0.8	13.5 ± 0.9^{a}
DU	11	77.2 ± 1.2^{a}	3.3 ± 0.1	85.9 ± 2.3	96.0 ± 1.2	86.0 ± 1.8	10.5 ± 2.1^{a}
F	45	70.6 ± 1.1^{b}	3.3 ± 0.0	83.0 ± 0.8	94.5 ± 0.9	82.3 ± 1.2	22.5 ± 2.1^{bc}
LD	27	72.2 ± 0.9^{ab}	3.4 ± 0.0	83.4 ± 1.6	92.1 ± 1.3	83.4 ± 1.2	13.4 ± 1.7^{e}
LW	32	72.3 ± 0.9^{ab}	3.3 ± 0.0	85.0 ± 1.5	94.7 ± 1.0	83.2 ± 1.5	25.8 ± 2.4^{c}
PI	170	71.6 ± 0.5^{ab}	3.8 ± 0.5	82.5 ± 0.7	93.6 ± 0.4	81.7 ± 0.7	18.0 ± 1.0^{ab}

Anova	Mot	Mpr	EN	NAR	DCF	Morfol
Línea	0.0102	0.6518	0.7696	0.2271	0.6098	<0.0001
Macho (línea)	<0.0001	0.3171	0.0376	<0.0001	0.3222	<0.0001
Estación	0.4235	0.9678	0.7687	0.0874	0.2138	0.3609
Línea*Estación	0.9984	0.9874	0.8576	0.1405	0.4606	0.1651

Cuando analizamos el porcentaje de las pajuelas que pueden ser consideradas aceptables para su uso en IA (EN > 50, NAR > 40), observamos que sólo el $26.68 \pm 2.10\%$ de las pajuelas eran aceptable y que ni la línea genética ni la estación ejercen un efecto significativo sobre este porcentaje y que únicamente el efecto macho (anidado en raza) tiene una influencia significativa ($p < 0.0001$).

Tabla 2 Efecto de la línea genética sobre las características del semen descongelado. N = 442 pajuelas, 170 eyaculados, 52 machos, 6 líneas.

Línea	N Eyac	Pajuelas	Mot	Mpr	EN	NAR	DCF
C	37	95	52.5 ± 1.2	3.7 ± 0.1^{a}	55.0 ± 1.6^{a}	32.7 ± 1.1^{a}	42.7 ± 1.4^{ab}
DU	6	13	51.9 ± 2.6	3.7 ± 0.1^{ab}	$49.9. \pm 3.7^{ab}$	34.6 ± 3.6^{b}	49.8 ± 3.3^{ab}
F	29	65	48.9 ± 1.5	3.6 ± 0.1^{ab}	56.1 ± 1.6^{a}	31.6 ± 1.3^{ab}	44.3 ± 1.3^{ab}
LD	9	24	52.7 ± 2.3	3.7 ± 0.1^{ab}	48.6 ± 3.3^{b}	24.4 ± 2.2^{b}	38.7 ± 2.8^{a}
LW	13	41	53.0 ± 1.5	3.5 ± 0.1^{ab}	56.5 ± 2.3^{ab}	28.7 ± 2.1^{ab}	47.6 ± 1.6^{b}
PI	76	208	48.6 ± 0.9	3.6 ± 0.1^{b}	54.2 ± 1.1^{a}	31.8 ± 0.8^{a}	43.9 ± 1.0^{b}

Anova	Mot	Mpr	EN	NAR	DCF
Línea	0.1060	0.0070	0.0109	0.0067	0.020
Macho (línea)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Estación	0.0394	0.0276	<0.0001	0.4806	0.0847

Para estudiar la posible relación entre calidad antes y después de congelación se realizó un análisis de correlación de Pearson. Los coeficientes de correlación encontrados son muy reducidos y en pocos casos significativos (Tabla 3). Todo ello indica que aunque la alta calidad del semen fresco es un requisito imprescindible para el éxito del proceso de congelación, ésta no asegura una buena calidad post-descongelación. La posibilidad por tanto de detectar los buenos congeladores debe estar basada en otros factores no asociados con la calidad del semen de partida.

Diversos trabajos ya han demostrado diferencias entre razas (Paquigon y Courot, 1976; Johnson et al., 1981). Recientemente, Park y Yi (2002) describen diferencias entre la capacidad de congelación del semen porcino (razas Yorkshire y Duroc), asociadas a cambios en los niveles de testosterona y a cambios estacionales. Sin embargo, de acuerdo a los resultados aquí mostrados pensamos que la variación es debida principalmente al efecto individual.

Tabla 3. Relación entre los parámetros seminales post-congelación con los del semen fresco. Correlaciones de Pearson (r) y probabilidad (p).

	Mot		Mpr		EN		NAR		DCF	
	r	p	r	P	r	p	r	p	r	P
Mot-fresco	0.044	0.357	0.060	0.207	-0.121	0.011	-0.023	0.627	-0.110	0.021
Mpr-fresco	0.019	0.692	0.056	0.241	-0.099	0.037	-0.013	0.783	-0.084	0.080
EN-fresco	0.109	0.021	0.132	0.005	-0.007	0.887	-0.014	0.773	0.091	0.057
NAR-fresco	-0.039	0.410	0.036	0.452	0.023	0.623	0.080	0.094	0.032	0.499
DCF-fresco	0.093	0.050	-0.010	0.831	-0.071	0.137	0.024	0.614	-0.132	0.006
Morfología	-0.092	0.053	-0.154	0.001	0.175	0.000	-0.047	0.320	0.120	0.012

En numerosos estudios se han descrito grandes diferencias en la capacidad de congelación que presentan los espermatozoides de machos diferentes (revisado por Johnson, 1985), que afectan tanto a la viabilidad de los espermatozoides tras la descongelación como a la fertilidad in vivo (Larsson, 1976; Johnson et al., 1981), clasificando a los machos como buenos o malos congeladores (Watson et al., 1995). Hasta hace muy poco no se conocían las posibles causas de esta variabilidad, de manera que la única solución viable era la optimización de los procesos de congelación para reducir al máximo la variabilidad y descartar aquellos machos realmente malos congeladores. Medrano et al. (2002) sugieren que se debe adaptar el protocolo de congelación (curva de enfriamiento) a cada uno de los machos, lógicamente esto se aleja de los procesos estandarizados a los que debe tender la industria porcina, mediante el uso de sistemas automatizados (biocongeladores programables) que permiten reducir la variabilidad entre eyaculados y pajuelas (Ruiz et al., 2002, 2003). Un apasionante nuevo campo de estudio se abre para los próximos años, ya que recientemente se han hallado los primeros datos que asocian la capacidad de congelación a una base genética (Thurston et al., 2002).

En conclusión, la estación y la raza no tienen un efecto definitivo sobre la capacidad de congelación del semen, que está más asociada a la capacidad individual. Por tanto hasta que la selección por marcadores genéticos sea una realidad deberemos trabajar de forma empírica en la selección de los reproductores asumiendo que la alta calidad del semen fresco es un requisito imprescindible pero no suficiente para obtener buenos resultados en la calidad post-descongelación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eriksson et al. (2002), Theriogenology 58: 1065-79. **Gadea** et al. (2001), ITEA 22: 799-801. **Johnson** et al. (1981), J. Anim. Sci. 52:1130-1136. **Johnson.** (1985), Proc. 1st Int Conf Deep Freezing of Boar Semen, 199-223. **Larsson** (1976), Acta Vet. Scand. 17: 63-73. **Medrano** et al. (2002), Reproduction 123:315-322. **Paquigon** et al. (1976), 8th ICAR. Kracow 1041-1044. **Park** et al. (2002), Anim Reprod Sci, 73: 53-61. **Ruiz** et al. (2002), Theriogenology. 57: 480. **Ruiz** et al. (2003), ITEA. **Sellés** et al. (2003), Reprod. Dom. Anim. 38: 66-72. **Thurston** et al. (2002), Biol. Reprod. 66: 545-554. Watson (1995). Reprod Fertil Dev 7: 871-891. **Westendorf** et al. (1975), Dtsch. Tierärtzl. Wschr. 82: 261-267.

Agradecemos la inestimable colaboración de D. Jose Antonio Saura. ADESPO- LORCA.

INSEMINACIÓN CON SEMEN CONGELADO PORCINO: DEPOSICIÓN CERVICAL E INTRAUTERINA

S. Ruiz, J. Gadea, E. Sellés, M.A. Marco y M. Sansegundo
Departamento de Fisiología (Área Fisiología Veterinaria). Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. sruiz@um.es. http://www.um.es/grupo-fisiovet/

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un gran avance en los sistemas de congelación de semen porcino lo que ha posibilitado el conseguir tasas de fertilidad que permitirían su aplicación en IA a nivel comercial (Eriksson et al., 2002; Sellés et al., 2003). Sin embargo, aún son varias las limitaciones que impiden su total implantación, entre ellas, la mejor economía del semen refrigerado, la variación en la congelabilidad del semen entre verracos y el alto número de espermatozoides necesarios por dosis ($5x10^9$ esp/dosis y 2 IA/celo) (Rodriguez-Martínez, 2001).

Una de las alternativas que se plantean para la reducción del número de espermatozoides por dosis es el uso de la IA intrauterina (IA-IU), mediante el empleo de catéteres flexibles que permiten atravesar el canal cevical y realizar la deposición del semen cerca de la unión utero-tubárica (Martínez et al., 2002; Wolken et al., 2002) o a nivel del cuerpo uterino (Watson & Behan, 2002), usando concentraciones espermáticas reducidas. Estos sistemas podrían emplearse en IA con semen congelado y solventar así una de sus limitaciones.

El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo una experiencia de campo de IA con semen congelado, empleando deposición cervical e intrauterina profunda, ensayándose en este último caso, dos concentraciones espermáticas y dos diferentes momentos de aplicación de la dosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Congelación de semen

De entre los reproductores de la granja colaboradora, se seleccionó un verraco de fertilidad probada que previamente, había sido sometido a pruebas de congelabilidad, superando al menos el 50% de viabilidad espermática postdescongelación. La fracción espermática del eyaculado se recolectó manualmente, sólo se procesaron para congelación aquellos eyaculados que presentaron al menos un 80% de espermatozoides morfológicamente normales y por encima de un 70% de motilidad. Se congelaron un total de 9 eyaculados.

El semen se congeló mediante el método descrito por Westendorf et al. (1975), envasándose en pajuelas de 0.5 ml con una concentración final de $1x10^9$ esp/ml, 3% de glicerol y 0.5% de Orvus et Paste. Las pajuelas después de selladas fueron congeladas en un biocongelador programable (Icecube 1800, Minitüb, Alemania), con la siguiente curva de enfriamiento: 1ºC/min desde 5ºC a -4.5ºC, 1 min de mantenimiento a -4.5ºC y 30ºC/min desde -4.5ºC a -180ºC (Ruiz et al., 2002). Las pajuelas congeladas se mantuvieron almacenadas en nitrógeno líquido hasta su descongelación para su evaluación in vitro o su uso en IA. La descongelación se realizó mediante la inmersión en agua circulante a 50ºC durante 12 segundos,

seguido de su redilución en BTS a 37°C (Sellés et al., 2003). La evaluación de la calidad seminal en fresco y postdescongelación se realizó mediante la valoración de los parámetros de motilidad, motilidad progresiva (0-5), estado del acrosoma (NAR) y la integridad de membrana mediante la tinción con eosina-nigrosina (EN) y los fluorocromos diacetato de carboxifluoresceína e ioduro de propidio (DCF).

Inseminación artificial

Tras la detección de celo mediante la presencia del verraco, se inseminaron un total de 75 cerdas multíparas (2° a 5° parto) distribuidas en 4 grupos. 17 hembras fueron inseminadas a las 8 y 24 h de detección del celo, con deposición cervical de semen ($5x10^9$ esp/dosis y 100 ml de volumen de dosis). En los restantes grupos se empleó la sonda Firflex® (Martínez et al., 2002) para la IA-IU. Los grupos 2° y 3° (n= 20) fueron inseminados (24 y 48 h) con $0.5x10^9$ y $1x10^9$ esp/dosis, respectivamente, en un volumen total de 7.5 ml. El 4° grupo (n= 18) fue inseminado (8 y 24 h) con $1x10^9$ esp/dosis y un volumen total de 7.5 ml. Los diagnósticos de gestación se realizaron por ultrasonografía transcutánea 24-28 días post-IA. Se controlaron los datos de retorno a estro, porcentaje de fertilidad y tamaño de camada. La experiencia se realizó durante los meses de mayo a octubre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de calidad seminal de los eyaculados procesados, en fresco y postdescongelación, se presentan en la tabla n°1. Todas las variables estudiadas se vieron afectadas por el proceso de congelación que produjo una reducción significativa de los valores ($p<0.001$) salvo en la motilidad progresiva que fue superior en el semen congelado. Este fenómeno podría estar relacionado con un patrón de hipermotilidad similar al que presenta el espermatozoide capacitado (Watson, 2000). La calidad seminal en fresco y potsdecongelación fue homogénea en los 9 eyaculados estudiados, sólo se encontró un efecto del eyaculado para el parámetro de motilidad; esta variabilidad de la motilidad podría estar en relación con la subjetividad del proceso de evaluación, que sería menos evidente para el resto de parámetros seminales. De igual modo, Thurston et al. (2002) no encuentran variabilidad entre eyaculados en la calidad del semen descongelado, ya que los sistemas automatizados (biocongeladores programables) permiten reducir al mínimo las diferencias entre eyaculados del mismo macho.

Tabla 1. Resultados de calidad seminal (media ± SEM).

Semen	Motilidad	Motilidad progresiva	NAR	EN	DCF
Fresco	75.56 ± 1.30	3.16 ± 0.08	95.0 ± 0.67	86.33 ± 2.19	82.56 ± 1.72
Congelado	62.07 ± 0.46	3.43 ± 0.03	59.51 ± 0.63	69.62 ± 0.78	57.06 ± 2.71
Anova	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001

Los resultados de fertilidad y prolificidad obtenidos tras la IA se expresan en la tabla n°2. Las tasas de gestación (porcentaje de hembras que no han retornado al estro a los 24 días post-IA) fueron significativamente menores a la IA cervical cuando se utilizó IA-IU a las 24-48 horas. Sin embargo, la tasa de partos únicamente fue significativamente menor para el grupo de IA-IU con $0.5x10^9$ esp/dosis. En todo caso, se hace evidente un elevado número de retornos al estro tardíos que podrían

estar en relación con mortalidades embrionarias tempranas asociadas, posiblemente, a las altas temperaturas a las que fueron sometidos estos animales durante la época en la que tuvo lugar la experiencia (Tast et al., 2002). En cuanto al tamaño de camada, aunque no se alcanzan diferencias significativas entre los distintos grupos (debido a las limitaciones numéricas del ensayo) si podemos indicar una tendencia al descenso de la prolificidad cuando el momento de la IA es tardío (24-48 h).

Tabla nº2. Resultados de fertilidad y prolificidad (media ± SEM).

Protocolo IA (esp/dosis)	IA (h)	Nº cerdas	No retorno 24 días (%)	Fertilidad (%)	LNV	LNT
Cervical (5×10^9)	8-24	17	88.24 ± 8.05^a	64.71 ±11.95^a	8.91 ±1.13	9.45 ±1.21
IU (0.5×10^9)	24-48	20	35.00 ±10.94^b	10.00 ± 6.88^b	7.50 ±1.50	7.50 ±1.50
IU (1×10^9)	24-48	20	45.00 ±11.41^b	30.00 ±10.51^{ab}	6.50 ±1.41	6.67 ±1.33
IU (1×10^9)	8-24	18	66.67 ±11.43^{ab}	27.78 ±10.86^{ab}	8.60 ±2.31	9.00 ±1.95
Anova			0.0043	0.0035	0.6710	0.5314

Podemos concluir diciendo que se confirman las posibilidades del uso del semen congelado para IA en condiciones comerciales (Ruiz et al., 2002; Sellés et al., 2003) obteniendo una fertilidad en IA cervical ($5x10^9$ esp/dosis) similar a la conseguida con semen fresco con el mismo verraco y en la misma época del ensayo ($3x10^9$ esp/dosis, N= 138, % Fert= 73.19%, p= 0.4346), aunque con reducción del tamaño de camada (LNV= 10.31).

En cuanto a la IA-IU, se trata de una técnica que ofrece unas amplias posibilidades, como son la reducción del número de espermatozoides y del volumen de la dosis seminal (Rath et al., 2003). Sin embargo, para una total aplicación de la técnica a nivel práctico es necesario estudiar con profundidad los requerimientos del protocolo y adecuarlos a las condiciones de rutina de la explotación. Deben tenerse en cuenta entre otros, los siguientes factores: número mínimo de espermatozoides por dosis, momento óptimo de aplicación de la dosis, detección adecuada del celo y administración de gonadotropinas para el control de la ovulación (Roca et al., 2002).

BIBLIOGRAFÍA

- Eriksson et al. (2002). Theriogenology. 58: 1065-79.
- Martínez et al. (2002). Reproduction. 123: 163-170.
- Rath et al. (2003). Vet. Rec. (en prensa).
- Roca et al. (2002). Theriogenology. 57: 385.
- Rodriguez-Martínez, H. (2001). 2º Simp. Biotec. Reprod. Anim. Argentina.
- Ruiz et al. (2002). Theriogenology. 57: 480.
- Sellés et al. (2003). Reprod. Dom. Anim. 38: 66-72.
- Tast et al. (2002). Anim. Reprod. Sci. 74: 75-86.
- Thurston et al. (2002). Biol. Reprod. 66: 545-554.
- Watson, PF. (2000). Anim. Reprod. Sci. 60-61: 481-92.
- Watson, PF. & Behan, JR. (2002). Theriogenology. 57: 1683-1693.
- Westendorf et al. (1975). Dtsch. Tierärtzl. Wschr. 82: 261-267.
- Wolken et al. (2002). Theriogenology. 57: 392.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 336-338

DIFERENCIAS EN LA CONGELABILIDAD DEL SEMEN DE DOS LINEAS DE CONEJO.

Eva Mocé, José S. Vicente, Raquel Lavara
U.P.V.-Departamento de Ciencia Animal: Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción.
Camino de Vera, s/n. 46071-Valencia
e-mail: jvicent@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial ha permitido un gran avance en la mejora de la cabaña ganadera ya que el eyaculado de un macho de elevado valor genético puede ser utilizado en un gran número de hembras. Debido a que el semen en estado líquido sufre un rápido deterioro en su capacidad fecundante (Vishwanath y Shannon, 1997), es necesario el desarrollo de diluyentes y protocolos de congelación adecuados que permitan prolongar su tiempo de vida útil. A pesar de que para la congelación se seleccionan los eyaculados que presentan mejores características, son varias las especies en las que se ha observado una elevada variabilidad en la calidad seminal post-descongelación entre individuos (en cerdos, Medrano y col., 2002; en caballos, Amann y Pickett, 1987; en toros, Parkinson y Whitfield, 1987; en conejos, Chen y col., 1989; en perros, Yu y col., 2002), así como entre razas o líneas (en cerdos, Thurston y col., 2002; en ratones, Nakagata y Takeshima, 1993).
El objetivo de este trabajo es estudiar la capacidad fecundante del semen congelado de dos líneas de conejos (una seleccionada por velocidad de crecimiento y la otra seleccionada por caracteres maternales).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales utilizados pertenecían a tres líneas de conejos; dos de ellas fueron seleccionadas por tamaño de camada al destete (líneas A y V, Estany y col., 1989) y la tercera fue seleccionada por velocidad de crecimiento desde el destete hasta el sacrificio (línea R, Estany y col., 1992).
Los machos utilizados pertenecían a las líneas V y R, y las hembras utilizadas pertenecían al cruce entre las líneas A y V.
El semen fue recuperado con ayuda de una vagina artificial, siendo descartados aquellos eyaculados con coloraciones anómalas. Se tomaron las siguientes medidas en el semen fresco: volumen, concentración, producción, motilidad subjetiva, porcentaje de espermatozoides con acrosomas no dañados y porcentaje de espermatozoides anormales.
Sólo fueron utilizados para la congelación los eyaculados que presentaban más del 70% de espermatozoides móviles. Todas las manipulaciones del semen se realizaron a temperatura ambiente. El semen fue diluido hasta obtener una concentración de 120 millones de espermatozoides/ml con un diluyente constituido por Tris-ácido cítrico-glucosa (Viudes de Castro y col., 1999); posteriormente, se realizó una dilución 1:1 con el diluyente de congelación (diluyente Tris-ácido cítrico-glucosa, al que se añadieron 3,5M de DMSO y 0,1M de sacarosa como crioprotectores, Vicente y Viudes de Castro, 1996). Tras la dilución, se procedió al envasado del semen en pajuelas de plástico de 0,5ml (IMV, Francia), siendo selladas con plastilina. El protocolo de congelación empleado consistió en 45

minutos a 5ºC seguido de la congelación de las pajuelas en un congelador a -30ºC durante 30 minutos (Mocé y col., 2003). La descongelación se realizó en baño de agua a 50ºC durante 10-12 segundos.
Tras la descongelación, se estimó el porcentaje de espermatozoides móviles de forma subjetiva y se evaluó el porcentaje de espermatozoides con acrosoma no dañado.
Fueron inseminadas un total de 216 hembras multíparas entre los meses de marzo y junio. Solamente se inseminaron las hembras receptivas (vulva de color rojo) y se emplearon 30 millones de espermatozoides totales/hembra (0,5 ml de semen descongelado/hembra), utilizando cánulas de vidrio (de 0,5cm de diámetro). Para inducir la ovulación, se inyectó intramuscularmente 1 μg de acetato de buserelina (Hoechst Marion Roussel, S.A., Madrid) a la vez que se realizó la inseminación.
El diagnóstico de gestación se realizó por palpación abdominal 12 días tras la inseminación. En el momento del parto, se anotó el número de gazapos nacidos totales y nacidos vivos.
El porcentaje de hembras gestantes y el porcentaje de hembras que parieron, se analizó mediante un análisis de Chi cuadrado (Statgraphics Plus). Para analizar si existían diferencias entre líneas genéticas de machos en el número de gazapos nacidos totales y nacidos vivos, se realizó un GLM (SAS) incluyendo la línea genética del macho como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de fertilidad y prolificidad, así como los resultados de calidad seminal tras la descongelación para los machos seleccionados por velocidad de crecimiento y maternales se encuentran resumidos en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos tras la inseminación con semen congelado de machos maternales y de crecimiento.

Tipo de macho	Motilidad (%) (LSM ±e.e)	NAR (%) (LSM ±e.e.)	Nº ♀	Fertilidad (nº)	Fertilidad a parto (nº)	Nacidos totales/ parto (LSM ±e.e.)	Nacidos vivos/parto (LSM ±e.e.)
V	40±4	58±3[a]	99	50%[a] (49)	47%[a] (46)	8.0±0.52[a]	7.4±0.57[a]
R	29±4	39±3[b]	117	21%[b] (24)	16%[b] (19)	5.1±0.82[b]	4.1±0.88[b]

LSM±e.e.: Least square means ± error estándar. [a, b]: valores en la misma columna con diferentes superíndices son estadísticamente diferentes (P<0.01).

Tras la inseminación con semen congelado de conejos pertenecientes a la línea seleccionada por velocidad de crecimiento, los resultados obtenidos fueron peores que los observados tras la inseminación con semen congelado de machos maternales. Vicente y col., (2000), observaron ligeras diferencias tras la inseminación con semen fresco entre estas dos líneas de conejos en fertilidad (75% vs. 79% para las líneas R y V, respectivamente), y diferencias significativas en número de gazapos nacidos totales (10,3 vs. 11,2 nacidos totales/parto para las líneas R y V, p<0,05) y número de gazapos nacidos vivos (9,8 vs. 10,9 nacidos vivos/parto, p<0,05 para las líneas R y V, respectivamente). Las diferencias observadas en este trabajo podrían responder al menor porcentaje de motilidad y espermatozoides con acrosomas no dañados que se observan en la línea R; en vacuno, Saacke y White (1972) observaron correlaciones significativas entre el

porcentaje de espermatozoides con acrosomas no dañados tras 2 horas de incubación a 37°C y la fertilidad. Por otra parte, parece que existen diferencias en la sensibilidad del semen de diversas líneas al mismo protocolo de congelación; en cerdos, Johnson y col. (1981) observaron diferencias en la fertilidad a parto entre dos razas de cerdos (58,6 vs 40,9 fertilidad a parto para el semen congelado de machos de la raza Dutch Large White y Dutch Landrace, respectivamente) y Nakagata y Takeshima (1993) observaron diferencias en la motilidad y la fertilidad entre semen congelado de dos líneas de ratón. Recientemente, Thurston y col. (2002) observaron diferencias en la calidad del semen post-descongelación entre tres razas de cerdos (Landrace, Large White y Duroc), obteniendo el semen de mejor calidad para los machos de la raza Landrace y el de peor calidad para los machos de la raza Duroc.

Las diferencias entre la calidad y capacidad fecundante del semen de estas dos líneas de conejos podría estar determinado genéticamente. En otras especies, se ha sugerido que las diferencias observadas entre razas o líneas a la crioconservación podrían ser debidas a diferencias en las propiedades de las membranas espermáticas, que serían determinadas genéticamente (Yu y col., 2002). En porcino, han sido incluso identificados dieciséis marcadores genéticos que podrían explicar diferencias en la congelabilidad del semen entre individuos (Thurston y col., 2002).

En conclusión, existen diferencias en la resistencia a la congelación del semen de dos líneas de conejos (una de ellas seleccionada por velocidad de crecimiento y la otra por caracteres maternales) que podrían estar determinadas genéticamente. Los protocolos de congelación desarrollados no parecen ser óptimos para todas las líneas de una misma especie, por lo que sería necesario diseñar procedimientos de congelación adecuados para el semen de animales pertenecientes a diferentes líneas.

BIBLIOGRAFIA

Amann, R.P., Pickett, B.W. 1987. Equine Vet. Sci., 7: 145-173.

Chen, Y., Li, J., Simkin, M.E., Yang, X., Foote, R.H. 1989. Biol. Reprod., 41: 848-853.

Estany, J., Baselga, M., Blasco, A., Camacho, J. 1989. Livest. Prod. Sci., 21: 67-75.

Estany, J., Camacho, J., Baselga, M., Blasco, A. 1992. Genet. Sel. Evol., 24: 527-537.

Johnson, L.A., Aalbers, J.G., Willems, C.M., Sybesma, W. 1981. J. Anim. Sci. 52:1130-1136.

Medrano, A., Watson, P.F., Holt, W.V. 2002. Reproduction, 123: 315-322.

Mocé, E., Lavara, R., Vicente, J.S. 2003. Anim. Reprod. Sci., 75: 107-118.

Nakagata, N., Takeshima, T. 1993. Exp. Anim., 42: 317-320.

Parkinson, T.J., Whitfield, C.H. 1987. Theriogenology, 27: 781-797.

Saacke, R.G., White, J.M. 1972. Proceedings of the 4th National Association of Animal Breeders Technical Conference on Artificial Insemination and Reproduction, 23-27.

SAS 1997. SAS /STAT User`s Guide (Release 6.03). SAS Inst, Cary, NC.

STATGRAPHICS PLUS 4.1. 1994-1999.

Thurston, L.M., Siggins, K., Mileham, A.J., Watson, P.F., Holt, W.V. 2002. Biol. Reprod., 66: 545-554

Vicente, J.S., Viudes de Castro, M.P. 1996. Reprod. Nutr. Dev., 36: 485-492

Vicente, J.S., Viudes de Castro, M.P., Lavara, R., Lavara, F. 2000. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Vol. A: 273-277.

Vishwanath, R., Shannon, P. 1997. Reprod. Fertil. Dev., 9: 321-331.

Viudes de Castro, M.P., Vicente, J.S., Lavara, R. 1999. Ann. Zootech., 48: 407-412.

Yu, I., Songsasen, N., Godke, R.A., Leibo, S.P. 2002. Cryobiology, 44: 62-78.

RESPUESTA AL EFECTO MACHO EN OVEJAS DE RAZA LATXA EN PRIMAVERA

I. Beltrán de Heredia[1], E.Ugarte[1], L. Bodin[2]
[1] NEIKER, A.B. Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46 01080 VITORIA-GASTEIZ
[2] INRA. Station d'Amélioration Génétique des Animaux. 31326 CASTENET-TOLOSAN. France

INTRODUCCIÓN

La raza Latxa es una raza ovina estacionaria (Beltrán de Heredia et al., 2001), cuyo sistema de producción tiende a que se reproduzca en períodos de anoestro estacionario. Este hecho se ha resuelto mediante tratamientos hormonales combinados o no con tratamientos luminosos. En otras razas ovinas de la cuenca mediterranea, también han sido utilizados otros tratamientos alternativos como el efecto macho (Folch y Alabart, 1999 ; Thimonier et al., 2000). La respuesta al efecto macho en primavera no ha sido estudiada con anterioridad en la raza Latxa y en el presente trabajo se presentan los resultados de una experiencia diseñada a tal efecto. Además de estudiar dicha repuesta también se estudiaron los factores que la condicionan.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rebaño experimental de NEIKER (42,51ºN), entre el 10 de mayo y el 2 de julio de 2001

Se constituyó un lote experimental de 84 ovejas adultas, de edades comprendidas entre 1 y 6 años, cuyas fechas de parto estaban comprendidas entre el 19/01/01 y el 21/03/01. Todas ellas se encontraban en ordeño.

Los machos permanecieron aislados desde el mes de noviembre. El 18/05/01 se introdujeron cuatro machos enteros (1 por 20 hembras) y fueron retirados el 1/06/01. En ningún momento se permitió el contacto físico entre machos y hembras.

La actividad ovárica se determinó mediante los niveles de progesterona plasmática. Antes de la introducción de los machos se realizaron dos determinaciones con una diferencia de 8 días, para detectar aquellas ovejas que ya presentaban actividad ovárica (Thimonier, 1989). Posteriormente a la introducción de los machos se realizaron otras cuatro determinaciones los días 5, 11, 22 y 28, con objeto de conocer la respuesta de las ovejas al efecto macho (Croker, 1988; Thimonier et al., 2000) y los otras dos, los días 39 y 45 para conocer aquellas que siguieron cíclicas después del estímulo recibido. Se considera que presentan actividad ovulatoria las ovejas que tienen niveles de progesterona igual o superiores a 1ng/ml.

Se registraron el peso y el estado de carnes al inicio de la experiencia y un mes posterior a éste, así como su producción lechera tipificada a 120 días y el número de corderos nacidos en el parto precedente.

El análisis estadístico se realizó mediante procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS/STAT, 1998) en el que se incluyeron como efectos fijos la combinación entre número de parto y edad (4 niveles), la condición corporal (3 niveles: 2.6-3; 3.1-3.5; —3.6), el peso (5 niveles: ...49; 50-55; 56-59; 60-64; >64), el número de corderos nacidos (2 niveles: 1 y 2) en el parto anterior y el nivel de producción lechera medido en función de la lactación tipificada a 120 días (2 niveles: alto, >145 l y bajo<145 l).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con anterioridad a la introducción de los machos solamente 4 ovejas presentaron actividad ovárica, por lo que fueron eliminadas del análisis de los datos.

Los animales que respondieron al efecto macho fueron un total de 25. De ellos, 3 presentaron ovulaciones a las primeras horas y en un intervalo de 6 días, se obtuvo respuesta en 9 animales más, de los cuales, ninguno había presentado con anterioridad respuesta. 17 días después de la primera ovulación, 13 animales estaban activos, de los cuales, únicamente dos repetían ciclo y 17 días después de la segunda ovulación, 10 ovejas presentaron ovulaciones, de las cuales únicamente 2 presentaron actividad por primera vez.

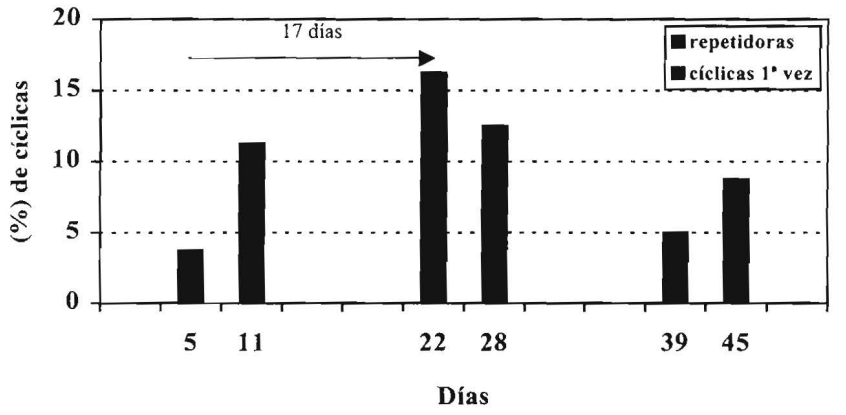


Figura 1.- Respuesta de las ovejas de raza Latxa al efecto macho.

La respuesta al efecto macho en este período y en las condiciones descritas en el apartado correspondiente a material y métodos, ha sido del 31% (Figura 1). Estos resultados son inferiores a los reportados en Rasa Aragonesa (Folch y Alabart, 1999) y en Ile-de-France (Signoret et al. 1982) siempre superiores al 60%, y pudieran ser un reflejo del manejo de los machos en la experiencia, del porcentaje de machos, y de la duración del contacto machos-hembras (Signoret et al., 1982), así como de la raza y de *la profundidad del anoestro* de las ovejas delrebaño (Pearce y Oldham, 1984). En este caso, antes de la introducción de los machos, el porcentaje de ovejas con actividad ovárica era de un 4%, mientras que en años anteriores en las mismas fechas ha sido del 1% (Beltrán de Heredia et al., 2001).

El resto de determinaciones hormonales realizadas, demuestran que el estímulo recibido no ha sido suficiente para iniciar la estación sexual, ya que el porcentaje de animales con actividad ovárica va disminuyendo, así como el porcentaje de animales nuevos que se incorporan a este grupo (Figura 1). Este hecho ya ha sido observado con anterioridad y se conoce como una de las limitaciones de la eficacia del efecto macho (Oldham y Cognié, 1980).

El análisis de varianza realizado indicó que ninguno de los efectos estudiados es significativo (p> 5%), si bien en estudios anteriores (Beltrán de Heredia et al., 2001) se observó que, el nivel de producción lechera ejerce un efecto negativo sobre la actividad ovárica espontánea en primavera, siendo precisamente los animales de menor producción los que presentan mayor ciclicidad.

Analizando el efecto número de parto edad, y aunque en el análisis realizado este efecto no resultó significativo, los datos obtenidos no concuerdan con los referidos en la bibliografía. Pearce y Oldham (1984) y Thimonier et al. (2000), indican que los animales jóvenes presentan menor respuesta al efecto macho como consecuencia de su edad. En nuestro estudio el 37% de las corderas de raza Latxa responden al efecto macho, correspondiendo al mayor porcentaje por grupos de edad.

Los resultados obtenidos, así como las condiciones experimentales (% de ovejas cíclicas previo a la introducción de machos, manejo de machos, y fecha de introducción de machos) nos inducen a pensar en la necesidad de repetir la experiencia para corroborar los resultados. En cualquier caso, desde el punto de vista ganadero, este efecto macho no será de utilidad practica, ya que o bien el efecto año es tan importante que hace que esta técnica sea poco fiable, o la respuesta en esta raza es de este orden de magnitud y un resultado de un 30% no la hace útil.

AGRADECIMIENTOS

Sylvie Canepa y al personal del laboratorio de dosages hormonaux de INRA-Tours, por las determinaciones hormonales.

Este trabajo se ha podido realizar en parte gracias a una acción integrada de cooperación hispano francesa (HF 2001-0081) soportada por el Ministerio de Educación y Cultura español y el Ministerio de Asuntos Exteriores francés.

BIBLIOGRAFÍA

I. Beltrán de Heredia, E. Ugarte, L. Bodin, P. Chemineau, 2001. Actividad ovulatoria en primavera en ovejas de raza latxa. ITEA, Vol. Extra 22 N.º 2: 721-723.

K. Croker, 1988. Teasing ewes for early breeding. Farmnote Nº 31/88.

J. Folch, J.L. Alabart., 1999. Respuesta al efecto macho de ovejas rasa aragonesa según su estado cíclico tratadas o no con melatonina en primavera. ITEA, Vol. Extra 20 N.º 2: 651-653.

C.M. Oldham, Y. Cognié, 1980. Do ewes continue to cycle after teasing. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 13: 82-85.

D.T. Pearce, C.M. Oldham, 1984. The ram effect, its mechanism and application to the management of sheep. En: *Reproduction in Sheep*. Eds. D.R. Lindsay y D.T. Pearce. Australian Academy of Science, Camberra, 26-34.

SAS/STAT, 1998. User's guide. Release 6.03 Edition. SAS Institute inc.

J.P. Signoret, D.R. Lindsay, C.M. Oldham, Y. Cognié, 1982. Conditions pratiques de l'effect mâle pour la maîtrise de la reproduction des ovins. 7èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine. ITOVIC-SPEOC. Ed. Paris. 304-315.

J. Thimonier, 1989. Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez les brebis. Existence de rythmes endogènes. Thèse de doctorat. Université de Tours. France, 112 pp.

J. Thimonier, Y. Cognié, N. Lassoued, G. Khaldi, 2000. L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. INRA Prod. Anim., 13, 223-231.

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 342-344

EFECTO DE LA MELATONINA Y EL ESTRADIOL SOBRE LA RESPUESTA DE ESTRÉS EN OVEJAS RASA ARAGONESA OVARIECTOMIZADAS

G.A. María*[1], F. Forcada[1], J.A. Valares[1], J.A. Abecia[1] y G. Chacón[2]
[1]Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. [2]Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza
(*) levrino@unizar.es

INTRODUCCION

Prácticas de manejo en el ganado ovino como el transporte, la manipulación, el esquileo o el manejo sanitario pueden constituirse en factores de estrés (Barnet y Hemsworth, 1990) que incluso alteren la eficiencia reproductiva de las ovejas. Dicha alteración parece ejercerse a través de una modificación de los patrones de liberación de la LH (Dobson, 1999 a,b) mediante mecanismos en los que pueden jugar un papel importante los esteroides ováricos (Tilbrook et al., 1999), o de un aumento de la mortalidad embrionaria (Doney et al., 1976). De este modo, una ambiente estresante pueda afectar a la liberación pulsátil de LH (Dobson et al., 2000), lo que puede reducir la secreción de estradiol por los folículos dominantes con efectos negativos sobre el desarrollo y la funcionalidad del ovocito, pudiendo comprometer la viabilidad de la futura gestación.

Otros factores de estrés que también hay que considerar son el aislamiento del resto de animales del rebaño e incluso un muestreo frecuente para obtención de sangre para análisis hormonales. En el primer caso, se ha demostrado que una oveja que no puede ver ni oler a sus congéneres presenta elevados niveles de cortisol que se mantienen durante al menos 6 horas (Dobson et al., 2000). Dado que el alojamiento en jaulas individuales es una práctica frecuente en los estudios de reproducción, cabe plantearse si este factor de estrés puede incidir en los resultados.

Por otra parte, se ha planteado la hipótesis de que algunos de los efectos beneficiosos que la melatonina pueden estar mediados por una mejor respuesta de estrés de los individuos tratados con esta hormona (Kirby et al., 1999). Por tanto y en conjunto, uno de los objetivos del presente estudio es cuantificar la repuesta de estrés en ovejas ovariectomizadas alojadas en jaulas individuales en función del tratamiento con melatonina y/o estradiol.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron un total de 32 ovejas de raza Rasa Aragonesa ovariectomizadas en agosto de 2002, con un peso vivo medio de 59.2 ± 7.6 kg y una nota de condición corporal media de 3.1 ± 0.5 y alimentadas para cubrir sus necesidades de mantenimiento de peso vivo. El alojamiento fue en grupo en boxes cubiertos con acceso libre al exterior. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro lotes: **ME** (melatonina+estradiol); **CE** (estradiol); **MC** (melatonina) y **CC** (control). Los implantes de estradiol se colocaron el 1 de octubre y los de melatonina 15 días después. Los animales fueron sometidos a la acción de un estresor de baja intensidad (alojamiento en jaulas individuales

durante 5 horas) durante la primeras semana de diciembre. Se tomaron muestras de sangre en 3 ocasiones antes del tratamiento de aislamiento, así como durante la estancia en las jaulas (5 tomas horarias) y 24 horas después de abandonarlas, en ambos casos con la ayuda de catéteres colocados en yugular. La respuesta al estrés de las ovejas fue evaluada a través de los niveles plasmáticos de cortisol (actividad del eje HPA), de glucosa y lactato (metabolismo energético) y de la enzima Creatinina Kinasa (CK, actividad muscular). El cortisol se analizó por ELISA y los restantes parámetros fueron analizados en un analizador multicanal Technicon RA-500. El análisis estadístico se realizó por la técnica de mínimos cuadrados (GLM, SPSS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados para los niveles de cortisol en los cuatro lotes. No se observaron diferencias significativas entre los grupos, con la excepción del grupo implantado únicamente con melatonina (MC), que tuvo una respuesta inicial significativamente más elevada que los demás lotes. La respuesta más baja se observó para el lote de melatonina más estradiol, donde fue un 23 % inferior que en los controles. La caída de cortisol entre el pico inicial y la última muestra en jaulas, recogida 5 horas después de la acción del estresor, fue del 59% en ME, del 57% en CE, del 76% en MC y del 54% en CC. La variabilidad observada entre lotes en el momento del pico inicial fue superior (42 ng/ml) a la observada al final de la acción del estresor (5 ng/ml). Otros autores tampoco han encontrado diferencias significativas entre los niveles plasmáticos de cortisol en ovejas ovariectomizadas tratadas o no con esteroides ováricos (Tilbrook et al., 1999) al contrario de lo observado en ratas, especie en la que los estrógenos estimulan notablemente la actividad del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (Young, 1995). Es posible que en ganado ovino haya otros compuestos gonadales que incidan más específicamente en el citado eje.

Los valores de CK no variaron significativamente entre lotes y fueron en general bajos (226 ± 223 UI/l) aunque muy variables (161-377) indicando una baja actividad muscular durante la acción del estresor.

Los niveles de lactato (mg/dl) al inicio de la acción del estresor, fueron más bajos en ME (27,1 ± 4,6) que los observados para CE (45,9 ± 8,0), MC (30,6 ± 7,8) ó CC (29,.3 ± 7,8). No obstante, al final de la estancia en las jaulas las diferencias entre lotes se anularon, con valores de 12,8 ± 7,9 (ME), 10,1 ± 7,8 (CE), 10,6 ± 7,9 (MC) y 11,5 ± 7,9 (CC). No se observaron diferencias significativas entre lotes en relación a los niveles de glucosa al inicio del estímulo estresor, que fueron de 70,0 ± 8,2 (ME), 82,7 ± 8,2 (CE), 85,4 ± 8,2 (MC) y 75,9 ± 8,2 (CC) mg/dl. Las diferencias entre valores iniciales de glucosa y después de cinco horas de adaptación fueron escasas (7% en ME; 8% en CE; 3% en MC y 21% en CC).

Los resultados obtenidos hasta el momento permiten sugerir que, si bien las diferencias entre lotes fueron poco significativas, el grupo implantado con melatonina más estradiol, presentó una respuesta adaptativa de estrés más eficiente que los restantes lotes. Esta tendencia fue más evidente al inicio de la

acción del estresor indicando una menor sensibilidad al mismo por parte de los animales implantados con melatonina más estradiol. Por el contrario, los animales implantados con melatonina solamente, presentaron una respuesta inicial más brusca, pero también lograron su adaptación final. En todos los casos el metabolismo energético no se vio seriamente comprometido por la demanda adaptativa, siendo más eficientes los animales de ME. En general los niveles observados para los indicadores de estrés analizados no indican un compromiso del bienestar de los animales.

Estas conclusiones son preliminares, quedando por analizar los datos de frecuencia cardiaca y de hormonas reproductivas, lo que permitirá tener una visión más amplia e integrada de la posible acción de la melatonina y el estradiol sobre la respuesta adaptativa de estrés y su posible efecto en la eficiencia reproductiva del ganado ovino.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas para los niveles de cortisol plasmático (ng/ml) antes, durante y después de su estancia en jaulas individuales, en ovejas Rasa Aragonesa ovariectomizadas implantadas (M-) o no (C-) con melatonina y tratadas (-E) o no (-C) con estradiol

Momento	ME	CE	MC	CC
Previo Jaula	19,33 ±3,86	22,06 ±3,86	22,30 ±3,87	25,19 ±3,80
Jaula Toma 1	28,80 ±6,70*a*	32,76 ±6,70*a*	70,16 ±6,70*b*	37,43 ±6,70*a*
Jaula Toma 2	20,32 ±6,68	30,04 ±6,67	29,73 ±6,68	16,85 ±6,76
Jaula Toma 3	21,75 ±6,69	27,52 ±6,76	22,46 ±6,67	17,39 ±6,72
Jaula Toma 4	15,00 ±6,72	15,26 ±6,72	20,14 ±6,70	19,75 ±6,70
Jaula Toma 5	11,86 ±6,69	14,14 ±6,74	17,16 ±6,71	17,24 ±6,68
Post Jaula	9,04 ±1,90	8,21 ±1,91	10,50 ±1,93	10,08 ±1,89

a,b Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,01)

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por CICYT (Proyecto AGL2001-1817)

BIBLIOGRAFIA

BARNET J.L., HEMSWORTH P.H. 1990. Applied Animal Behaviour Science 25, 177-187.
DOBSON H. et al. 1999 a. Journal of Reproduction and Fertility 116, 1-8.
DOBSON H. et al. 1999 b. Journal of Reproduction and Fertility 117, 213-222.
DOBSON H. et al. 2000. Symp. Reproduction in Small Ruminants, Sandnes, 39-43.
DONEY J.M. et al. 1976. Journal of Agricultural Science, Cambridge 87, 133-136.
KIRBY A.W. et al. 1999. Journal of Pineal Research 27, 78-85.
TILBROOK et al. 1999. Journal of Endocrinology 160, 469-481.
YOUNG E.A. 1995. Critical Reviews in Neurobiology 9, 371-381.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 345-347

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON MELATONINA EN DIFERENTES MOMENTOS DEL AÑO SOBRE LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS DE OVEJAS DE RAZA RASA ARAGONESA

VALARES, J.A.*, MARTÍN, S.**, ABECIA J.A.*, FORCADA, F*., FERRER, L.M.**, GARCIA PASTOR, L.***, GONZÁLEZ, J.M.***, MARTINO, A.******

*Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos ** Dpto. Patología Animal. Facultad Veterinaria Zaragoza ***Gabinete Técnico Veterinario ****CEVA Salud Animal S.A. Proy. PETRI 1995-0520-OP

INTRODUCCION

Revisiones recientes de los resultados reproductivos obtenidos en razas ovinas explotadas en nuestras latitudes tras el uso de implantes de melatonina (Forcada et al., 2000, Abecia et al, 2002, 2003) han demostrado un uso alternativo al tradicional impuesto en razas más estacionales, implantando incluso a partir de diciembre. En la mayoría de los casos las ovejas tratadas con melatonina presentan aproximadamente un 30% más de corderos nacidos que las ovejas no tratadas, siendo este dato la suma de una mayor fertilidad y en algunos casos también de una superior prolificidad, dándose además un cierto agrupamiento de la paridera (Valares et al., 2002). El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de los implantes de melatonina sobre los parámetros reproductivos en ovejas de raza Rasa Aragonesa, en función del momento de su aplicación desde el solsticio de invierno al equinoccio de verano, además del estudio de las curvas de parto correspondientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En 5 explotaciones ovinas de raza Rasa Aragonesa de la provincia de Zaragoza se colocaron implantes de melatonina a un grupo de animales (lote M, n=521) siguiendo el protocolo de manejo recomendado comercialmente (efecto macho más 45 días de intervalo implante-introducción de machos), quedando otro grupo como lote control (lote C, n=432) (Tabla 1). En cada explotación, se han comparado estadísticamente los porcentajes de fertilidad (X^2), además de la prolificidad (corderos/parto) y la fecundidad (corderos nacidos/100 ovejas) (análisis de varianza). Se han estudiado las curvas de parto, así como el porcentaje de ovejas paridas los primeros 17 días de la paridera y el tiempo necesario para que paran el 95% de las ovejas, como estimadores de la mayor o menor estacionalidad y del alargamiento o concentración de la paridera, respectivamente.

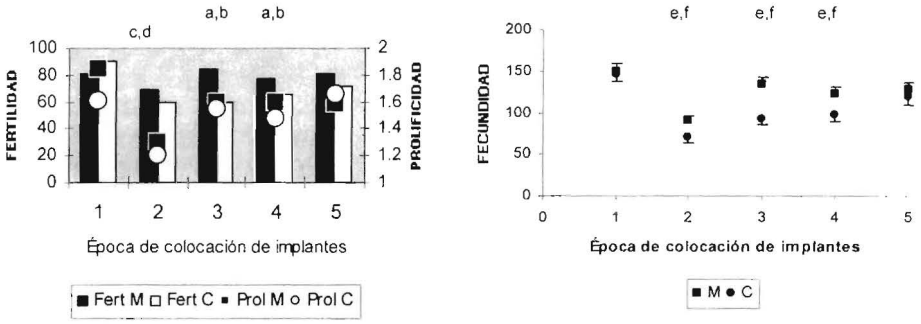
Tabla 1. Número de ovejas por lote, fechas de colocación de los implantes y de introducción de machos

Época	Fecha teórica	Fecha real	Introduc.Machos	Lote M	Lote C
1	1 enero	26 diciembre	15 febrero	67	74
2	15 febrero	15 febrero	1 abril	154	85
3	1 abril	2 abril	15 mayo	100	100
4	15 mayo	9 mayo	15 junio	100	98
5	1 julio	26 junio	10 agosto	100	75

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados reproductivos obtenidos en las explotaciones estudiadas se reflejan en la Figura 1.

Figura 1. Fertilidad (%), prolificidad (corderos/parto) y fecundidad (corderos/100 ovejas) en función del momento de la colocación de los implantes de melatonina (a,b diferencias significativas en fertilidad; c,d prolificidad; e,f fecundidad)



Las mayores diferencias en fertilidad se dieron en las parideras de octubre ($P<0,0001$) y diciembre ($P<0,05$), a favor del lote M (implantes el 1 de abril y 15 de mayo, respectivamente). Las ovejas M presentaron una fecundidad significativamente superior tras implantes de 15 de febrero ($P<0,05$), 1 de abril ($P<0,001$) y 15 de mayo ($P<0,05$). Asumiendo el porcentaje de ovejas que paren los primeros 17 días en el lote control (Figura 2) como un indicador de ciclicidad, y por tanto del anoestro, éste fue muy marcado en el grupo C en las cubriciones de abril a julio. En esas épocas la utilización de melatonina produjo un aumento significativo del porcentaje de partos los primeros 17 días. Sin embargo, si se considera que los implantes no inducen unos porcentajes de ciclicidad superiores a los de las ovejas no implantadas (Forcada et al., 2000), podría concluirse que la melatonina favorecería la ausencia de retornos en celo, a través de una mejora de la supervivencia embrionaria, concentrando la paridera. En parte como consecuencia del efecto anterior, el tratamiento con melatonina produjo un agrupamiento de los partos respecto al lote C, medido como el número de días necesario para parir el 95% de las ovejas (Figura 2), alargando la paridera un 28% como media. En las épocas de mayor anoestro se observaron las típicas curvas de partos provenientes de un efecto macho, con dos picos muy marcados alrededor de los días 20 y 25 de la paridera. Como es lógico, fuera de la época de anoestro el efecto macho no es tan acusado (Figura 3).

CONCLUSIONES

El anestro más profundo se produjo durante los meses de abril hasta julio. En este periodo, la utilización de implantes de melatonina incrementó significativamente la productividad de las ovejas de raza Rasa Aragonesa. Además, la utilización de implantes da lugar en todas las épocas a un aumento del número de ovejas paridas los primeros 17 días y un agrupamiento de las cubriciones y por tanto de las parideras, lo que permite una mejora en los problemas sanitarios de los neonatos

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABECIA J.A., et al., 2002. Albéitar 52: 30-31.
ABECIA J.A., et al., 2003. Albéitar, 62: 30-33.
FORCADA F., et al.,2000. Ovis 71: 65-86.
VALARES J.A., et al., 2002. XXV Jornadas Científicas S.E.O.C.

Figura 2: Porcentaje de ovejas paridas los primeros 17 días y agrupamiento de partos (periodo en el que se produce el 95% de los partos) en ovejas Rasa Aragonesa tratadas o no con implantes de melatonina en 5 momentos del año (a,b indica al menos P<0,05).

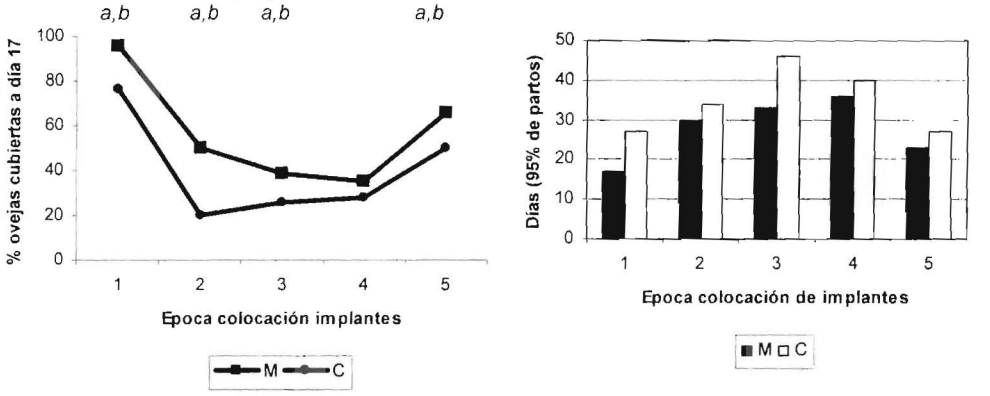
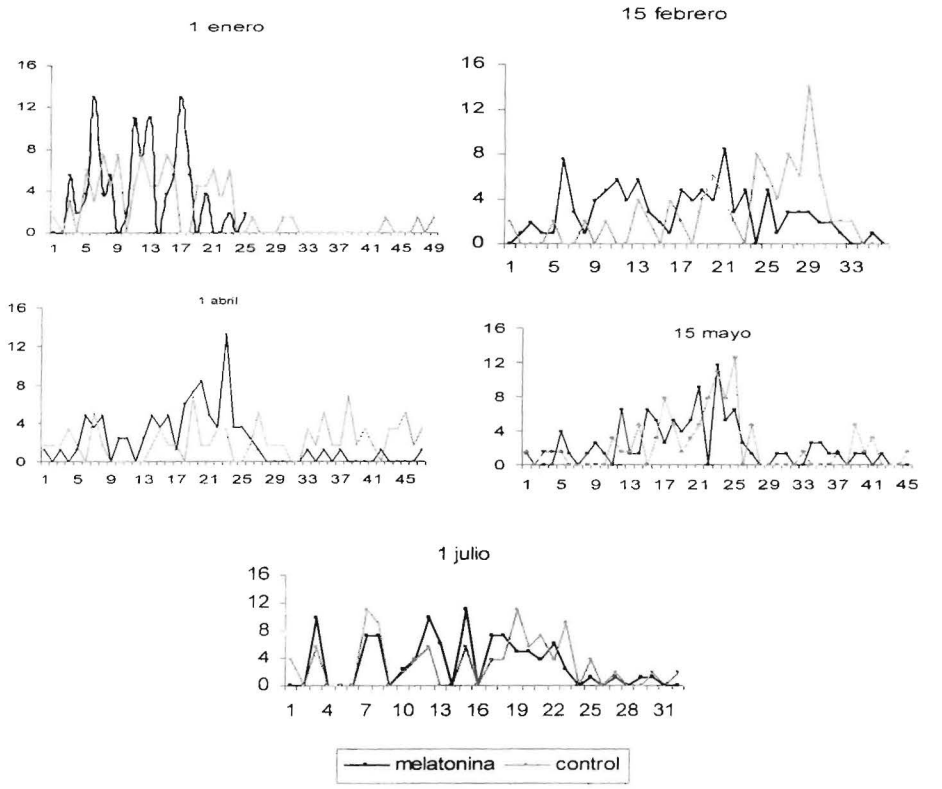


Figura 3. Representación gráfica de la distribución de los partos (%) en las diferentes explotaciones estudiadas (la fecha indica la colocación del implante).



ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 348-350

IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES MATERNO Y EMBRIONARIO EN LA SUPERVIVENCIA EMBRIONARIA EN UN PROGRAMA MOET OVINO

Olivera[1,2] J.M., Folch[2] J., Alabart[2] J.L., Cocero[3] M.J.

[1]Estación Exp. "M. A. Cassinoni" Ruta 3, Km 363. 60000. Paysandú, Uruguay.
[2] Unidad de Tecn. en Prod. Animal SIA-DGA Apdo 727, 50080 Zaragoza.
[3] Área Reprod. Animal. CIT/INIA. Ctra de La Coruña, Km 5,900. 8111-Madrid.

INTRODUCCIÓN

La calidad embrionaria se evalúa por su apariencia morfológica, siendo transferidos preferentemente los de alta calidad. Sin embargo, un porcentaje variable de ellos no sobrevive. Esto indicaría que una proporción de embriones tiene defectos intrínsecos, o que una proporción de receptoras no es apta para mantener la gestación. Por tanto, parece de sumo interés evaluar qué componente, el embrionario ó el materno, juega un papel mayor en la supervivencia observada. Con este fin, se han desarrollado dos modelos matemáticos: el Binomial y el Madre-Embrión. El modelo Binomial asume que los embriones son por sí mismos y en forma independiente uno del otro, la mayor fuente de variación que afecta a su supervivencia (Restall y col., 1976). El modelo alternativo o Madre-Embrión asume que tanto embriones como receptoras contribuyen en mayor o menor grado a la supervivencia (McMillan, 1998). En bovinos se ha comprobado que el modelo Madre-Embrión se ajusta mejor a los datos publicados en receptoras de transferencia embrionaria (TE) (McMillan, 1998). En ovinos, estos modelos se han testado sólo en condiciones de apareamiento natural, en las que no es posible distinguir entre fallos de fertilización y mortalidad embrionaria. Aunque el modelo Binomial es generalmente aceptado en estas condiciones (Restall y col., 1976), existen trabajos que plantean que ello depende del porcentaje de fertilización asumido (Hanrahan, 1994). Por tanto, el ajuste de los modelos debería ser testado en la especie ovina utilizando también datos de TE. El objetivo de este estudio fue conocer cuál de los modelos propuestos se ajusta mejor en la especie ovina, utilizando para ello datos provenientes de un programa de MOET desarrollado en nuestro laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Los dos modelos mencionados se testaron en 17 TE, 13 con embriones frescos y 4 con embriones congelados, con igual manejo y técnicas aplicadas a donantes, embriones y receptoras (Olivera y col., 1999). Se evaluaron 397 receptoras Rasa Aragonesa, adultas y secas. Cada receptora recibió dos embriones de buena calidad morfológica. La fertilidad, prolificidad y supervivencia embrionaria observada (*SE*) se determinaron 40 días pos-transferencia por ecografía externa que se confirmó al parto.

-Modelo Binomial- El ajuste a este modelo se realiza comparando el número "esperado" y "observado" de receptoras con 0, 1 o 2 corderos. La proporción "esperada" de receptoras se calcula basándose en la expansión del binomio $(p+q)^2$, siendo p=probabilidad de supervivencia de un embrión (= *SE* observada) y q=1-p (probabilidad de que no sobreviva). Las ecuaciones para calcular el número "esperado" de receptoras con 0, 1 o 2 corderos se obtienen de la aplicación de las leyes del cálculo de probabilidades de sucesos independientes (Tabla 1). La bondad de ajuste del modelo en cada TE y en el total de las mismas se realizó mediante Chi-cuadrado (con corrección de Yates) y 1 grado de libertad.

-Modelo Madre-Embrión- Los parámetros que este modelo son: la probabilidad de que un embrión sea competente para sobrevivir (e) o de que no lo sea (1-e), y la probabilidad de que una receptora sea competente para comenzar y mantener la gestación (r) o de que no lo sea (1-r). La SE observada coincide con el producto de e y r (er). El parámetro "e" (contribución embrionaria) se interpreta como la tasa potencial de supervivencia media de una población de embriones asumiendo que sólo son transferidos a una población de receptoras competentes (o sea, con "r"=1). Similarmente, la "r" (contribución materna) se interpreta como la tasa potencial de preñez media de una población de receptoras asumiendo que sólo les son transferidos embriones competentes (o sea, con "e"=1). Las ecuaciones para calcular el número "esperado" de receptoras con 2, 1 ó 0 corderos al transferir dos embriones en cada una de ellas se presentan en la Tabla 1.

En nuestro estudio no podremos comprobar directamente el ajuste al modelo Madre-Embrión debido a que hay sólo 2 ecuaciones linealmente independientes ($n_0+n_1+n_2=N$) y 2 incógnitas (e, r), por lo que los valores "esperados" para n_0, n_1 y n_2 coinciden con los "observados". Para comprobar el ajuste se necesitaría una ecuación adicional independiente, que se hubiera logrado transfiriendo simultáneamente en cada TE un sólo embrión a un grupo de receptoras. Por ello, a los efectos de nuestra hipótesis, asumiremos que al rechazar el modelo Binomial en una TE ($Chi^2>3.84$; $P<0.05$), se acepta implícitamente el modelo Madre-Embrión. Por una mayor facilidad, los parámetros "e" y "r" se despejan de las ecuaciones (1) y (2) de la Tabla 1, resultando: "e" = $2\cdot n_2/(n_1+2\cdot n_2)$, y "r" = $(n_1+2\cdot n_2)^2/(4\cdot n_2\cdot N)$.

Tabla 1. Ecuaciones para obtener el número "esperado" de receptoras con 2, 1 ó 0 corderos tras transferir 2 embriones según el modelo Binomial ó Madre-Embrión

Corderos por receptora	Modelo Binomial	Modelo Madre-Embrión	
2	$n_{2=}\ p^2\cdot N$	$n_{2=}\ e^2\cdot r\cdot N$	(1)
1	$n_{1=}\ 2p\cdot(1-p)\cdot N$	$n_{1=}\ 2\cdot e\cdot(1-e)\cdot r\cdot N$	(2)
0	$n_{0=}\ (1-p)^2\cdot N$	$n_{0=}\ ((1-r)+r\cdot(1-e)^2)\cdot N$	(3)

N: *número total de receptoras que reciben 2 embriones.* n_2*: número de receptoras gestantes de 2 corderos;* n_1*: número de receptoras gestantes de 1 cordero.* n_0*: número de receptoras vacías.* **p**: *probabilidad de supervivencia de un embrión;* **e**: *probabilidad de que un embrión sea competente para sobrevivir.* **r**: *probabilidad de que una receptora sea competente para mantener la gestación.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo Binomial se rechazó en el 77% (14/17) de los grupos de TE (Tabla 2). En efecto, la *SE* (p) fue en promedio sensiblemente menor de lo esperado para la calidad de embriones utilizada, y el porcentaje de ovejas vacías muy superior a lo predicho, suponiendo que todas las receptoras fueran aceptadas como "competentes". En todas las TE donde se rechazó el modelo Binomial la norma fue que hubo más receptoras vacías, menos con un solo cordero, y más con dos corderos de las "esperadas". Los valores medios observados de "e" en el grupo de TE en fresco indicó que entre el 86% y el 100% de los embriones utilizados tenían potencial para sobrevivir. Sin embargo, el valor medio de "r" indicó que el porcentaje de receptoras competentes para mantener la gestación osciló entre el 27% y el 92%. Por tanto, se observa una mayor variabilidad entre TE en el valor medio de "r" que en el de "e", independientemente del tipo de embrión utilizado (fresco o congelado).

Ello explicaría claramente la menor *SE* y el mayor porcentaje de ovejas que no quedaron gestantes.

Tabla 2. Resultados de dos grupos de TE: fertilidad (FERT), prolificidad (PROL), contribución embrionaria (e), contribución materna (r), supervivencia embrionaria observada (SE) y test de Chi ^{2} para comprobar bondad de ajuste al modelo Binomial.

TE	Receptoras	FERT	PROL	E	r	*SE*	Chi^2
Fresco A	11	0.27	2.00	1.00	0.27	0.27	7.4
B	22	0.77	1.82	0.90	0.78	0.70	7.6
C	16	0.88	1.93	0.96	0.88	0.84	5.0
D	29	0.83	1.75	0.86	0.84	0.72	4.9
E	22	0.68	1.93	0.97	0.68	0.66	14.8
F	35	0.80	1.93	0.96	0.80	0.77	20.8
G	10	0.80	1.75	0.93	0.80	0.75	2.7 *
H	24	0.92	1.90	0.95	0.92	0.88	4.9
I	11	0.91	1.80	0.89	0.92	0.82	0.24 *
J	23	0.83	1.79	0.88	0.84	0.74	4.8
K	13	0.77	1.90	0.95	0.77	0.73	5.5
L	25	0.88	1.77	0.87	0.89	0.78	2.6 *
M	36	0.39	1.79	0.88	0.39	0.35	21.3
Cong. A	16	0.44	1.43	0.60	0.52	0.31	1.5 *
B	27	0.59	1.56	0.72	0.64	0.46	4.8
C	47	0.68	1.66	0.79	0.71	0.56	11.4
D	30	0.53	1.56	0.72	0.58	0.42	6.6
Total	397	0.70	1.78	0.88	0.71	0.62	180.6

* : Chi^2 < 3.84, P>0.05 ; se acepta el modelo binomial.

Como conclusión, nuestros datos muestran que el modelo Binomial no explicaría adecuadamente la supervivencia observada en ovinos, mientras que un modelo que asume una contribución tanto embrionaria como materna, explicaría mejor los resultados obtenidos en la mayoría de las experiencias MOET analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hanrahan, J.P., 1994. Embryo survival in small ruminants: incidence and sources of variation. 45th annual Meeting European Association of Animal Production (Edinburgh), Sept. Sheep and Goat Commission, Session 2.

McMillan, W.H., 1998. Statistical model predicting embryo survival to term in cattle after embryo transfer. *Theriogenology*. 50: 1053-1070.

Olivera, J.; Alabart, J. L.; Cocero, M; Folch, J. 1999. Predicción de la fertilidad en ovejas receptoras de embriones mediante variables fisiológicas y de bioquímica sanguínea. ITEA, Vol. Extra 20 (2): 708-710.

Restall, B.J.; Brown, G.H.; Blockey, M. de B.; Cahill, L.; Kearins, R. 1976. Assessment of reproductive wastage in sheep. 1. Fertilization failure and early embryonic survival. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 16: 80, 329-335.

Financiado por INIA (Proyecto SC00-051-C2-2) Y CDTI (Proyecto 1999/0341). Agradecimientos a AECI y Universidad de la República por financiar beca predoctoral del primer autor. A Begoña Aguilar, Pilar Sánchez, Elías Echegoyen e Ismael Escota por su colaboración técnica.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 351-353

RELACIÓN ENTRE LA TASA DE OVULACIÓN Y LOS NIVELES DE PROGESTERONA EN LAS OVEJAS RECEPTORAS DE EMBRIONES EL DÍA PREVIO A LA TRANSFERENCIA SOBRE LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS

Olivera[1,3] J.M., Alabart[3] J.L., Cocero[2] M.J., Roche[3] A., Folch[3] J.

[1]Estación Exp. "M. A. Cassinoni" Ruta 3, Km 363. 60000. Paysandú, Uruguay.
[2] Área Reprod. Animal. SGIT/INIA. Ctra de La Coruña, Km 5,900. 8111-Madrid.
[3] Unidad de Tecn. en Prod. Animal SIA-DGA Apdo 727, 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la receptora en la supervivencia de los embriones ha sido demostrada en ovinos (Olivera y col., 2003). Identificar de forma práctica las receptoras más aptas permitiría mejorar los resultados de los programas MOET ovinos. En este sentido, la relación entre los niveles plasmáticos de progesterona en el día previo a la transferencia (P4D6), la tasa ovulatoria (TO) y el comportamiento reproductivo es aún tema de controversia en esta especie. Algunos autores observan una relación positiva entre la TO y la supervivencia de los embriones (Szell y Hudson, 1983), aunque otros no logran confirmarla (Bari y col., 2003). Por último, en condiciones de apareamiento natural las ovejas con ovulación doble bilateral tienen una mayor supervivencia embrionaria que aquellas con ovulación doble unilateral, pero esto no ha sido confirmado en receptoras ovinas de transferencia embrionaria (TE). Con el propósito de elegir las mejores receptoras según estos criterios, los objetivos de este trabajo fueron conocer: 1) la relación entre P4D6 y TO, 2) la relación entre P4D6, fertilidad y prolificidad, y 3) el efecto de la TO y el sitio de las ovulaciones sobre el comportamiento reproductivo de las receptoras ovinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos proceden de 9 experiencias de TE realizadas en estación reproductiva. Se evaluaron 180 receptoras Rasa Aragonesa, adultas y secas, del rebaño experimental del SIA. Se transfirieron en fresco 2 embriones de buena calidad morfológica por receptora, en el mismo cuerno uterino e ipsilateral al ovario con más ovulaciones. Los demás manejos y técnicas aplicados a donantes, embriones y receptoras se han descrito previamente (Olivera y col., 1999).

Se tomaron muestras de sangre de las receptoras el día previo a la TE (Día 6; Día 0=estro). Los niveles de P4D6 se midieron por RIA directo, usando kits comerciales (PROG-CTRIA, Shering). La TO y el sitio de las ovulaciones múltiples (uni o bilaterales) se evaluó al momento de la TE vía laparoscopia. La fertilidad, prolificidad y supervivencia embrionaria (SE) se determinaron por ecografía 35 días p. c. y se confirmaron al parto. La contribución embrionaria (e) y materna (r) fueron estimadas según el modelo "madre-embrión" (Olivera y col., 2003).

La relación entre P4D6 y TO se determinó por medio del coeficiente de correlación. La diferencia en P4D6 entre los grupos de fertilidad, prolificidad y TO se analizó mediante ANOVA y test de Duncan. Las frecuencias de receptoras con ovulación simple vs. múltiple, o múltiple unilateral vs. bilateral se compararon con el test binomial. El efecto de la TO y el sitio de las ovulaciones sobre el comportamiento reproductivo de las receptoras se analizó mediante Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad, prolificidad y supervivencia embrionaria medias fueron 78.3% (141/180), 1.87 (264/141) y 73.3% (264/360), respectivamente.

Los niveles de P4D6 se elevaron a medida que aumentó la TO, observándose una correlación baja entre estas variables (R^2=0.24, P<0.001). Esto puede ser debido a que los niveles de progesterona estarían más correlacionados con el volumen total de masa luteal que con el número de ovulaciones (Bartlewski y col., 1999). El valor medio de P4D6 en el total de receptoras fue de 0.43 ± 0.31 ng/ml (media ± SD; rango: 0.05-2.06). Los niveles de P4D6 no difirieron significativamente entre receptoras gestantes y vacías (0.42 ± 0.30 *vs.* 0.47 ± 0.33 ng/ml), ni entre receptoras gestantes con 1 ó 2 corderos (0.40 ± 0.24 *vs.* 0.43 ± 0.31 ng/ml).

La frecuencia de receptoras con TO simple fue significativamente menor que la de receptoras con TO múltiple (28.3% vs. 71.6%, respectivamente, P<0.01; Tabla 1). De ellas, 74.4% (96/129) presentó ovulación doble, 19.3% (25/129) triple, y sólo un 6.2% una tasa mayor a este valor. Como las receptoras con ovulación doble y triple tuvieron similar fertilidad y SE (84.3% y 77%; 84% y 82%, respectivamente; P>0.05) sus datos fueron agrupados. Dado el bajo número de receptoras con más de 3 ovulaciones, sus datos también se unificaron. Se observó una mayor proporción de receptoras con ovulación múltiple bilateral que unilateral (62.7 vs. 37.2%, P<0.01).

Tabla.1. Comportamiento reproductivo de receptoras según número y sitio de las ovulaciones: FERT (fertilidad), PROL (prolificicidad), e (contribución embrionaria estimada), r (contribución materna estimada), SE (supervivencia embrionaria) y P4D6 (nivel plasmático de progesterona el día previo a la TE; media ± e. e.)

Tasa Ovulatoria	Receptoras	FERT	PROL	e	r	SE	P4D6
1	51	0.69 [a]	1.91	0.96	0.69	0.66 [a]	0.28 ± 0.03 [a]
2 y 3	121	0.84 [b]	1.85	0.92	0.85	0.78 [b]	0.47 ± 0.03 [b]
> 3	8	0.50 [a]	2.00	1.00	0.50	0.50 [a]	0.94 ± 0.14 [c]
Múltiple Bilateral	81 [d]	0.84	1.85	0.92	0.84	0.78	0.52 ± 0.04
Múltiple Unilateral	48 [e]	0.79	1.87	0.93	0.80	0.74	0.45 ± 0.04

Valores en la misma columna con diferente superíndice: a,b,c; d,e, difieren significativamente (P<0.05).

Las receptoras con ovulación doble y triple tuvieron significativamente mayor fertilidad y SE que aquellas con ovulación simple ó mayor a 3 (P<0.05; Tabla 1). Los niveles de P4D6 fueron similares en receptoras con doble o triple ovulación (0.44 ±0.03 vs. 0.56 ±0.07; P>0.05). Las receptoras con ovulación doble y triple tuvieron mayores niveles de P4D6 que las de ovulación simple, pero menores niveles que las receptoras con más de 3 ovulaciones (P<0.05). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el comportamiento reproductivo o nivel de P4D6 entre receptoras con ovulación múltiple unilateral y bilateral. Los valores de contribución embrionaria (e) fueron elevados y homogéneos (rango: 0.91 a 1.0), con una media global de 0.93, indicando que la calidad de los embriones transferidos fue alta y similar en los grupos comparados. Por el contrario, el valor medio de contribución

materna (r) fue de 0.79, con una alta variabilidad entre grupos (rango: 0.40 a 0.85), lo que confirma el papel de la receptora en los resultados reproductivos y explicaría las diferencias observadas entre grupos.

Los resultados aquí expuestos evidencian un "rango favorable" de TO y de niveles de P4D6 para la fertilidad y la supervivencia embrionaria. Una relación similar ha sido descrita por otros autores (Szell y Hudson, 1991), aunque no generalizable a diferentes grados de calidad embrionaria (Bari y col. 2003). Niveles elevados de progesterona son perjudiciales para la supervivencia embrionaria (Barnes, 2000), lo que concuerda con nuestras observaciones. En el presente trabajo, la utilización únicamente de receptoras con 2 ó 3 ovulaciones hubiera conducido a un incremento de 6% en fertilidad y de 4.8% en supervivencia embrionaria respecto a los resultados globales obtenidos. Dichos incrementos fueron relativamente bajos y no significativos debido a la alta frecuencia de receptoras con rango favorable de TO (2 y 3 ovulaciones; 67.2%). Por último, no hemos constatado ninguna asociación entre el sitio de ovulación, migración intrauterina y mortalidad embrionaria en receptoras de embriones, al igual que otros autores (Torres y Sevellec, 1987).

En conclusión, este trabajo confirma que tanto la TO como el nivel de P4D6 son indicativos del diferente comportamiento reproductivo de las receptoras, aunque la correlación entre ambas variables es positiva pero baja. Finalmente, la TO sería útil para elegir las mejores receptoras a transferir. No obstante, las mejoras en fertilidad y supervivencia embrionaria obtenidas dependerían de la proporción de ovejas con 2 ó 3 ovulaciones entre las receptoras disponibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bari, F, Khalid, M, Haresign, W, Murray, A, Merrell, B, 2003. Factors affecting the survival of sheep embryos after transfer within a MOET program. Theriogenology 59:1265-1275.

Barnes, F.L. 2000. The effects of the early uterine environment on the subsequent development of embryo and fetus. Theriogenology 53(2), 649-658.

Bartlewski, P.M., Beard, A.P., Rawlings, N.C., 1999. An ultrasonographic study of luteal function in breeds of sheep with different ovulation rates. Theriogenology 52(1), 115-30.

Olivera, J.; Alabart, J. L.; Cocero, M; Folch, J. 1999. Predicción de la fertilidad en ovejas receptoras de embriones mediante variables fisiológicas y de bioquímica sanguínea. Revista ITEA, Vol. Extra 20 Nº 2: 708-710.

Olivera, J., Cocero, M.J., Folch, J., Alabart, J.L. 2003. Evaluación del componente materno y embrionario en la supervivencia observada de un programa ovino MOET. ITEA, Vol. Extra 24.

Széll, A., Hudson, R.H.H., 1991. Factors affecting the survival of bisected sheep embryos in vivo. Theriogenology 36, 379-387.

Torres, S. and Sevellec, C., 1987. The development of sheep embryos when two are transferred into only one uterine horn or into each uterine horn. Reprod. Nutr. Dévelop. 27, 5, 941-944.

Financiado por INIA (Proyecto SC00-051-C2-2) Y CDTI (Proyecto 1999/0341). Agradecimientos a AECI y Universidad de la República por financiar beca predoctoral del primer autor. A Begoña Aguilar, Pilar Sánchez, Elías Echegoyen e Ismael Escota por su colaboración técnica.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 354-356

ESTUDIO DE LA PUBERTAD EN CABRAS RETINTA EXTREMEÑA MEDIANTE ANÁLISIS DE PROGESTERONA

J.A. Bravo[1], M.L. Aranda[1], M.P. Sánchez[2], J.L. Alabart[2], y T.J. Roy[3]

[1]CENSYRA, Junta de Extremadura. Apartado 15. 06080 Badajoz.
[2]Servicio de Investigación Agraria (DGA). Apartado 727. 50080 Zaragoza.
[3]U.D. Obstetricia y Reproducción. Facultad de Veterinaria. UEX. Avda. de la Universidad s/n. 10071 Cáceres.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sexual en la cabra es un proceso gradual dependiente de factores genéticos y ambientales, de entre los cuales destaca la época de nacimiento, dada la estacionalidad de la especie.

La raza Retinta Extremeña, íntimamente ligada al ecosistema natural de Extremadura, figura en el catálogo de Razas de Ganado de España como de protección especial, debido a que sus efectivos la sitúan en un claro proceso regresivo. El estudio de sus características reproductivas es imprescindible para su conservación. Así, conocer el comienzo de la ciclicidad de las hembras es fundamental para establecer el grado de estacionalidad reproductiva que presenta y tratar de reducirla en lo posible, aumentando la producción.

Como no existen trabajos al respecto en esta raza, el objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la entrada en pubertad en chivas nacidas en otoño.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el CENSYRA de Badajoz (Latitud 38º 53' N; Longitud 6º 58' W; Altitud 195 m). Se utilizaron 25 chivas nacidas entre diciembre y enero, cuyo peso al nacimiento fue 3'4±0'5 kg, y destetadas en febrero (68±9'6 días y 15'0±2'5 kg de PV). Posteriormente, se alimentaron con paja-heno y pienso comercial (300-500 gr/día), controlando el peso quincenalmente.

Desde los 5 meses de edad permanecieron con un macho vasectomizado (3 años) provisto de arnés marcador, observando celos diariamente.

La aparición de la pubertad fisiológica (inicio de la ciclicidad ovárica) se determinó mediante el análisis de progesterona plasmática. El muestreo sanguíneo se realizó semanalmente, entre mayo y noviembre. El plasma se almacenó a –20 ºC hasta su análisis. La progesterona se determinó por RIA, utilizando un kit comercial (PROG-CTRIA, Shering). Los coeficientes de variación intra e interanálisis fueron 10'5 y 13'2%, respectivamente. Se consideró como inicio de la ciclicidad la fecha anterior a la primera en que la concentración de progesterona excedió de 0'3 ng/ml.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 100% de los animales alcanzaron la pubertad durante el periodo de investigación, mostrando una buena agrupación entre finales de agosto y principio de septiembre (Figura 1). La pubertad se inició el día 23 de agosto en el 8% de los animales a una edad de 249±3'5 días. El 92% de los animales estaba cíclico a los 259 días. La edad media de entrada en ciclicidad fue de 261±12'8 días con un peso medio de 32'2±3'5 Kg, lo que supone el 58'5% del peso adulto de esta raza.

En estudios de entrada en pubertad de 7 razas diferentes de cabras, Riera (1982) obtuvo un rango de 5-10 meses de edad. Nuestros resultados coinciden en gran medida con los obtenidos por Ricordeau *et al.* (1984), quienes obtuvieron una media de edad al inicio de la pubertad de 32'8 semanas en 1300 cabras nacidas desde enero a marzo a 44° N y determinaron que la ciclicidad comenzaba entre finales de agosto y principios de septiembre.

Según Deveson *et al.*(1992), el peso al nacimiento no parece influir en la edad de inicio de la pubertad. Sin embargo, en nuestro estudio el peso al nacimiento estuvo correlacionado con el peso a la pubertad ($r=0'64$, $p<0'001$), lo que coincide con Ricordeau *et al.*, (1984). No obstante, la correlación fue mayor con el peso al destete ($r=0'70$, $p<0'001$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p<0'05$) en dicho peso según la fecha de inicio de la pubertad. Así, las hembras que alcanzaron la pubertad más tardíamente presentaron pesos al destete inferiores al de las más precoces (Figura 2).

La variación en el peso vivo a la pubertad (rango: 22'8-35'2 kg) es similar a los valores obtenidos por Amoah y Bryan (1984) para la raza British Saanen (rango: 21'5-38'5 kg), observando también que los animales más precoces presentaron pesos vivos superiores. Estos resultados no coinciden con los de Waldron *et al.* (1999).

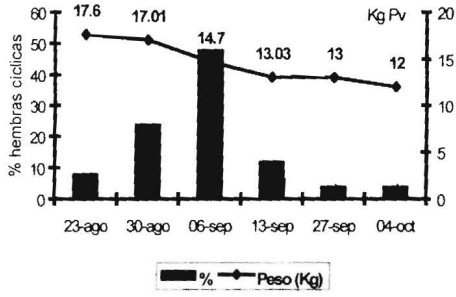


Figura 1. *Peso corporal a la entrada en pubertad y distribución de hembras cíclicas (%) según la fecha de inicio de su ciclicidad.*

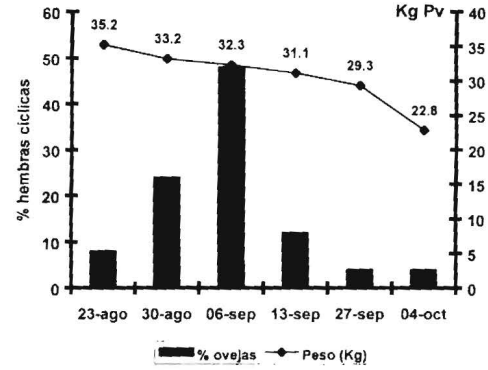


Figura 2. *Peso al destete y distribución de hembras cíclicas (%) según la fecha de inicio de su ciclicidad.*

La progesterona permaneció en niveles basales (0.03±0.01 ng/ml) antes del inicio de la ciclicidad. El 52% de las chivas mostraron un ligero incremento del nivel de progesterona (0.20±0.06 ng/ml; rango: 0.11-0.28) previo al inicio de su ciclicidad. Esto fue también descrito en la raza Blanca Celtibérica por Torrano y Valderrábano (1998). Los niveles de progesterona en la última fecha de muestreo (2.03±0.8 ng/ml) indican que al menos el 80% de los animales estaban todavía cíclicos a los 11 meses de edad, cuando finalizó el muestreo (15 de noviembre).

Desde la entrada en pubertad, el 72% de las hembras (18/25) mostraron ciclos regulares caracterizados por dos niveles elevados de progesterona consecutivos seguidos de uno bajo (Figura 3). De éstas, 4 presentaron un único valor elevado en su primer ciclo y 3 lo manifestaron en su segundo ciclo. El resto de las hembras (28%; 7/25) presentaron ciclos irregulares con niveles elevados durante 3, 4 ó 5 muestreos consecutivos (Figura 4).

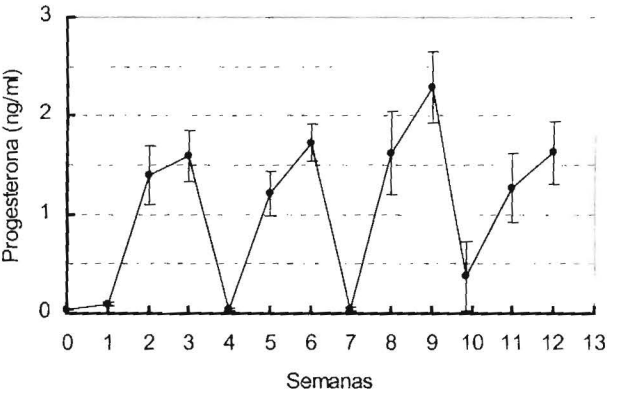


Figura 3. *Evolución de la concentración de progesterona plasmática en ciclos regulares de 11 chivas de Raza Retinta Extremeña.*

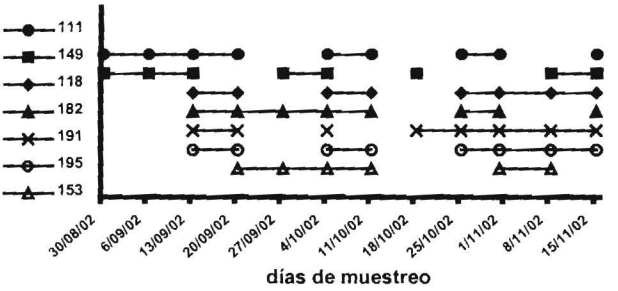


Figura 4. *Ciclos reproductivos irregulares en 7 chivas de raza Retinta Extremeña. La línea de unión entre símbolos indica niveles altos de progesterona continuos durante el periodo.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOAH, E.A., BRYANT, M.J., 1984. Effect of pattern of lighting and time of birth on occurrence of puberty in female goats kids. *Animal Production*, 38:83-89.

DEVENSON, S., FORSYTH, I.A., ARENDT, J., 1992. Retardation of pubertal development by prenatal long days in goat kids born in autumn. *J.Reprod.Fert.*, 95:629-637.

RICORDEAU, G., BOUILLAN, J., GAILLARD, A., LAJOUS, A., LAJOUS, D., 1984. Modalites et characteristiques de reproduction chez les caprines. Aspects genetiques. *Bulletin Technique d'information INRA* 391:367-383.

RIERA, S., 1982. Reproductive efficiency and management in goats. Proc.of the 3rd Int. Conf. on Goat Prod. and Disease, Tucson, AR, pp.162-174.

TORRANO, L., VALDERRABANO, J. 1998. Determinación de la entrada en pubertad en cabras Blanca Celtibérica nacidas en otoño mediante observación de celos y análisis de progesterona. *ITEA*, 94A(2):101-108.

WALDRON, D.F., WILLINGHAM, T.D., THOMPSON, P.V., ECKHOFF, R.G., MAY, B.J., 1999. Age at first estrus, ovulation rate, and age at anestrus in puberal BoerXSpanish and Spanish does. *Small Ruminant Research*, 31:173-176.

EFECTO DE DIFERENTES INTERVALOS ENTRE PARTOS SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE CABRAS DEL TIPO SRD EN EL NORDESTE DE BRASIL*

Sousa[1], P.H.F., Dominguez[2], J.C.T., Leal[3], T.M., López[2], S.L. y Simplício[3], A. A.
[1]Dpto de Tecnología y Ciencias Sociales de la Universidad del Estado de Bahia-Brasil.
[2]Faculdad de Veterinaria. Universidad de León. 24071. León.
[3]Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria-EMBRAPA.

INTRODUCCIÓN

En la región semiárida del Nordeste brasileño, los caprinos representan cerca de 8.741.488 millones de animales, lo que supone un 93,52% del efectivo nacional (IBGE-Pesquisa Pecuaria Municipal, 2000). El rebaño está orientado a la producción de carne y piel y está constituido principalmente por animales sin raza definida (SRD) (Nunes et al., 1997). A pesar del elevado porcentual de participación de estos efectivos en la región, sus índices de productividad, en general, son insatisfactorios, principalmente en relación la reproducción de las hembras y la mortalidad de las crías. El sistema extensivo de producción es apuntado como el principal responsable de los bajos índices registrados, ya que está basado en el uso de pasto natural como principal fuente de alimentación, que a su vez es dependiente de la estacionalidad de las lluvias. Además, el bajo nivel tecnológico del manejo reproductivo, principalmente en cuanto al control de las cubriciones, contribuye para que los partos y la lactación ocurran en épocas desfavorables de disponibilidad cualitativa y cuantitativa de forraje, lo que afecta directamente en la reproducción de la cabra y en la supervivencia de las crías.

Considerando que la cabra es poliestrica continua en esta región, el control de la época de cubriciones podrá compatibilizar mejor la disponibilidad de forraje a las fases de mayores exigencias nutricionales (Girão et al., 1991). No obstante, la posibilidad de intensificar el potencial reproductivo de la cabra, implica el establecimiento de sistemas de producción intensiva, como los de obtención de tres partos en dos años, lo que supone teniendo en cuenta las condiciones extensivas de explotación, que alguna de las fases fisiológicas: cubrición, gestación y lactación podrá coincidir con la época de indisponibilidad del pasto natural.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes intervalos entre partos, sobre la fertilidad al parto y la prolificidad de las cabras y mortalidad de las crías, en condiciones extensivas en el Nordeste de Brasil.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento fue llevado a cabo en la estación experimental de la caatinga del Centro de Pesquisa Agropecuario del Trópico Semiárido de la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, en el período compreendido entre el 20 de julio de 1999 y el 17 de septiembre de 2001. Se han utilizados 62 cabras SRD, 2 sementales de la raza Anglonubiano y 2 recelas (machos vasectomizados).

Las cabras fueron distribuidas en dos grupos: G1- un parto a cada 12 meses y que era constituido por 14 animales, y G2- tres partos a cada dos

* Trabajo extraído del subproyecto: 0309815009 del Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido-EMBRAPA, Brasil

años, constituido por 17 animales. Para formación de los grupos se consideró la homogeneidad de edad y el peso de las cabras. Se procedió con el control de la reproducción utilizando estaciones de cubriciones con duración de 60 días, y que fueron realizadas en los períodos de 15/11/99 a 15/01/00 y 17/11/00 a 17/11/01 para las cabras del G1, mientras que en el G2 fueron realizadas entre los períodos de 20/07/99 a 20/09/99, 17/03/00 a 17/05/00 y 17/11/00 a 17/01/01.

Todos los animales fueron mantenidos, durante el día, en área de pasto natural del tipo caatinga con una carga ganadera de 1,0 hectárea/animal/año, y por la noche permanecieron en el aprisco, donde tuvieron libre acceso al agua y a una mezcla múltiple de alimentos concentrados y minerales en la proporción aproximada de 60g/animal/día. Para el estudio de la fertilidad al parto se procedió con el control del estro, dos veces al día, por la mañana y por la tarde, en el cual se utilizaron recelas. Tras ser la cabra identificada en estro, era conducida hasta el sitio del semental para la cubrición. Las cabras observadas en estro por la mañana, eran cubiertas por la tarde, mientras que aquellas observadas en estro por la tarde fueron cubiertas en la mañana del día siguiente. Se procedió a la realización de un servicio por cabra en estro.
El control de la capacidad de supervivencia de las crías se realizó entre el período del nacimiento hasta el destete, que ocurrió a los 84 días de edad. Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza, teniendo como principal factor de variación, el intervalo entre partos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I, se recogen los valores medios del número de partos y de crías nacidas por cabra expuesta, de la prolificidad, y de la mortalidad de crías del nacimiento al destete, teniendo en cuenta el factor de variación intervalo entre partos.

Tabla I. Eficiencia reproductiva de cabras SRD sometidas a diferentes intervalos entre partos.

Parámetros	Intervalo entre partos		
	1 parto/año	3 partos/2 años	RSD
Partos/cabra expuesta	0.75a	0.50b	0.49
Crías nacidas/cabra expuesta	1.07a	0.68b	0.73
Prolificidad*	1.42a	1.37a	0.46
Mortalidad de crías (%)	0.0a	3.0a	0.18

P<0,05 para valores seguidos por letras diferentes dentro del mismo parámetro
RSD= Desviación estándar residual
*Crías nacidas/cabra parida

Los resultados aquí registrados están dentro del rango descrito por otros autores, tanto en relación al parámetro, partos/cabra expuesta (Guimarães Filho, 1983 y Girão et al., 1991), como para la prolificidad (Guimarães Filho et al., 1982; Girão et al., 1984 y Simplício et al., 1981). No obstante, el número de crías nacidas/cabras expuestas, es inferior a los resultados encontrados por Guimarães Filho (1983). Sin embargo, debemos mencionar y ponderar que a pesar de la similitud de la metodología utilizada

por los autores citados anteriormente, en la presente investigación, los valores encontrados para los parámetros reproductivos del grupo de 3 partos en dos años, representan resultados obtenidos a cada IEP de 8 meses, y no al año, como lo descrito por Guimarães Filho (1983) y Girão et al. (1991).

Cuanto a los valores superiores encontrados para los parámetros estudiados en el grupo de cabras sometidas al intervalo entre partos-IEP de 12 meses, posiblemente sea debido al tiempo de descanso posparto, ya que este fue mayor para estas cabras, lo que supone favorecimiento para el restablecimiento reproductivo posparto y para la producción de leche, que a su vez está asociado a supervivencia de las crías, conforme lo relatado por Guimarães Filho et al., (1982) y Girão et al., (1984). Además, los períodos de cubrición (noviembre a enero), gestación y partos (noviembre a mayo) de las cabras del IEP de 12 meses, coincidieron con el período de las lluvias, lo que supone más disponibilidad de pasto natural, mientras que las cabras sometidas a 3 partos en dos años tuvieron la 2ª estación de partos entre los meses de agosto y septiembre, época desfavorable de disponibilidad de pasto.

Los valores encontrados para la mortalidad de las crías, son mucho inferiores a los registros de 15,78; 29,5 y 30,5% de Rodrigues et al., (1992), Girão et al., (1984) y Guimarães Filho et al., (1982), respectivamente. Posiblemente, los cuidados con las crías, principalmente cuanto a ingestión del calostro, tratamiento del ombligo y higiene de las instalaciones, contribuyeron para el bajo índice de mortalidad encontrado en este trabajo. Además, es posible que el mayor descanso posparto de las cabras sometidas al IEP de 12 meses, justifique el menor índice de mortalidad de crías en este grupo, ya que supuestamente la producción de leche de las cabras y el amamantamiento de las crías tengan sido favorecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuario Estadístico del Brasil. IBGE, 1996., PPM-IBGE, 2000.

Figueiredo, E. A. P.; Simplício, A. A.; Lima, F. A. M. Mortalidade de caprinos em sistema tradicional de manejo na região Nordeste. Sobral: EMBRAPA/CNPC, 1980. 4p. (EMBRAPA-CNPC. Comunicado Técnico, 6).

Girão, R. N.; Medeiros L. P.; Girão, E. S. Índices productivos de caprinos SRD e de raça Bhuj mantidos nas mesmas condições de exploração. Teresina, EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1984. 6p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Pesquisa em andamento, 37).

Girão, R.N.; Medeiros, L.P.; Italiano, E.C.; Girão, E.S. Produtividade. de caprinos submetidos a manejo diferenciado. In: Relatório Técnico Anual da Unidade de Pesquisa de Ambito Estadual de Teresina, 1991, p. 37-40.

Guimarães Filho, C.; Maia, A. M.; Padilha, T. N.; Albuquerque, S. G.; Figueiredo, E. A. P. Performance reprodutiva. de ovinos e caprinos influenciada por suplementação volumosa e mineralização mais vermifugación. Petrolina, PE., EMBRAPA-CPATSA, 1982. 29p (EMBRAPA-CPATSA. Boletín de Pesquisa,16).

Guimarães Filho, C. Eficiencia reproductiva de caprinos en el Nordeste semiárido: limitaciones y posibilidades. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 40p. (EMBRAPA-CPATSA. Documento, 20).

Nunes, J.F.; Ciríaco, A.L.T; Suassuna, U. Produção e reprodução de caprinos e ovinos., 2ª ed. Fortaleza: Gráfica LCR, 1997, 160p.

Rodrigues, A.; Bandeira, D.; Costa, R. G.; Figueiredo, E. A. P.; Sousa, W. H. Mortalidade de cabritos nativos e exóticos no semi-árido paraibano. João Pessoa:EMEPA, 1992, 2p. (EMEPA, Boletim de Pesquisa, 06).

Simplício, A. A.; Figueiredo, E. A. P.; RIERA, G. S.; Lima, F. A. M.; Pant, K. P. Comportamento produtivo de caprinos SRD sometidos ao manejo tradicional de exploração. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1981, 5p. (Boletim de pesquisa, 5).

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 360-362

EFECTO DE LA POBLACIÓN FOLICULAR PREVIA AL TRATAMIENTO CON FSH SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA EN OVEJAS RASA ARAGONESA DEL ESQUEMA DE SELECCIÓN POR PROLIFICIDAD.

A. Roche[1], A. González de Bulnes[2], J.L. Alabart[1], E. Echegoyen[1], P. Sánchez[1], J. Olivera[1], M.J Cocero[2], J. Folch[1]

[1]Unidad de Tecnología en Producción Animal SIA-DGA. Apdo 727, 50080 Zaragoza
[2]Dpto. Reproducción Animal. CIT/INIA. Ctra de La Coruña, Km 5,900.8111- Madrid

INTRODUCCIÓN

Entre las actividades desarrolladas dentro del Esquema de Selección de la raza Rasa aragonesa de UPRA Oviaragón, se realiza la transferencia de embriones obtenidos de las hembras de élite previamente superovuladas (MOET) para la producción de los machos de testaje (Folch et al 2000).

La respuesta superovulatoria a los tratamientos hormonales varía entre 0 y 30 cuerpos lúteos por oveja. Esta variabilidad es un inconveniente importante para la aplicación del MOET en genética, ya que dificulta predecir el número de descendientes que se pueden tener por donadora. Esta variabilidad podría estar determinada, entre otros factores, por la población existente en el ovario al inicio del tratamiento con FSH. Este efecto ha sido descrito tanto en ovejas de prolificidad baja (Merino español, González de Bulnes et al., 2000) como de prolificidad media-alta (Ile de France, Brebion y Cognie,1989); al igual que en la vaca (Guilbault et al. 1991) y cabra (González de Bulnes et al., 2001). En base a estos antecedentes, el objetivo concreto del presente trabajo fue valorar el efecto de la población folicular (numero de folículos y presencia o ausencia de folículos preovulatorios ≥6mm) presente en los ovarios al inicio del tratamiento con FSH sobre la respuesta superovulatoria en los animales altamente prolíficos pertenecientes al Esquema de Selección.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado sobre un total de 35 ovejas de raza Rasa Aragonesa selectas pertenecientes al Catálogo de Selección. Las ovejas tenían una prolificidad media de 1,9 , mientras que la media de la población del Programa es de 1,3.

Se superovularon 12 donantes en estación sexual y 23 donantes en anestro. Las donantes se sincronizaron con esponjas de 40 mg de FGA (Intervet) mantenidas durante 13 días. Las esponjas se cambiaron a los 7 días. La superovulación se realizó aplicando 8.8 mg (dosis total) de oFSH (NIADDK-oFSH-17, Ovagen ™, Laboratorios ICP) en dosis decrecientes (1.32 x 2; 1.1 x 4, y 0.88 x 2mg) a intervalos de 12 horas, desde 60 h antes hasta 24 h después de retirar el progestágeno (6ª inyección). Al momento de la primera inyección se aplicó en todos los animales Cloprostenol (0.4 ml de Estrumate, Schering-Plough) y un tranquilizante de larga acción (Flufenazina decanoato; 1 ml de Modecate 25 ,Squibb)

Las donantes se inseminaron por vía intrauterina con 200 millones de espermatozoides por cuerno uterino, 50 h después de retirar las esponjas. El semen estaba mantenido a 15ºC. Las dosis seminales fueron preparadas por el CENSYRA de Zaragoza, a partir de los machos de valor genético más alto del Esquema.

Los embriones fueron recuperados al 8º día de retirar la esponja, siguiendo el método descrito por Ramón et al 1991. Se consideraron embriones viables los calificados morfológicamente de grado 1 y 2 según Butler y Biggers (1989).

La valoración de la población folicular presente en el ovario en el momento de administrar la primera dosis de FSH se realizó por ultrasonografía transrectal, utilizando un ecógrafo Aloka SSD-500 equipado con una sonda lineal de 7,5MHz. En cada observación se valoró el número y diámetro de todos los folículos ≥2mm. La valoración de la respuesta superovulatoria se realizó mediante determinación del número de cuerpos lúteos y mediante la evaluación de los embriones recuperados.

Los datos obtenidos se analizaron mediante estudios de correlaciones y ANOVA, utilizando el paquete estadístico SAS (SAS,1989). Los resultados se expresan como la media ± error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta media al tratamiento de superovulación fue de 14,4±1,1 cuerpos lúteos y 12,0±1,1 embriones, lo que supone una tasa de recuperación (embriones totales/cuerpos lúteos) del 83,7%. Un total de 9±1,2 embriones por oveja fueron calificados como grado 1 y 2, por lo que la tasa de viabilidad (embriones viables/embriones totales) fue del 74,7%.

La observación ecográfica mostró una media, para ambos ovarios, de 10,1±0,5 folículos de pequeño tamaño (2-3mm), de 1,9±0,2 folículos de tamaño mediano (4-5mm) y de 0,2±0,1 folículos de mayor tamaño (≥ 6mm), ya que un total de 5 ovejas (14,3%) presentaron un folículo (≥ 6mm). Trabajos previos con razas Merino español (González de Bulnes et al.,2000) y Manchega (González de Bulnes et al.,2002) muestran valores algo más bajos para la población de 2-3mm (7,0±0,6 y 9,2±0,7 respectivamente). El diámetro medio de los dos folículos mayores en tamaño (F1:4,6±0.2mm; y F2:3,2±0,1mm) fue menor que el descrito por González de Bulnes et al.,(2000) con raza Merino (F1:5,6mm; y F2:4,5mm).

El análisis separado de los datos en ovejas en estación reproductiva y en anestro para discriminar diferencias en el desarrollo folicular, y por tanto, en el tamaño de F1 y F2 mostró que ambos eran más altos en estación sexual que en anestro, aunque sin diferencias significativas (F1: 4,8±0,3mm vs 4,5±0,3mm; F2: 3,5±0,2mm vs 3,1±0,2mm). Así el porcentaje de donantes que poseen un folículo ≥6 fue similar en ambas épocas (16,7 vs 13,0%); el mismo efecto fue observado al considerar la presencia de folículos ≥5mm (58,3 vs 43,5%, n.s.). Esto indicaría que el menor tamaño de los folículos preovulatorios en las hembras utilizadas en este estudio estaría relacionado con su prolificidad, como ya ha sido descrito en otras razas (Bindon et al., 1986). Este menor tamaño es responsable del menor porcentaje de donantes con un gran folículo ≥6mm; por ello, los análisis estadísticos consideraron también la influencia de la presencia de folículos ≥5mm sobre la respuesta ovulatoria.

El número de folículos totales (≥2mm) al inicio del tratamiento se correlacionó positivamente con el número de cuerpos lúteos y la tasa de recuperación, y por tanto, el número de embriones recuperados (r=0,37 a 0,51; P<0,05 a 0,005). Esta correlación se observó también en el número de embriones viables (r=0,37; P<0,05), pero no en la tasa de viabilidad (r=0,13; P>0,47), por lo que podría ser un efecto residual. La relación entre la población folicular y los rendimientos superovulatorios estuvo determinada por el número de folículos con 2-3mm, ya que este número se correlacionó positivamente con las variables mencionadas (r=0,34 a 0,50; P<0,05 a 0,005), y no se observó ninguna correlación con la población de folículos de 4 y 5 mm de diámetro. Estos resultados son similares a los descritos por Cognie (1999) mediante endoscopia y por González de Bulnes et al., (2002) mediante ecografía.

La presencia de un folículo ≥6mm provocó una disminución de aproximadamente tres folículos de 2-3mm respecto a las ovejas en que no se presentó este folículo (10,6±0,5 vs 7,2±0,9; P<0,01), debido a una correlación negativa entre el número de folículos de 2-3mm y el número de folículos ≥6mm (r=-0.42; P<0.015). Esto indicaría que los folículos ≥6mm habrían alcanzado la dominancia y tendrían un efecto negativo sobre la población de folículos de menor tamaño. La presencia de estos folículos tuvo un efecto negativo (Tabla I) sobre el número de cuerpos lúteos, la tasa de viabilidad y el número de embriones viables (P<0,05); las diferencias alcanzaron mayor nivel de significación (P<0,01) para las variables tasa de recuperación y embriones recuperados totales coincidiendo con lo descrito en animales no prolíficos (González de Bulnes et al., 2002).

Tabla I. Rendimientos en ovejas Rasa Aragonesa de Selección por prolificidad con presencia ó ausencia de folículos ≥6mm al inicio del tratamiento con oFSH.

	n	Cuerpos lúteos	Tasa de recuperación	Embriones recuperados	Tasa de viabilidad	Embriones viables
Ausencia de folículo≥6mm	30	15,5±1,2^{c}	85,4±3,6^{a}	13,3±1,2^{a}	77,7±5,9^{c}	10,2±1,2^{c}
Presencia de folículo≥6mm	5	7,8±1,9^{d}	53,5±15,9^{b}	4,6±1,4^{b}	41,4±18,9^{d}	2±0,9^{d}

a,b:P<0,01; c,d:P<0,05

El análisis realizado considerando los folículos ≥5mm mostró que su presencia disminuía el número de cuerpos lúteos, la tasa de recuperación y el número de embriones recuperados, aunque las diferencias no fueron significativas (Tabla II). Sin embargo, sí que ejerció un marcado efecto negativo en la tasa de viabilidad (P<0,005) y en el número de embriones viables (P<0,05).

Tabla II. Rendimientos en ovejas Rasa Aragonesa de Selección por prolificidad con presencia ó ausencia de folículos ≥5mm al inicio del tratamiento con FSH-o.

	n	Cuerpos Lúteos	Tasa de recuperación	Embriones recuperados	Tasa de viabilidad	Embriones viables
Ausencia de folículo ≥5mm	18	15,0±1,5^{a}	85,3±4,9^{a}	12,9±1,4^{a}	90,6±3,7^{a}	11,8±1,4^{c}
Presencia de folículo ≥5mm	17	13,7±1,8^{a}	76,1±6,9^{a}	11,0±1,8^{a}	53,4±10^{b}	6,0±1,6^{d}

a,b:P<0,005; c,d:P<0,05

En conclusión, los resultados obtenidos señalan que las ovejas de alta prolificidad incluidas en el Esquema de Selección muestran una población folicular algo mayor a la descrita en ovejas de otras razas de menor prolificidad. También, se ha encontrado un menor diámetro de los folículos morfológicamente dominantes. En todo caso, la presencia de estos grandes folículos al comienzo de un tratamiento superovulatorio con FSH exógena parece ser uno de los factores que provocan la alta variabilidad en la respuesta ovárica de los animales utilizados en el Esquema de Selección de Rasa Aragonesa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-Bindon, B.M, Piper, L.R., Cahill, L.P., Driancourt, M.A, O´shea, T. 1986. Theriogenology, 25: 53-70.

-Butler JF, Biggers JD. 1989. Theriogenology, 31: 115-126.

-Cognie Y.. 1999. Therigenology, 51: 105-116

-Foch J., Olivera J., Aguilar B., Alabart JL, Sánchez P., Echegoyen E., Cocero MJ. 2000. Producción Ovina y Caprina XXV : 559-561.SEOC (ed.)

-González de Bulnes A., Santiago-Moreno J., Cocero M.J., Lopez-Sebastián A. 2000. Theriogenology 54: 1055-1064.

-González de Bulnes A., García-García R.M., Diaz Delfa C., Santiago-Moreno J., Carrizosa J.A., Urrutia B., Cocero M.J., Lopez Sebastián A. 2001. ITEA, Vol. Extra, 22(2), 754-756.

-González de Bulnes A., Santiago-Moreno J., Cocero M.J., Souza C.J.H., Groome N.P., García-García R.M., Lopez Sebastián A., Baird D.T. 2002. Theriogenology 57:1263-1272

-Guilbault , L.A., Grasso F., Lussier J.G, Rouillier P., Matton P.1991. J Reprod Fert; 91: 81-89.

-Ramon, J.P.; Folch, J.; Fernández-Arias,A.; Alabart J.L.; Cocero,M.J. Y Echegoyen,E.,1991. ITEA, Vol. Extra, 11(1), 61-63.

-SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989. 846 pp.

Financiado por CDTI Proyecto nº 1999/0341.Agradecimientos: a Iván Larenas por la ayuda prestada durante la realización de las ecografías.

USO DE LA ECOGRAFÍA PARA ESTUDIAR LA OVULACIÓN EN CERDAS. 1- INFLUENCIA DEL INTERVALO DESTETE-CELO

J.J. Valdelvira; X. Averós; J.M.R. Alvariño[1]; L.F. Gosálvez
Universidad de Lleida, Dep. Producción Animal-ETSEA, Av. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida
[1]Universidad Politécnica, Dep. Producción Animal-ETSIAM, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

La ecografía es, en la actualidad, la técnica más utilizada en el diagnóstico de la gestación en las especies porcina (Soede et al., 1998), aunque en estos últimos años también se utiliza en el seguimiento del ciclo ovarico de las cerdas, mediante ecografía transcutanea (Weitze et al., 1989) o transrectal (Soede et al., 1992), para determinar el momento de ovulación.

El inicio del celo es el parámetro utilizado para determinar el momento de la inseminación, como indicador del inicio del ciclo ovulatorio. Desgraciadamente, el momento de la ovulación puede variar entre 24 y 96 horas a partir del inicio del celo según Weitze et al (1994) o entre 10 y 58 horas según Soede et al. (1995). Además, un aumento en el intervalo destete-celo provoca una reducción de la duración del celo y, por tanto, del intervalo inicio del celo-ovulación (Weitze et al., 1994; Viana et a., 1999). Esta reducción del intervalo celo-ovulación, según Kemp y Soede (1996), tiene un efecto negativo sobre la fertilidad de las cerdas, probablemente por no realizar la I.A. en el momento óptimo.

El ánimo de este trabajo es realizar un seguimiento de la ovulación mediente ecografía transcutanea y analizar la posible influencia del intervalo destete-celo sobre el intervalo celo-ovulación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se han utilizado un total de 52 cerdas multíparas de razas comerciales (Hibridas LW y Puras LD), elegidas al azar en una explotación intensiva, con un manejo y alimentación estandar. El celo de las cerdas se diagnosticaba diariamente desde el cuarto día postdestete, a primera hora de la mañana, mediante un macho recela. Cuando una cerda mostraba reflejo de inmovilidad se inseminaba a las 24 y a las 48 horas de la detección.

La determinación del momento de la ovulación se realizó por ecografía transcutanea, mediante un ecógrafo (SIUI-CTS 200V), con una sonda lineal de 5mHz. El seguimiento ecográfico de las cerdas comenzaba al cuarto día post-destete. Para ello se realizaron diariamente tres ecografías a cada animal, a intervalos de 6 horas, desde las 8 de la mañana a las 20 horas; el seguimiento finalizaba con la ovulación de la cerda, es decir, cuando se observaba una disminución del número de los folículos en el ovario. Las cerdas con un intervalo destete-celo (IDC) mayor de 7 días y en las que no se pudo determinar correctamente la ovulación fueron eliminadas del experimento por lo que se cuenta con la información de 23 cerdas.

La variable estudiada ha sido el intervalo entre el inicio del celo y la ovulación (ICO), tomando como momento de la ovulación la mitad del tiempo transcurrido

entre las dos últimas ecografías de la serie. Como factor de variación se ha tomado el intervalo destete-celo (IDC). El análisis estadístico se ha efectuado mediante análisis de regresión, utilizado el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa como la media de inicio del celo de las cerdas es a las 105 horas (4.4 días) del destete, hecho que coincide diversos autores (Kemp and Soede, 1996; Knox and Rodríguez, 2001). También se observa que la ovulación se produce, de media, a las 29.6 horas del inicio del celo, resultado similar al hallado por Soede et al., (1995).

Tabla 1: Duración del intervalo destete-celo y del intervalo celo-ovulación

	Media ± e.e. (horas)	**Máximo (h)**	**Mínimo (h)**
IDC (horas)	105.0 ± 3.6	142	88
ICO (horas)	29.6 ± 4.5	75	3

IDC: Intervalo destete-inicio del celo
ICO: intervalo inicio del celo-ovulación

En las ecuaciónes de regresión calculadas para las dos variables se observa que la variable dependiente (ICO) tiene una correlación negativa con la independiente (IDC), por lo que a medida que aumenta el IDC disminuye el ICO, en concordancia con Weitze et al., (1994) y Kemp and Soede, (1996).

	Ecuación	**valor de R^2**	**valor de p**
Regresión Lineal	y = 111.885-0.784x	0.407	<0.001
Regresión Logarítmica	y = 438.01-87.99lnx	0.433	<0.001

Aunque ambas regresiones tienen una gran significación estadística ($p<0.001$), la R^2 es demasiado pequeña, por lo que, en conclusión, el IDC no es un buen parámetro predictor del momento de la ovulación, tal y como afirman Viana et al. (1999). Al ser el IDC un parámetro fácil de determinar, una correlación mayor, hubiera permitido una mejorar la estrategia de inseminación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Jordi Blanc Roquer en la toma de muestras y de la empresa Virgen de la Fuente por la cesión de animales e instalaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kemp, B., Soede, N. (1996). Weaning to oestrus interval in relation to timing of ovulation and fertilization results in sows. J. Anim. Sci. 74:944-949.

Knox, R.V., Rodriguez Zas, S.L. (2001). Factors influencing oestrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. Journal of Animal Science 79(12):2957-2963.

SAS Institute, (1999). SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Soede, N.M., Noordhiuzen, J.P.T.M., Kemp, B. (1992). The duration of ovulation in pigs, studied by transrectal ultrasonography, is not related to early embryonic diversity. Theriogenology 38:653-666.
Soede, N.M., Wetzels, C.C.H., Zondag,W., Konging, M.A.I., Kemp, B. (1995). Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertlitization rate and accessory sperm count in sows. J. Reprod. Fert. 104:99-106.
Soede, N.M., Hazeleger, W., Kemp, B. (1998). Follicle size and the process of ovulation in sows as studied by ultrasound. Reprod. Dom. Anim. 33:239-244.
Viana, C.H.C., Da Silveira, P.R.S., Moretti, A.S.A., Rodrigues, P.H.M. (1999). Relationships between the characteristics weaning-to-estrus interval, estrus duration and moment of ovulation by ultrasonography in sows. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 36(4-6):212-218.
Waberski, D., Weitze, K.F., Gleumes, T., Schwartz, M., Willmen, T., Petzoldt, R. (1994). Effects of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. Theriogenology 42:831-840.
Weitze, K.F., Habeck, O., Willem, T., Waberski, D. (1989). Detection of ovulation in the sows using transcutaneus sonography. Reprod. Dom. Anim. 24:40-42.
Weitze, K.F., Wagner-Rietschel, H., Waberki, D., Richter, L., Krieter, J. (1994). The onset of heat after weaning, heat duration, and ovulation as major factor in AI timing in sows. Reprod. Domest. Anim. 29:433-443.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 366-368

USO DE LA ECOGRAFÍA PARA ESTUDIAR LA OVULACIÓN EN CERDAS. 2- INFLUENCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL

J.J. Valdelvira; X. Averós; J.M.R. Alvariño[1]; L.F. Gosálvez

Universidad de Lleida, Dep. Producción Animal-ETSEA, Av. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida
[1]Universidad Politécnica, Dep. Producción Animal-ETSIAM, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

El uso de la ecografía transcutánea en la determinación del momento de la ovulación en la especie porcina se ha implantado en los últimos 15 años (Weitze et al., 1989). Esto ha sido motivado por la gran influencia que el momento de inseminación, en relación a la ovulación, tiene sobre los resultados de fertilidad en las cerdas (Waberski et al., 1994). Pero, según Weitze et al (1994) y Soede et al. (1995), existe una gran influencia del individuo sobre el momento de la ovulación en relación al inicio del celo.

Es conocido que el estado de carnes de la cerda, al finalizar el período de lactación, afecta al intervalo destete-celo posterior (Vesseur et al., 1994). Así, según Klaver and Hartog (1989), cuanto menor sea el peso de las cerdas al destete, mayor será el intervalo destete-celo; por tanto menor será el intervalo inicio del celo-ovulación (Kemp y Soede, 1996a).

El ánimo de este trabajo es analizar como influye la condición corporal de la cerda al destete sobre los intervalos destete-inicio del celo - ovulación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se ha utilizado los mismos animales que en el trabajo anterior. El manejo de las cerdas y la metodología en la realización de las ecografías han sido idénticos. La determinación del momento de la ovulación se realizó, de igual modo, por ecografía transcutánea, mediante un ecógrafo (SIUI-CTS 200V), con sonda lineal de 5mHz.

Las variables estudiadas han sido el intervalo destete-inicio del celo (IDC), el intervalo inicio del celo-ovulación (ICO) y el intervalo destete-ovulación (IDO); como factor de variación se ha tomado la condición corporal de las cerdas, con 3 niveles (1, mal estado de carnes; 2, estado de carnes regular; 3, buen estado de carnes). La clasificación de los animales en cada uno de los niveles la realizó el personal de la granja.

Para el análisis estadístico se a realizado un análisis de la varianza, utilizando el procedimiento LSMeans del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de los tres intervalos estudiados según cada nivel del factor. Vemos como las cerdas con una mejor estado de carnes presentan un intervalo IDC más corto que el resto de animales ($p<0.05$), tal y como hallaron Klaver y Hartog (1989). También se observa que, coincidiendo con los resultados de Kemp y Soede (1996a), las cerdas con menor IDC muestra un ICO mayor que el resto ($p<0.05$). Sin embargo, estas diferencias no se reflejan en el IDO, posiblemente debido a la gran variación, entre individuos, que existe entre en los intervalos IDC y ICO.

Tabla1: Valores medios de las variables estudiadas (media±e.e.) según la condición corporal de la cerda.

	IDC	ICO	IDO
Condicion corporal 1	106.0 ± 5.4^a	31.0 ± 6.9^b	137.0 ± 5.5^a
Condición corporal 2	110.2 ± 6.1^a	21.9 ± 4.9^b	132.1 ± 4.2^a
Condición corporal 3	89.5 ± 1.5^b	45.8 ± 15.2^a	135.2 ± 14.0^a

En columna, valores seguidos de letras distintas son diferentes estadísticamente; a, b ($p<0.05$).
IDC: Intervalo destete-inicio del celo
ICO: Intervalo inicio del celo-ovulación
IDO: intervalo destete-ovulación

Estos resultados indican que una correcta alimentación de las cerdas en lactación, que les permita llegar al destete con una buena condición corporal, puede mejorar la productividad de la explotación, ya que al aumentar el ICO aumenta el margen de maniobra para realizar la I.A. en el momento más propicio (Soede et al., 1995), mejorándose la fertilidad y la prolificidad (Kemp and Soede, 1996b).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Jordi Blanc Roquer en la toma de muestras y de la empresa Virgen de la Fuente por la cesión de animales e instalaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armstrong, J.D., Britt, J.H., Kraeling, R.R. (1986). Effect of restriction of energy during lactation on body condition, energy metabolism, endocrine changes and reproductive performance in primiparous sows. J. Anim. Sci. 63(6):1915-1925.

Kemp, B., Soede, N. (1996a). Weaning to oestrus interval in relation to timing of ovulation and fertilization results in sows. J. Anim. Sci. 74:944-949.

Kemp, B., Soede, N.M. (1996b). Relationship of weaning to estrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. J. Anim. Sci. 74(5):944-949.

Klaver, J., Den Hartog, L.A. (1989). Factors influencing some fertility characteristics of sows. Revue de l'Agriculture 42(3):461-467.

SAS Institute, (1999). SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Soede, N.M., Wetzels, C.C.H., Zondag,W., Konging, M.A.I., Kemp, B. (1995). Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertlitization rate and accessory sperm count in sows. J. Reprod. Fert. 104:99-106.

Vesseur, P.C., Kemp, B., Den Hartog, L.A. (1994). Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 72(4-5):225-233.
Waberski, D., Weitze, K.F., Gleumes, T., Schwartz, M., Willmen, T., Petzoldt, R. (1994). Effects of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. Theriogenology 42:831-840.
Weitze, K.F., Habeck, O., Willem, T., Waberski, D. (1989). Detection of ovulation in the sows using transcutaneous sonography. Reprod. Dom. Anim. 24:40-42.
Weitze, K.F., Wagner-Rietschel, H., Waberki, D., Richter, L., Krieter, J. (1994). The onset of heat after weaning, heat duration, and ovulation as major factor in AI timing in sows. Reprod. Domest. Anim. 29:433-443.

ESTUDIOS PUBERALES Y POST-PUBERALES EN TORETES 5/8 BRAHMAN SUPLEMENTADOS CON YACIJA EN ZONA TROPICAL

María Rodríguez-Urbina, Ninoska Madrid-Bury, Javier Goicochea-Llaque, Max Ventura-Salgado, Rafael Román-Bravo, Carlos González-Stagnaro
Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apto. 15205. Maracaibo. Venezuela. E-mail: cdgonzaluz.ve

INTRODUCCIÓN

En la ganadería venezolana de doble propósito predominan las vacas mestizas *Bos taurus* x *Bos indicus* con gran potencial genético de adaptación y comportamiento productivo y reproductivo bajo las condiciones tropicales [2]. La demanda de toros mestizos 5/8 y 3/4 ha ido desplazando a la de toros puros y criollos debido factores de adaptación, producción de leche y menores problemas de fertilidad. Sin embargo, estos animales muestran crecimiento deficiente y pubertad atrasada, al ser mantenidos en potreros pobres de baja calidad y poca oferta forrajera en especial durante los meses de menor precipitación [10, 11]. Para aumentar las ganancias de peso y obtener mayor desarrollo corporal se ha utilizado la yacija o excreta de aves, que es un subproducto de la agroindustria con un gran potencial en la alimentación bovina. Al ser una fuente económica de fibra, minerales, proteínas y nitrógeno no proteico influye en un temprano ingreso al servicio de los toretes mestizos [7]. Este trabajo estudia los cambios fisiológicos asociados con la pubertad como con el desarrollo corporal, testicular y las características seminales indispensables para evaluar la capacidad reproductiva entre 18-24 meses en toretes mestizos 5/8 Brahman suplementados con yacija.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una finca ubicada en una zona de bosque seco tropical con precipitación media anual de 700-1200 mm, temperatura promedio de 28 ° C y evaporación mensual de 151-263 mm. Se utilizaron 16 toretes 5/8 Brahman con peso y edad promedio de 203.8±4.8 kg y 15.0±1.2 meses mantenidos en pastoreo en potreros de pasto guinea *(Panicum maximum)*, aguja (*Brachiaria humidicola*) y pangola (*Digitaria decumbens*), sal y minerales *ad libitum*. Las variables independientes fueron suplementación y época de incorporación. Los toretes se asignaron al azar a uno de dos tratamientos, con (CS) o sin suplemento (SS), 8 durante la época seca (<100mm/mes) y 8 en época húmeda (>100mm/mes). El suplemento durante la época de mayor precipitación (Mayo-Noviembre) fue una mezcla de 1 kg de yacija (cama de pollo), ½ kg de melaza y 5 g de azufre animal/día; estas medidas se duplicaron durante la época seca (Diciembre-Abril).

Las variables dependientes fueron, edad a la pubertad (EP) determinada cuando se obtuvo un eyaculado igual o mayor a 50 x 10^6 de espermatozoides/ml, con un mínimo de 10% de motilidad individual [16], peso de pubertad (PP) y ganancia diaria promedio (GDP) a la pubertad y 24 meses y circunferencia escrotal (CE). A partir de los 15 meses, 16 toretes 5/8 Brahman fueron asignados al azar a: CS, pastoreo mas suplemento (mezcla de 2 kg de yacija, 1 kg de melaza y 10 g de azufre/animal/día) o a SS: pastoreo sin suplemento.

El semen se colectó cada 30 días mediante electroeyaculación valorándose volumen, motilidad masal (1-4), motilidad individual (%), concentración espermática (fotómetro digital "Spermacue" Minitub, Alemania) y morfología (tinta de la Sociedad Norteamericana de Teriogenología). Los niveles de testosterona sérica (T) se determinaron en 7 muestras sanguíneas seriadas cada 30 minutos de la vena yugular, desde las 6:00 hasta las 9:00 am. y conservadas a –20° C hasta su análisis posterior. Se utilizaron kits de testosterona en fase sólida COAT-A-COUNT^R (Diagnostics Products Corporation, USA)

Para las variables EP y características seminales se utilizó un modelo aditivo lineal y para las variables PP, GDP, CE y T se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, tomando las observaciones sobre el mismo animal en tres periodos para pubertad y siete periodos sucesivos entre 18 y 24 meses. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS, utilizando el procedimiento GLM para el análisis de la edad y las características seminales y el procedimiento MIXED para las características repetidas en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso y GDP a la pubertad fueron superiores en toretes suplementados (P< 0,01), con valores medios de 267.9±13.5 kg y 738.8±42,5 g, los cuales mejoraron en 20% (151.2 kg/d) a los 229.2±13.1 kg y 587.5±49.0 g de los no suplementados (TABLA I), valores que coinciden con los reportados para toretes mestizos *Bos indicus* [1, 7, 10]. Los toretes *Bos indicus* se caracterizan por un desarrollo corporal y reproductivo lento por lo que llegan a la pubertad a mayor edad que los *Bos taurus* puros y mestizos [9, 12]. Estas edades coinciden con las indicadas en toretes *Bos indicus* mantenidos a pastoreo y suplementados en época seca con medias de 18.5 y 18.2 meses para Nellore y Guzerat y 17.0-21.6 meses para Brahman [4, 23] aunque difieren de reportes en toretes *Bos taurus* x *Bos indicus* [1, 7].

Tabla I. Efecto del suplemento con yacija y de la época de incorporación sobre la pubertad en toretes ⅝ Brahman suplementados o no con yacija (Media ± EE)

Variables de Pubertad	Suplemento con yacija		Época de introducción	
	Con Suplem.	Sin suplem.	Seca	Húmeda
Edad (meses)	18.7 ± 1.3	19.4 ± 1.3	18.5 ± 1.2	19.8 ± 1.4
Peso (kg)	268^{a} ± 13.5	229^{c} ± 13.1	255 ± 14.9	242 ± 11.8
GDP (g/día)	739^{a} ± 42.0	587^{c} ± 49.0	644 ± 44.2	682 ± 32.8
CE (cm)	24.4^{a} ± 0,6	22.6^{b} ± 0.5	23.5 ± 0,6	23.6 ± 0,5 .
Testosterona TS (ng/ml)	2,9 ± 0,4	2,5 ± 0,3	2,2 ± $0,4^{a}$	3,3 ± 0.3^{b}

$^{a-b}$ P<0.01 $^{a-c}$ P < 005

CE y T a la pubertad son menores a los reportados para toretes Brahman [2, 9], sin embargo, CE coincide con los promedios en toretes con bajo y medio mestizaje Brahman, mantenidos bajo diferentes sistemas de alimentación, 19.1±3.2 a 27.8±0.7 cm [7, 10, 11]. La época sólo afectó los niveles de T (P<0.05) siendo mayores en los toretes que ingresaron en la época húmeda que en época seca. Es posible que las altas temperaturas ocasionen estrés, aumentando los niveles de ACTH y cortisol que bloquean o disminuyen la secreción de FSH y LH causando una supresión momentánea de la síntesis testicular de T, tal como se ha reportado en época seca [5], aunque otros AA no han comprobado tal efecto [1, 6].

La interacción época x suplementación fue significativa (P<0,05) para peso, GDP y CE lo que respalda el hecho que la época está influenciada por la suplementación. El mayor peso de pubertad lo lograron los toretes que ingresaron durante la época seca y estuvieron CS. Los toretes CS durante la época húmeda tuvieron una GDP mayor que los NS (24.7%, 192.8 g/d). Esto podría ser explicado por el hecho de que durante la época húmeda la disponibilidad de nutrientes de los forrajes fue mayor que durante la época seca. Pastos y la mezcla yacija-melaza (23.1% PC) parecen ser suficientes para cubrir los requerimientos requeridos para el crecimiento. Los toretes CS en época húmeda presentaron una CE superior en 11.4% (2.85 cm) con respecto a la CE de los toretes NS. Las características seminales a la pubertad mostraron el efecto significativo de la suplementación, época de incorporación y de su interacción (P<0.01) sobre la tasa de espermatozoides anormales, coincidiendo con una mayor concentración espermática y volumen del eyaculado (TABLA II).

Tabla II. Efecto de la interacción suplementación-época de incorporación sobre las características seminales a la pubertad en toretes ⅝ Brahman (Medias ± EE)

Variables	Con Suplemento		Sin Suplemento	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Volumen (ml)	3.7 ± 0.7	2.9 ± 0.7	3.2 ± 0.6	2.5 ± 0.8
Concentración x 10^{6} sp/ml	254 ± 77	275 ± 79	221 ± 69	147 ± 88
Motilidad individual (MI)(%)	12.1 ± 5.4.	21.1 ± 5.6	19.5 ± 4.9	13.2 ± 6.2
Motilidad Masal (MM)	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.2	2.3 ± 0.2	2.0 ± 0,2
Anom. espermáticas (%)	80.0 ± 1.0^{a}	81.1 ± 1.0^{a}	77.4 ± 0.9^{b}	73.3 ± 1.1^{c}
Gota citopl. Proximal (%)	50.7 ± 2.4^{a}	55.2 ± 2.4^{a}	445 ± 2.1^{b}	39.9 ± $2,7^{b}$

$^{a-b}$ $^{b-c}$ $^{a-c}$ P<0.01

Las diferencias encontradas en las anomalías pudiera ser atribuida a que los toretes CS presentaron mayor GDP, CE y tejido productor de espermatozoides a la EP, dado que la producción espermática es una función directa del desarrollo testicular [11] y este de la GDP Estos resultados coinciden con observaciones en toretes Brahman con bajas ganancias de peso que mostraron retardo en el desarrollo testicular, bajos niveles de T y concentración espermática, pobre motilidad y menor volumen del eyaculado que los suplementados [4]. El alto porcentaje de espermatozoides anormales a la pubertad es indicativo de que el proceso de espermatogénesis se está estableciendo y que el crecimiento testicular continua. Durante la madurez sexual cuando el proceso espermatogénico está completamente instaurado, disminuirán las anomalías espermáticas hasta 15 a 20%. [1, 7, 8, 10, 13]. La suplementación con yacija mejoró el peso y la CE ($P< 0.01$) de los toretes 5/8 Brahman a los 24 meses de edad, que superaron los 400 kg y los 32 cm necesarios para ingresar al servicio (TABLA III).

Tabla III. Peso, CE y GDP a la edad de 24 meses en toretes 5/8 Brahman (Medias ± EE)

Variables	Con Suplemento Media ± EE	Sin suplemento Media ± EE
Peso (kg)	411.6 ± 8.8 [a]	372.3 ± 8.8[b]
Circunferencia escrotal (cm)	33.6 ± 0.9 [a]	31.1 ± 0.9[b]
Ganancia Diaria de Peso (g/d)	810.7 ± 48.2	714.1 ± 48.2

[a-b] $P<0.01$

El peso y la CE indicado contrasta con reportes en mestizos *Bos indicus* x *Bos taurus* y para toretes Nellore y Guzerat a los 24 meses, cuyos promedios de peso y CE variaron entre 242.4 a 368.5 kg y 27.5 a 30.1 cm resp. [8, 12]. La ganancia de peso de los toretes CS fue 7.8 % superior (96 g/día) a la GDP de los toretes NS. Los valores de peso, CE y características seminales incrementaron con la edad ($P< 0.0001$), con promedios a los 18 y 24 meses para MI y MM de 18.7-52.5% y de 2.5-3.6, siendo para los espermios normales de 14.4- 64.1%. Se consiguieron correlaciones altas y positivas entre el peso y CE ($r= 0.70$; $P < 0.001$) y entre la CE y MI ($r = 0.78$; $P < 0.001$) y MM ($r = 0.63$; $P < 0.001$) y % de normales ($r=0.74$; $P<0.001$) como se ha reportado en toretes *Bos taurus, Bos indicus* y sus cruces [1].

La yacija como suplemento alimenticio permite atenuar el efecto de deficiencias nutricionales.. La época de incorporación afectó los niveles de T a la P durante la época húmeda coincidiendo sus mayores niveles con las menores temperaturas. Se evidenció el efecto de la interacción época-suplementación sobre el peso, GDP y CE a la P. La yacija utilizada como estrategia nutricional en toretes seleccionados como futuros reproductores, mejoró el peso y la CE de los toretes 5/8 Brahman adelantando su incorporación al servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; RINCÓN, E.; RAMÍREZ-IGLESIA, L.; QUINTERO-MORENO, A. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12: 393-407. 1995.

[2] ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; ISEA-VILLASMIL, W. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 347-349. 1997.

[3] BASTIDAS, P. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16: 690 - 707. 1999.

[4] CHENOWETH, P. *Bos indicus* bulls. How different are they?. Society of Theriogenology. Proceedings for Annul Meeting. August, 16-17. San Diego, California. 117 - 122 p. 1991.

[5] GODFREY, R.; LUNSTRA, D.; JENKINS, T.; BERARDINELLI, J.; NEUENDORFF, D.; LONG, C.; RANDEL, R. J. Anim. Sci. 68: 1520-1529. 1990.

[6] KARG, H.; GIMÉNEZ, T.; HARTL, M.; HOFFMAN, B.; SCHALLENBERGER, E.; SCHAMS, S. Zentralb. Vet. Med. Anim. 25: 773 - 785. 1976.

[7] KLUNSTRA, D.; FORD, J.; ECHTERNKAMP, S. J. Anim. Sci. 46: 1054 - 1068. 1978.

[8] MADRID-BURY, N. in: Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. C. González. N. Madrid, E. Soto (eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo (Venezuela). Cap. XXIV: 481-497. 1998.

[9] OCANTO, D.; LINARES, T.; PATIÑO, A.; RAMOS, V.; ESCOBAR, S. Zoot. Trop. IX: 25-54. 1991.

[10] OYEDIPE, E.; KUMI-DIAKA, J.; OSORI, D. Theriogenology. 16(4): 419-431. 1981.

[11] TEGEGNE, A.; ENTWISTLE, K.; MUKASA-MUGERWA, E. Theriogenology 37:1005-1016. 1992.

[12] TROCÓNIZ, J.; BELTRAN, J.; BASTIDAS, H.; LARREAL, H.; BASTIDAS, P. Theriogenology. 35(4):815-826. 1991.

TASA DE PREÑEZ EN VACAS MESTIZAS EN EL MEDIO TROPICAL*

Carlos González-Stagnaro, Ninoska Madrid-Bury
Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia
Apartado 15206, Maracaibo, Venezuela. E-mail: cdgonzal@luz.ve

INTRODUCCIÓN

El beneficio económico de una ganadería bovina depende de la aplicación dinámica de un programa de control reproductivo que permita lograr mas animales gestantes y productivos. La reproducción en vacas mestizas resulta principalmente afectada por dos factores de riesgo, la detección de los celos y la fertilidad o tasa de concepción [2]. La interacción de ambos parámetros se ha integrado en la tasa de preñez, a partir del periodo de reposo voluntario (PRV) [8]. El monitoreo continuo de celos y servicios favorece la detección de las vacas preñadas en cada ciclo, determinar la rapidez con la cual han preñado [3] y una rápida inseminación de los animales vacíos, a la vez que facilita identificar y de cuantificar la existencia de un problema reproductivo relacionado con los ciclos.

Este trabajo tienen como objetivo determinar la tasa de preñez (TP) en fincas de doble propósito ubicadas en la Cuenca del Lago de Maracaibo, a través de evaluaciones en periodos de tres semanas durante un año, enfatizando el efecto de época y tipo de manejo.

MATERIAL Y METODOS

En 6 explotaciones de doble propósito se analizaron datos de 2.451 vacas elegibles, partir de los 60 días posparto (PRV). En tres de los rebaños (N=1.378 vacas) el manejo era tradicional (MT) con animales mestizos mantenidos en pastoreo de pasto guinea *(Panicum maximum, Jacq)*, escaso suplemento nutricional, ordeño manual con apoyo y amamantamiento de la cría. En los otros 3 rebaños de mayor mestizaje europeo (N=1.073) el manejo era mejorado (MM), suplemento en épocas secas, ordeño manual o mecánico con o sin apoyo y amamantamiento; además, los registros, la observación de los celos como el manejo de la inseminación y los servicios estaban bajo control veterinario.

Las fincas estaban ubicadas en la Cuenca del Lago de Maracaibo (10º LN, temperatura media de 28-32º C y niveles de precipitación bi-modales de 900-1100 mm). Las vacas utilizadas fueron mestizas producto del cruce alterno entre las razas Brahman, Criolla, Holstein y Pardo Suizo manteniendo una carga genética alrededor del 50% de la raza predominante. Vacas adultas entre 2 y 7 partos, mantenían un intervalo parto-primer servicio de 126 y 108 días y entre partos de 14.3 y 13.6 meses respectivamente en las fincas con MT y MM. La producción media era de 6.4 k/d y 8.2 k/d y total de 2.030 y 2.560 kilos.

TP se calculó multiplicando la tasa de detección de celos (DC) por la fertilidad (F). (%TP=%DC x %F/100). DC señala el número de vacas que mostraron celo, dentro de las vacas elegibles (VE). VE son aquellas que habían superado el Periodo de Reposo Voluntario (PRV) posparto de 60 días. Las VE se listaron en forma continua, en periodos de una duración constante de 21 días [1], típica duración del ciclo estrual [4, 5]. La fertilidad (F) señala el número de vacas preñadas dentro de las VE detectadas en celo, en cada periodo. El cálculo de TP se abrevia dividiendo el número de vacas preñadas entre el número de VE.

Los resultados se evaluaron a lo largo de un año, analizando en forma directa y no computarizada los datos de observación de los celos y diagnóstico de gestación por palpación rectal (35-55 días) siguiendo el proceso adoptado en rebaños de Minnesota mediante registros DHIA, Dairy Comp 305 y Scout [1,4,8]. El análisis de los registros se inició el 3 de marzo de 1998 y se mantuvo con intervalos de 3 semanas hasta el 24 de febrero de 1999, realizándose un total de 18 evaluaciones a lo largo del año. Los datos fueron analizados aplicando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. En el análisis de varianza se consideró el efecto de los periodos, época de servicio y tipo de manejo. La comparación de medias se determinó mediante la prueba de Duncan.

***Proyecto 0778-01 financiado por el CONDES-LUZ, Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones cada 21 días permitieron seguir las variaciones de los tres parámetros, observándose diferencias significativas en relación con los periodos estudiados. TP varió entre 8.1% (18.08.1998) y 22.3% (03.02.1999), medias que coincidieron con la menor y mayor tasa de F, 34.6 y 57.4%, al igual que con las tasas de DC, 23.4 y 38.9% respectivamente. En 10 de las 18 evaluaciones la media por periodo superó una TP de 17%, siendo el promedio de 16.4%. DC y F suelen coincidir, elevándose o disminuyendo en forma semejante en la mayoría de los periodos analizados. De esa forma, TP pudiera ser mejorada, aumentando DC, sea cual sea la F del rebaño o mejorar F, incrementando la DC.

TP es muy sensible en el tiempo. El efecto de la época fue mas evidente al agrupar los periodos en cuatro épocas. Tabla I. Las épocas entre Diciembre-Febrero y Marzo-Mayo mostraron una significativa mayor tasa de DC y F, que influyeron en una superior TP, que alcanzó medias de 19.3 y 18.8% superiores a las observadas en las otras dos épocas ($P<0.01$). No sólo se observó un mayor número de VE en las épocas mas suaves (61% de VE presentaron celo entre Diciembre y Mayo), sino que 66.4% de ellas fueron detectadas en celo y servidas, contra sólo 35 y 36.8% entre Diciembre-Febrero y Marzo-Mayo. El número de vacas preñadas también resultó mas elevado, 71% entre Diciembre y Mayo ($P<0.01$). En ambas épocas coincidieron los mayores niveles de DC y F. Junio-Agosto exhibieron las menores tasas de DC y F, en relación con los mayores temperaturas e índice de humedad relativa [6]. A partir de Septiembre se detectó un incremento relativo de TP que alcanza sus cifras medias máximas durante Febrero, aunque se mantiene elevada entre Enero y Abril.

Tabla I. Efecto de la época sobre la tasa de preñez en rebaños doble propósito

Tipo de Manejo	Nº de fincas	Nº vacas elegibles	Vacas detectadas en celo		Vacas preñadas (Fertilidad)		Tasa de preñez
			Nº	TDC (%)	Nº	F (%)	TP (%)
Marzo-Mayo	5	684	252	36.8[a]	129	51.2[a]	18.8[a]
Junio-Agosto	4	471	129	27.4[b]	54	41.9[b]	11.5[c]
Septiemb-Noviemb	4	487	142	29.2[b]	62	43.7[b]	12.7[c]
Diciembre-Febrero	5	809	283	35.0[a]	156	55.1[a]	19.3[a]
Promedios	18	2451	806	32.9	401	49.7	16.4

[a-b] $P< 0,05$ [a-c] $P< 0,01$ Tasa de preñez (TP) = detección del celo (DC, %) x fertilidad al 1er servicio (F, %)

Los resultados en rebaños mestizos tropicales mejoran en varios puntos los datos reportados en 2,561 rebaños lecheros en Minnesota, USA, los cuales indican tasas medias de 35, 34 y 12% de DC, F y TP y tasas máximas de 49, 48 y 19% aunque estas cifras medias pueden ser tan bajas como 17, 20 y 5% respectivamente [1]. En rebaños lecheros del Midwestern americano [9] se reportaron tasas medias de 40% y 50% de DC y F, lo que significa que solo 20% de las vacas preñaron durante los primeros 21 días a partir del PRV.

Se ha señalado que una meta excelente de TP podría fluctuar entre 16-20 [9]. A pesar que 22-25% se ha señalado como un valor importante [2], muy pocos rebaños de leche la superan [4,8]. Son mas habituales cifras entre 10-15% [3] o 12-14% [8]. Una media habitual de 13% fue superada en 67% de los periodos analizados en este trabajo. Los niveles superiores a 22% parecen ser suficientes para obtener un buen beneficio económico [1] y mayor posibilidad de mantener un intervalo entre partos de 13.5 meses, muy aceptable a pesar de ser superior a los 12-13 meses sugeridos como meta ideal [2,7,8,9]. El 79% de las variaciones en el intervalo entre partos lo explica la TP, atribuyéndose 42% a DC y 24% a F [3]. La mejora de DC y F permitirá disminuir y regular el lapso entre partos.

Fue destacable el efecto de algunas tecnologías adoptadas dentro del manejo. La mejora en los registros de la finca, en la observación de los celos, en el momento y cuidados de la inseminación, en el manejo de la vaca inseminada y en el control veterinario favoreció una importante elevación de DC y F. Tabla II. MT y MM mostraron diferencias altamente significativas ($P<0,01$), alcanzando promedios de 37,1 y 52,3% en fincas de MM. En estas TP varió entre 14 y 22% pudiendo lograr excepcionalmente 24% (media de 19,4%), mientras que en fincas bajo MT, TP fluctuaba entre 9 y 16% (media de 14,0%; $P<0.01$). Estos

resultados confirman la necesidad de elevar la eficiencia reproductiva mejorando las normas de detección de celo y del manejo de las inseminaciones [5]. TP permitiría explicar el éxito y los beneficios potenciales de los programas de sincronización del celo e inseminación sistemática, en los cuales se regula la presentación de los celos y de la ovulación.

Tabla II. Efecto del tipo de manejo sobre la tasa de preñez en rebaños doble propósito

Tipo de Manejo	Nº de fincas	Nº vacas elegibles	Vacas detectadas en celo		Vacas preñadas (Fertilidad)		Tasa de preñez
			Nº	TDC (%)	Nº	F (%)	TP (%)
Tradicional	3	1378	408	29.6^{c}	193	47.3^{b}	14.0^{c}
Mejorado	3	1073	398	37.1^{a}	208	52.3^{a}	19.4^{a}

$^{a-b}$ $P < 0.05$ $^{a-c}$ $P < 0.01$ Tasa de preñez (TP) = detección del celo (DC, %) x fertilidad al 1er servicio (F, %)

En rebaños doble propósito el problema de F es mínimo comparado con el de la DC. DC es el principal factor que contribuye al escaso éxito de los programas de inseminación en el medio [5]. Existen dos razones fundamentales por las cuales las vacas posparto no se detectan en celo. La principal es el atraso prolongado en el reinicio de la actividad ovárica como consecuencia del anestro orgánico debido a una deficiente alimentación preparto que ocasiona baja condición corporal y pérdida de una excesiva proporción del peso posparto, aunado al deficiente manejo de la vaca en lactación y al amamantamiento [6]. Estos animales solo reinician su ciclo varios meses después cuando logran equilibrar un balance de energía negativo. Esta sería la principal razón por la cual es difícil incrementar la TP a partir de un aumento en la DC. Cuál sería la ventaja de fijar un PRV de 60 días cuando solo 85% de animales mestizos ciclan después de los 90 días posparto? [6]. Si el intervalo al servicio supera el PRV planteado como objetivo, el causal del problema serían los errores en la exhibición o en la observación de los celos, lo cual siempre es importante de aclarar.

El otro causal, variable en mayor o menor intensidad se debe a deficiencias en la DC debido a métodos inadecuados, irresponsabilidad y negligencia del personal [7]. Es menos frecuente en vacas doble propósito y mas evidente en rebaños con deficientes prácticas de manejo, siendo por ello muy difícil de corregir. Se han reportado diferentes intentos para reducir el problema incluyendo tratamientos hormonales, los cuales en nuestro medio continúan siendo una terapia costosa [6]. El problema de la baja fertilidad es mas difícil de interpretar pero mas sencillo de corregir en rebaños tropicales, debiendo ser el camino inicial para mejorar la TP. Atender no solo a la vaca y al macho sino al efecto del error humano.

La rentabilidad del hato parece depender mas de TP que de cualquier otra variable reproductiva puesto que su mejora favorece mayor crecimiento interno y liquidez. Todo esfuerzo para implementar cambios de manejo permitirán optimizar TP. El veterinario debe discutir con el ganadero los resultados del monitoreo de TP casa 21 días para evaluar el estado reproductivo del hato y adoptar las medidas de control pertinentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BUELOW, K.; STEWARD, S.; RAPNINKI, P.; GODDEN, S. Dairy Initiatives Newsletter. 8 (1). 1999.

[2] HILTY, B.J; O'CONNOR, M. Key Carroll County Farm Notes. Coll. Agric. Nat. Res, University of Maryland 1 (2), 1-3. 2001.

[3] FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T. Proc. 32nd Annual Convention American Assoc. Bovine Pract. Nashville, TN, September, 131-137. 1999.

[4] FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T. Compendium Food Animal 20 (11): 150-159. 2000.

[5] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; GOICOCHEA-LLAQUE, J. Revista Científica FCV-LUZ. Vol. 12, Supl. 1: 455-457. 2002.

[6] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; SOTO BELLOSO, E.; GOICOCHEA LLAQUE, J.; GONZÁLEZ, R.; SOTO, G. Publ. Premio Agropecuario, Banco Consolidado. 90 pp. 1988.

[7] NILES, D.; EICKER, S.; STEWARD, S. Proc. 5th Western Dairy Management Conf. Las Vegas, Nevada, USA. Pp. 117-121. April 4-6, 2001.

[8] RAPNICKI, P.; STEWARD, S., EICKER, S. VIII Congreso Internacional de Medicina Bovina, Madrid, España I: 82-92. 2002.

[9] VAN GORP, B. Feed Facts Dairy. March, 1-4. 1997.

ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO DE LOS SERVICIOS REPETIDOS EN VACAS*

Carlos González-Stagnaro, Ninoska Madrid.Bury
Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia
Maracaibo-Venezuela. E-mail: cdgonzal@luz.ve

INTRODUCCIÓN

Las vacas repetidoras (VR) exhiben ciclos normales, no muestran alteraciones clínicamente diagnosticables pero no han concebido después de tres o más servicios [1, 4]. En rebaños doble propósito (DP) de manejo tradicional, los servicios repetidos (SR) representan 17.5-18.6% de las alteraciones reproductivas, después del anestro que es el principal problema (55.4-62.5%) [1]. Sin embargo, en rebaños con manejo mejorado, la reducción del anestro ha potenciado el problema de SR, ocasionando apreciables perdidas económicas [1]. Estudios posteriores confirmaron la influencia del sistema de manejo sobre los SR al reportarse tasas medias de 9.2 y 21.5 en hatos tradicionales y mejorados [2].

Han sido demostradas las ventajas económicas y productivas de optimizar las decisiones de manejo mediante programas de Medicina de la Producción y estrategias de Calidad Total en Programas de Control Reproductivo [2]. Estos programas se complementan con el análisis de riesgos y puntos críticos de control los cuales facilitan la identificación, valoración y control de los riesgos. Riesgos son los factores o situaciones negativas en el sistema de producción y manejo a los cuales se enfrentan los procesos reproductivos [3,4].

Este trabajo relaciona la incidencia de los SR con problemas del rebaño o individuales y con los factores de riesgo en dos sistemas de producción, bajo manejo tradicional (MT) y manejo mejorado (MM), cuantificando mediante técnicas epidemiológicas analíticas las variables de predicción para la ocurrencia estadística de riesgos en VR.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los principales factores de riesgo (FR) y su calificación como problema del rebaño o individual en VR fueron estudiados mediante técnicas de grupos participativos, diagramas de flujo, análisis de registros y estudios patológicos, clínicos y de laboratorio [2]. Se analizaron 56.680 datos en 21 fincas DP ubicadas en zonas de bosque seco y sub-húmedo tropical (10º LN, 28-32º C, 800-1200 mm), Cuenca del Lago de Maracaibo. En el análisis epidemiológico de SR se utilizaron 12.115 registros de 4.867 vacas mestizas de seis rebaños DP mantenidos en sistemas de MT y MM, los cuales se relacionaron con los factores de riesgos del predominio racial (*Bos taurus y Bos indicus*), la producción de leche en 100 días, condición corporal (CC) al parto y la eficiencia en la detección del celo (EDC).

La incidencia y tasas promedio de los FR fueron evaluadas como problemas de vacas individuales o del rebaño, aplicando el análisis epidemiológico, la relación de probabilidad (Odds Relation, OR) y las variables de predicción [3,6] con intervalos de confianza al 95%. OR es una medida relativa de la proporción de VR para cada FR y señala la diferencia entre la incidencia de VR con o sin un determinado FR. Su incremento es indicativo del efecto atribuible al riesgo [8]. Se calculó OR = (axd)/(bxc), usando una serie 2 x 2 para el análisis de chi-cuadrado, como $(ad-bc)^2.N/(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)$ donde: a=expuestas, repetidoras; b= expuestas, fértiles; c=no expuestas, repetidoras y d= no expuestas, fértiles [7] y la prueba "t" para comparaciones entre medias. El análisis estadístico aplicó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Control Reproductivo, la dinámica operativa de Calidad Total y el Análisis de Riesgos señalan a los SR como un verdadero problema reproductivo especialmente en rebaños mejorados y con mayor producción de leche, siendo notoria la diferencia de riesgos entre hatos con MT y MM. En MT son mas evidentes los problemas del rebaño como riesgos

+Proyecto 0778-01 financiado por el CONDES-LUZ, Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela

de SR (76.4 vs 23.6%; P<0.001), mientras que en MM predominan los problemas individuales (68.3 vs 31.7%; P<0.001). Los riesgos de SR mas frecuentes en el rebaño fueron para MT, EDC (78.6%), gestión del rebaño, CC y deficiencias nutricionales (71.4%), producción de leche, enfermedades infecciosas (64.2%) y momento de inseminación (57.1%); en MM, producción de leche, infecciones genitales (85.7%), mortalidad embrionaria y EDC (71.4%).

Como riesgos individuales de SR destacan en MT, la pérdida de peso y de CC (78.6%), problemas de parto (71.4%) y época de parto (57.1%), mientras que en MM son los mayores niveles de producción (85.7%), las alteraciones endocrinas y problemas de ovulación (71.4%), tipo racial e intervalo parto-servicio (57.1%). La pérdida de peso y de CC ocasionan problemas endocrinos y ováricos y fallas en la EDC [1]; igualmente, en VR los niveles de progesterona confirman problemas de anovulación y ovulación atrasada relacionados con una caída de la fertilidad por fallas en la integración endocrina, mala calidad del cuerpo lúteo e inadecuado abastecimiento de progesterona [1]. En DP, los problemas de la ovulación han sido mas frecuentes en mestizas Holstein y Pardo Suiza (32.4 y 17.1%) con mejor CC y producción que en Brahman e indefinidas (2.6 y 5.7%) [1].

Este trabajo confirma una tasa media de 14.7% de VR, superior bajo MM que en MT (21.6 vs 9.2%; P<0.01), apoyada por una elevada frecuencia de vacas servidas fuera del celo. Se aprecia una relación directa entre VR y la eliminación por problemas reproductivos (13.3 vs 7.9%; P<0.05) e inversa con los lapsos parto-servicio (72 vs 122d; P<0,01). Tabla I.

Tabla 1. Variación de algunos factores de riesgo en Vacas Repetidoras (VR) en relación con el sistema de manejo en rebaños mestizos de doble propósito

Sistema	Hato	N°	Vacas	Elimin.	Interv	FACTORES DE RIESGO ANALIZADOS			
Predom Racial		Obs	Repeti-doras (%)	Probl. Reprod (%)	Parto-Servicio (d)	Prod. leche k/d	CC (0-5)	EDC 24d (%)	P_4 (<1 ng/ml)
MT	1	3177	**11.4**	8.8	109	9.46	2.5	54	14
Bos	2	1921	**8.1**	7.5	128	8.28	1.9	43	18
indicus	3	1632	**7.4**	6.2	143	8.56	2.3	50	16
Mosaico	Prom	6730	**9.2****	7.9*	122**	8.89**	2.28*	49.9**	15.6*
MM	1	2066	**24.8**	16.4	76	12.35	32	72	9
Bos	2	1735	**20.7**	12.2	73	11.32	2.8	65	11
taurus	3	1584	**17.9**	10.5	68	10.56	2.8	61	13
	Prom	5385	**21.6****	13.3*	72**	11.49**	2.95*	66.5**	10.8*
Totales		12115	**14.7**	10.3	100	10.05	2.58	57.3	13.5

* P < 0,05 * P < 0,01 CC (condición corporal), EDC (eficiencia de detección de celos en 24d), P_4 (progesterona)

En hatos bajo MM donde predominan los mestizos *Bos taurus* es interesante la relación de VR con algunos riesgos como la producción de leche (11.4 y 8.9 k/d en MT; P<0.01) y condición corporal (2.95 vs 2.28; P<0.05), mientras que en MT destaca la baja EDC (49.9 vs 66.5% en MM; P<0.01) Como consecuencia, aumentan los SR, la mortalidad embrionaria y la tasa de eliminación en VR, prolongando los intervalos posparto e incrementando las perdidas económicas [4].

El análisis de probabilidad identifica en VR las variables de predicción con significancia estadística para cada FR. Tabla II. Estas variables que caracterizan el estudio epidemiológico confirman hallazgos anteriores y señalan la probabilidad de que determinados riesgos estén involucrados como causales de SR. Entre MT y MM resulta significativo el efecto del rebaño (OR=7.8; P<0.01). En MT se reitera el riesgo de baja EDC (OR=12.8; P<0.001), siendo también significativos (P<0.01): producción de leche (OR=10.2), gestión y capacitación (OR=8.0), enfermedades infecciosas (OR=7.5), momento de inseminación (OR=6.2) y predominio racial (OR=5.86). En MM los principales riesgos involucrados (P<0.001) fueron mortalidad embrionaria (OR=10.1), enfermedades infecciosas (OR=9.8), predominio racial (OR=9.6), producción de leche (OR=8.1), momento de inseminación (OR=7.2), alteraciones endocrinas (OR=6.4) y EDC (OR=5.62) (P<0.01).

Tabla II. Variables de predicción de los factores de riesgo de los servicios repetidos en vacas doble propósito en relación con el sistema de manejo

FACTORES DE RIESGO	MANEJO TRADICIONAL			MANEJO MEJORADO		
	ODDS RELATION	I. CONF 95% OR	SIGN	ODDS RELATION	I. CONF 95% OR	SIGN
Rebaño-Sist. producción	7.8	2.4-13.0	0.01	7.8	2.4-13.0	0.01
Época de parto	3.68	2.0-5.3	0.05	1.12	0.4-2.3	NS
Predominio racial	5.86	2.9-8.8	0.01	9.6	3.1-13.3	0.001
Producción de leche	7.2	4.9-10,2	0.01	8.13	5.2-12.6	0.001
CC y prob. nutricionales	4.6	2.0-7.2	0.05	3.80	2.3-5.0	0.05
Efic. detección celos	10.4	6.6-13.1	0.001	5.62	2.6-8.8	0.01
Momento y técnica IA	6.2	3.2-9.1	0.01	7.2	4.0-12.3	0.01
Enfermedades infecciosas	7.5	2.8-9.6	0.01	9.8	3.5-13.2	0.001
Mastitis	2.85	1.1-4.1	0.05	3.75	1.8-5.6	0.05
Partos problema	5.6	3.0-8.2	0.05	4.22	1.5-6.1	0.05
Interv. parto-1er servicio	0.7	0.1-1.9	NS	5.38	3.3-7.4	0.05
Calidad y manejo semen	3.3	1.8-6.4	0.05	0.8	0.2-2.1	NS
Mortalidad embrionaria	3.8	1.4-6.2	0.05	10.1	3.8-14.3	0.001
Gestión y capacitación	8.0	5.6-11.8	0.01	1,3	0.6-2.8	NS
Alt. Endocrinas-ovulación	0.6	0.2-1.0	NS	6.4	3.2-9.5	0.01
Endometritis sub-clínica	4.2	1.2-7.0	0.05	5.5	2.2-9.4	0.05

En Holstein se ha reportado un bajo riesgo de predicción de la fertilidad por inseminación artificial [5], señalándose como predictores a la CC <2.5 (OR=0.65), tono uterino (OR=0.69), contaminación de la pistoleta (OR=0.67), mastitis (OR=0.53), quistes ováricos (OR=0.53) y metritis (OR=0.74). Las endometritis incrementan los riesgos de retención de placenta, mayores días vacíos y servicios por concepción [5], confirmando los resultados de menor producción de leche y mayor tasa de eliminación de este trabajo.

El riesgo mas frecuente de SR en vacas DP fue la baja detección del celo que deriva en un momento inadecuado de inseminación, ocasionando servicios demasiado tempranos o tardíos o en vacas fuera del celo con la consiguiente pérdida y repetición de servicios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GONZÁLEZ-STAGNARO, C. Manejo Reproductivo y control de la sub-fertilidad en vacas mestizas. In: *Manejo de la Ganadería mestiza de doble propósito.* Madrid-Bury, N. & Soto Belloso, E. (eds). Astro Data, Maracaibo. Cap XXVII: 523-562. 1995.

[2] GONZÁLEZ-STAGNARO, C. El Manejo de la Calidad Total en los Programas de Control de los problemas reproductivos. In: *Mejora de la Ganadería mestiza de doble propósito.* González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N. & Soto Belloso, E. (eds). Astro Data, Maracaibo. Cap XXIV: 581-607. 1998.

[3] HUESTON, W.D. Evaluating risk factors in disease outbreak. Vet. Clin. North Amer. Food Animal Prac. 4: 79-97. 1988.

[4] LAFI, S.Q.; KANEENE, J.B. Risk factors and associated economic effects of the Repeat Breeder Syndrome in Dairy Cattle. Vet. Bull. 58 (11): 891-903. 1988.

[5] LOEFFLER, S.H.; De VRIES, M.J.; SCHUKKEN, Y.H.; De ZEEUW, A.C.; DIJKHUIZEN, A.A., De GRAAF, F.M.; BRAND, A. Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. Theriogenology 51:1267-1284. 1999.

[6] PONSART, C. Épidémiologie de l'infécondité en élevage laitier: outils statistiques. Élevage et Insémination 289: 10-21. 1999.

[7] RUEGG, P.L. Principles of epidemiology for reproductive problem solving. Soc. for Theriogenology. Proc. Ann. Meet. Montreal, Quebec, Canadá. 313-319. 1997.

[8] SCHUKKEN, Y.H. & BRAND, A. Application of epidemiology in fertility and mastitis programs in bovine herd health management. In: V Cong. Intern. Med. Bovina. Sitges (España). Anembe. I: 73-88. 1988.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 378-380

PARAMETROS REPRODUCTIVOS EN LAS VACAS Y NOVILLAS DE RAZAS ASTURIANAS. VARIACIONES EN FUNCIÓN DE RAZA Y GENOTIPOS.

Menéndez J., Fdez Prieto E., Osoro K.
S.E.R.I.D.A. Apartado 13, 33300. Villaviciosa. Asturias. E-mail: jmenendez@serida.org

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de las explotaciones de vacas madres, en buena parte depende de los resultado reproductivos. Dentro de estos índices, el intervalo parto-inicio de actividad ovárica y el intervalo parto-concepción, nos muestran la efectividad en lograr el esperado ternero/año. Dicha información es más rápida de obtener que el tradicional intervalo entrepartos.

Por otro lado es positivo conocer si existe alguna predisposición racial o dentro de una misma raza en función de su genotipo a tener intervalos parto-inicio de actividad ovárica más cortos para conseguir más fácilmente un ternero por vaca/año.

En las novillas es también importante, para decidir cuando empezar las cubriciones o los tratamientos reproductivos, el conocer la edad y pesos a los que comienzan la actividad ovárica y las particularidades que existen al respecto según el genotipo en el caso de la raza Asturiana de los Valles (AV).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se controlaron en el año 2001 y 2002 en las vacas con partos de invierno la aparición de celo, el intervalo parto-inicio de actividad ovárica y el intervalo parto-concepción. La determinación de la progesterona sérica se hizo por medición de la absorbancia en espectrofotómetro a 405nm con el kit de diagnóstico Ovuchek plasma ® (Biovet Europe, England). Se consideró el día de inicio de actividad ovárica aquel con un recuento de progesterona inferior a 1 ng/ml seguido de recuentos superiores a 2ng/ml durante al menos tres semanas. Para el intervalo parto-concepción se consideró el día de la inseminación fecundante aquel con un recuento de progesterona inferior a 1 ng/ml seguido de recuentos superiores a 2 ng/ml durante al menos 6 semanas o hasta el final del pastoreo de primavera, con una confirmación positiva de gestación por palpación a los 60-90 días de la inseminación. En el año 2001 a partir de la tercera semana post-parto se extrajo sangre a las vacas dos veces a la semana (lunes y jueves). En el año 2002 se incluyó el diagnóstico por ecografía entre los días 28 y 35 en la determinación del día de la fecundación y la recogida de muestras fue cada 7 días.

En el año 2001 se recogieron muestras de 51 animales; 18 Asturianas de la Montaña (AM) ,9 culonas AV, 15 heterocigotas AV y 10 normales AV todas multíparas. En el año 2002 se recogieron muestras de 44 animales, 17 AM, 8 culonas AV, 16 heterocigotas AV y 13 normales AV también todas multíparas.

El análisis de los datos se hizo con el programa SPSS (1994). Las diferencias en las proporciones de los animales que ciclaron o no ciclaron en el periodo de monta fueron analizadas mediante un test de chi-cuadrado mientras que los factores intervalo parto-inicio de actividad ovárica y parto-concepción fueron analizados por análisis de varianza. Las diferencias entre medias fueron analizadas con el test de diferencia de mínimos cuadrados.

En el caso de las novillas se calcularon los días a la pubertad, el peso a la pubertad y el porcentaje de novillas que ciclaron en el periodo de pastoreo de primavera (marzo a junio) el año siguiente al de su nacimiento. Se hicieron dos extracciones de suero separadas 11 días en el momento del destete en otoño y dos extracciones también separadas 11 días en el momento de comenzar la invernada. A partir de febrero y hasta el final del pastoreo de primavera en junio se extrajo sangre cada 11 días. Se consideró como el momento de la pubertad el día del control con una cantidad de

progesterona en sangre inferior a 1 ng/ml seguido de dos controles consecutivos con recuentos superiores a 2 ng/ml. Los animales se pesaban cada 3 semanas y se calculó el peso a la pubertad como el peso del animal en el control anterior a la fecha de la pubertad más el número de días transcurridos entre la pesada anterior a ese día multiplicado por la ganancia media diaria calculada entre dicha pesada y la inmediata posterior. En el año 2001 se controlaron 22 novillas; 1 de genotipo normal AV, 11 heterocigotas, AV 8 culonas AV y dos AM mientras que en el año 2002 se controlaron 25 novillas de las que 7 eran homocigotas normales AV, 10 heterocigotas AV, 5 culonas AV y 3 AM.

El análisis de los datos se hizo con el programa SPSS 1994. Las diferencias en las proporciones de los animales que ciclaron o no ciclaron en el pastoreo de primavera fueron analizadas mediante un test de chi-cuadrado mientras que los factores edad a la pubertad y peso a la pubertad fueron analizados con análisis de varianza. Las diferencias entre medias fueron analizadas con el test de diferencia de mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos de ciclicidad en el pastoreo de primavera para las vacas muestra significación entre los genotipos normal AV (96% n=23) y AM (91% n=35) con el homocigoto culón AV (65% n=17) ($p<0.05$). La diferencia del genotipo heterocigoto AV (87% n=31) no es estadísticamente significativa con el resto de genotipos como se muestra en la tabla 1

Tabla 1 Diferencias estadísticas para la presencia o ausencia de ciclicidad en vacas.

	Vacas normales AV	Vacas heterocigotas AV	Vacas culonas AV
Vacas normales AV (96%)			
Vacas heterocigotas AV (87%)	ns		
Vacas culonas AV (65%)	*	ns	
Vacas AM (91%)	ns	ns	*

Para establecer unas conclusiones definitivas es necesario añadir nuevos datos ya que en algunos casos la presencia o ausencia de diferencia significativa, caso del genotipo heterocigoto con el culón, o el nivel de esta diferencia entre genotipos, normal y casín con respecto al culón, es muy pequeña.

El análisis del intervalo parto-inicio de actividad ovárica y parto-concepción de las vacas dió una ausencia de interación entre las variables año y genotipo ($p>0.1$), tampoco la variable año era estadísticamente significativa, $p>0.1$ para el intervalo parto-concepción y $p>0.05$ para el intervalo parto-inicio de actividad ovárica. Sin embargo la variable genotipo si fue significativa ($p<0.05$) para ambos parámetros; el análisis revela que para el caso del intervalo parto-concepción el genotipo culón AV (109 días) es significativamente diferente ($p<0.05$) de los otros tres (64 a 72 días). Cuando nos referimos al intervalo parto-inicio de actividad ovárica el genotipo culón AV (65 días) es sólo significativamente diferente ($p<0.05$) del genotipo normal (48 días). En la tabla 2 se muestran los resultados para estos dos parámetros.

Tabla 2 Intervalo parto-inicio de actividad ovárica y parto-concepción para vacas según los genotipos.

	Normales AV	Heterocigotas AV	Culonas AV	AM
Intervalo parto-inicio de actividad ovárica (días)	48 a	50 ab	65 b	58 ab
Intervalo parto-concepción (días)	68 a	64 a	109 b	72 a

En las novillas la pubertad en la primavera, al año siguiente de su nacimiento, es decir animales de 12 y 15 meses de edad, se ve influenciada por el genotipo. Las novillas de genotipo normal y las heterocigotas alcanzan la pubertad significativamente ($p<0.01$) antes (415 y 426 días respectivamente) que las novillas culonas (512 días). Las casinas (438 días) no se diferencian de ninguno de los otros genotipos (tabla 3).

Tabla 3. Diferencias estadísticas para el parámetro pubertad.

	Normales AV	Heterocigotas AV	Culonas AV
Normales AV (87.5%)			
Heterocigotas AV (71%)	ns		
Culonas AV (15%)	**	**	
AM (60%)	ns	Ns	ns

Al final del periodo de control alcanzaron la pubertad el 87.5 % de las novillas normales AV ($n=8$), el 71% de las heterocigotas AV ($n=21$), el 15 % de las homocigotas culonas ($n=13$) y el 60 % de las novillas AM ($n=5$). En cuanto a la edad a la pubertad, las novillas homocigotas culonas AV que ciclaron lo hicieron a una edad superior (512 días) ($p<0.05$) que las homocigotas normales AV (415 días) y heterocigotas AV (426 días) y no hubo diferencia significativa con las AM (438 días) aunque la tendencia es a que las AM tengan la pubertad un poco antes que las homocigotas culonas AV (tabla 4).

El peso a la pubertad de las novillas culonas AV fue estadísticamente significativo ($p<0.05$) con las normales AV y las novillas AM (tabla 4).

Tabla 4. Edad a la pubertad y peso a la pubertad de novillas AV y AM.

	Normales AV	Heterocigotas AV	Culonas AV	AM
Edad a la pubertad (días)	415 a	426 a	512 b	438 ab
Peso a la pubertad (kilos)	292 a	319 ab	375 b	292 a

Como conclusión, las vacas AV homocigotas culonas tienen una marcada tendencia a presentar peores valores reproductivos, mayor intervalo parto-inicio de actividad ovárica y parto-concepción que resultan significativos cuando hablamos del intervalo parto-fecundación con el resto de genotipos AV y AM y con el genotipo homocigoto normal AV en el caso del intervalo parto-inicio de actividad ovárica.

En el caso de las novillas se repite el esquema aunque en este caso más agravado por el hecho de que las novillas homocigotas culonas AV tardan más en alcanzar la pubertad que las novillas de los otros dos genotipos de su misma raza no existiendo diferencia aunque sí en el valor de sus medias con las novillas AM. El peso a la pubertad es más alto en las novillas culonas AV como era de esperar al ser también animales de mayor edad cuando alcanzan la pubertad. Esta diferencia es significativa con respecto a las novillas homocigotas normales AV y las AM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

King G.J., McLeod G.K.-1982 Journal of Animal Science , 55 (suppl.),363 (Abstr.)

Ormazabal J.J., Osoro K., Martínez A,. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales Vol.11 (3) 1996.

Osoro K., Ormazabal J.J.,Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales Vol. 12 (1,2 y 3), 1997

Osoro K., Wright I.A., Journal of Animal Science 1992, 70, 1661-1666.

Pleasants A.B., Mc Call D.G. Animal Production 1993, 56, 187-192.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 381-383

CANTIDAD Y CALIDAD DE LA LECHE PRODUCIDA POR VACAS ASTURIANAS DE LA MONTAÑA Y ASTURIANAS DE LOS VALLES SEGUN GENOTIPOS EN HIPERTROFIA MUSCULAR.

Menéndez J., Fdez Prieto E., Osoro K.
S.E.R.I.D.A. Apartado 13, 33300. Villaviciosa. Asturias. E-mail: jmenendez@serida.org

INTRODUCCIÓN

La cantidad y calidad de la leche producida por las vacas de carne es el parámetro que más inciden en los crecimientos de los terneros en las primeros meses de vida (Beker et al 1981). El seleccionar madres buenas productoras de leche en cantidad y calidad es una de las líneas a seguir si se desea obtener terneros con buenos desarrollos y pesos al destete. Es conocida la capacidad maternal que tienen ambas razas asturianas (valles y montaña) pero existen pocos estudios acerca de la cantidad y calidad de la leche producida por unas y otras. Asimismo, en el caso de las vacas Asturianas de los Valles son prácticamente inexistentes los trabajos que estudian si la producción lechera y la calidad de esta leche está influenciada por el genotipo, si bien se conoce para otras razas la menor aptitud maternal y producción de leche de los animales de genotipo culón (Arthur et al 1995).

El objetivo de este trabajo es cuantificar la producción de leche de las vacas de raza Asturiana de los Valles (AV) y Asturiana de la Montaña (AM) y conocer si existen diferencias en la calidad y cantidad de leche producida por las vacas de raza AV en función del grado de presencia del gen de la hipertrofia muscular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron a lo largo del año 2001 y 2002 en cuatro momentos diferentes: a la salida al pasto, a mitad de pastoreo, a final de pastoreo de primavera y al destete; muestras de leche de todas las vacas de la paridera de invierno del rebaño experimental del SERIDA en Villaviciosa. Para la recogida de las muestras se separaban las vacas de los terneros a primera hora de la mañana y se ordeñaban para vaciar las ubres aplicando 20 UI de oxitocina en dos dosis de 10 UI una al principio del ordeño y otra al final del ordeño para el apurado; las vacas volvían a ordeñarse en el mismo orden que por la mañana a las ocho horas de la misma forma pesándose la leche al final y recogiendo una muestra de leche para el análisis posterior. Las muestras fueron recogidas conforme la norma que establece el control lechero oficial y se trasladaron refrigeradas para su análisis al Laboratorio Interprofesional Lechero de Asturias (LILA) donde para cada una de ellas se determinaron los porcentajes de grasa, proteína, lactosa y el de extracto seco magro. Se determinaron en total 364 muestras, 204 en el año 2002 y 160 muestras en el año 2001. En el año 2002 se analizaron y recogieron muestras de 16 vacas AM, 8 homocigotas culonas AV, 15 heterocigotas AV y 12 homocigotas normales AV todas ellas de segundo o posterior parto. La distribución de muestras en el año 2001 fue de 12 vacas AM, 9 homocigotas culonas AV, 10 heterocigotas AV y 9 homocigotas normales AV entre las que tampoco había ningún animal de primer parto. El número de vacas que repitieron ambos años fue de 10 AM, 3 homocigotas culonas AV, 5 heterocigotas AV y 5 normales AV. Las vacas se

distribuyeron en dos parcelas equilibrando el número de ellas según genotipo (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución de vacas por genotipo, año y parcela.

	Año 2001		Año 2002	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
A. Montaña	6	6	7	9
Culonas AV	4	5	3	5
Heterocigotas AV	5	5	7	8
Normales AV	4	5	6	6

Teniendo en cuenta que para la alimentación de los terneros es tan importante una adecuada cantidad de leche como la calidad de la misma se incluyó en los cálculos la suma de gramos de grasa más gramos de proteína como indicativo de la capacidad nutritiva de la leche.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS (1994) utilizando análisis de varianza (comparación de medias, test LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico reveló que el efecto año no era significativo, como tampoco lo era la interación año-parcela por lo que se hizo el análisis considerando los factores productivos, cantidad y composición (gramos de leche, % grasa, % proteína y gramos de grasa + proteína,), las dos razas y los diferentes genotipos, normal, heterocigoto, hocigoto culón y AM para cada uno de los cuatro controles de producción que se hicieron a lo largo de la lactación.

En el análisis de cada parámetro productivo para cada una de los dos razas aparecen diferencias significativas para las variables: % de grasa ($p<0.01$), % de proteína ($p<0.01$) y no significativa para gramos de grasa + proteína y producción de leche.

La producción de leche del genotipo homocigoto culón es menor en los tres controles del pastoreo de primavera siendo la diferencia significativa ($p<0.05$) en los controles dos y tres, en el control del destete no existe diferencia significativa.

El porcentaje de grasa es más alto en la raza AM salvo en el primer control en el cual es mayor en las normales. Las diferencias varían entre los genotipos pero con dos constantes: que las AM siempre están en el grupo de valores más altos y las culonas en el grupo más bajo. El genotipo AV culón es, salvo en el primer control, significativamente diferente del AM y en valor absoluto es el que menor porcentaje de grasa tiene en todos los controles.

En el porcentaje de proteína tambien el genotipo AV culón tiene valores significativamente ($p<0.05$) más bajos en todos los controles con respecto al AM que presenta los porcentajes más altos salvo en el primer control, en el cual las vacas de genotipo normal tienen el mayor porcentaje. En este primer control no existen diferencias significativas de los genotipos normales y heterocigotos con el AM si bien a lo largo de los controles se observa que el genotipo normal se comporta no tan bien como el AM pero mejor que el AV heterocigoto y este a su vez mejor que el AV culón.

Sin embargo, cuando se considera el parámetro genotipo dentro de la raza AV además de la raza AM como un "genotipo" más, aparecen diferencias significativas

($p<0.01$) en el factor gramos de grasa + proteína, en las que las diferencias según el test LSD para una significación de 0.05 son del genotipo homocigoto culón con los otros tres genotipos: normal, heterocigoto y AM.

Un análisis más detallado de cada uno de los factores teniendo en cuenta el control aporta los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos productivos por genotipos y controles

	1° control				2° control				3° control				4° control			
	G+P (Kg)	Leche (Kg)	%G	%P	G+P (kg)	Leche (kg)	%G	%P	G+P (kg)	Leche (kg)	%G	%P	G+P (kg)	Leche (kg)	%G	%P
AV normales	0.67 a	7.78 a	4.7a	4.1 a	0.55 a	7.32 a	3.7 a	3.8 bc	0.40 a	5.64 a	3.6 ab	3.6 bc	0.29 a	2.97 a	4.7 a	4.7 a
AV heterocigotas	0.63 a	7.88 a	4.2b	3.9 a	0.54 a	7.18 a	3.8 ab	3.7 b	0.40 a	5.66a	3.6 ab	3.4 b	0.26 a	2.7 a	5.2 a	4.8 a
AV culonas	0.52 b	6.90 a	4.0b	3.6b	0.36 b	5.35 b	3.5 a	3.2 a	0.27 b	4.32 b	3.3 b	3.1 a	0.24 a	2.8 a	4.4 a	4.4 a
AM	0.65 a	7.67 a	4.4 ab	3.9a	0.54 a	6.81 a	4.1 b	4.0 c	0.42 a	5.61 a	3.8 a	3.8 c	0.26 a	2.4 a	6.3b	5.2 b

Los gramos de grasa + proteína son menores en todos los controles para el genotipo homocigoto culón ($p<0.05$) salvo en el último control donde a pesar de ser también menor la cantidad esta no es significativamente diferente. En el análisis de este último control que corresponde al realizado en el destete hay que tener en cuenta que el tratamiento de los animales durante el verano no ha sido el mismo para todos los genotipos ya que los animales de genotipo normal AV, heterocigoto AV y AM subieron al puerto, mientras que en el año 2001 vacas culonas subieron al puerto y ninguna en el 2002, y sobre todo, que al ser final de lactación la producción es baja para todos los genotipos por lo que resulta más difícil que se manifiesten las diferencias.

Como conclusión podemos afirmar que la calidad nutritiva de la leche de los animales de genotipo culón es significativamente menor que la de los otros genotipos, normal, heterocigoto y AM; no existiendo entre estos diferencias apreciables cuando consideramos el parámetro grasa más proteína

Las cantidades de leche son ligeramente menores en el genotipo homocigoto culón AV con respecto a los otros genotipos y vacas AM, siendo el último control en el que estas diferencias son menores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthur P.F.1995 Australian Journal Agricultural Research 46. 1493-1515.

Baker et al 1981 Grass and Forage Science 36. 201-210.

Beal W.E., Notter D,R., Akers R.M,.1990 J. Animal Science 68. 937-943.

Boggs D.L., Smith E.F., Schalles R.R, Brent B.E, Corah L.R Pruitt R,J. 1980 J. Animal Science 51.550

Ormazabal J.J, Osoro K, Oliván M, VI Jornadas sobre producción animal ITEA 16 (extra) 195-197.

SPSS 6.1 for Windows. 1994. Chicago, USA: SPSS Inc.

Vissac B., Perreau B., Maulon P., Mánissier F. 1974 Annales de Génétique et de Sélection Animale 6 35-48.

Patología Animal

ITEA (2003), Vol. Extra N.º 24. Tomo I, 387-389

DINÁMICA DE LAS POBLACIONES LARVARIAS DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE ÉQUIDOS EN PASTOREO EN ZONA DE MARISMA

C. Adelantado, S. Almería, D. Ferrer.
Departamento de Sanidad y Anatomía Animales.
Parasitología y Enfermedades Parasitarias.
Facultad de Veterinaria (Universitat Autònoma de Barcelona).
Bellaterra 08193. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos gastrointestinales son los parásitos más frecuentemente encontrados en animales en pastoreo, siendo responsables de importantes pérdidas productivas, especialmente importantes en animales jóvenes. En équidos, los nematodos gastrointestinales son igualmente muy frecuentes e importantes (Herd, 1990), sin embargo, los estudios de parasitación en équidos en pastoreo no son abundantes, y en concreto ningún estudio se ha llevado a cabo en animales que pastorean en zonas de marisma. Las poblaciones de équidos adaptados al pastoreo en zonas inundadas tiene una importante labor en el mantenimiento ecológico de dichas zonas.

Para entender correctamente la epidemiología de la parasitación por nematodos gastrointestinales y aplicar tratamientos antiparasitarios en el momento adecuado es fundamental el conocimiento de las poblaciones larvarias presentes en el pasto. Este estudio tuvo como objetivo estudiar la dinámica de contaminación del pasto por larvas infectantes (L3) de nematodos gastrointestinales en una zona de marisma en el norte de Cataluña (Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà), en la que pastorea una población de caballos camargueses. Un segundo aspecto fue determinar la importancia de los diferentes géneros que parasitan a los équidos en dichas zonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La población de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales se estudió en áreas de marisma pastoreadas por 31 animales (hembras y potros) de raza camarguesa. Los animales permanecen en el pasto todo el año y únicamente reciben aporte nutritivo suplementario de paja en el invierno, cuando hay baja disponibilidad de pasto. El área de pastoreo aunque constante, se amplió a otras áreas limítrofes cuando el pasto escaseaba. En el primer año de estudio se realizó un tratamiento antiparasitario con ivermectina a finales de octubre, mientras en el segundo año esta desparasitación no tuvo lugar.

Se realizaron muestreos mensuales desde septiembre a mayo del 2002 y desde octubre a diciembre del 2002. La toma de muestras se realizó siguiendo la técnica de doble "W" de Taylor (Taylor, 1939) cuando las áreas inundadas lo permitían, o recogiendo pasto de las áreas no inundadas cuando el área de pastoreo no permitía realizar el recorrido homogéneo en doble "W". La hierba recogida se sumergió en un recipiente con agua durante 24 horas (Gruner y Raynaud, 1980). Posteriormente el agua fue filtrada a través de 3 tamices de diámetro decreciente (entre 100µm y 20µm), recuperándose las larvas presentes. A continuación se procedió a la concentración larvaria mediante técnica de flotación en $ZnSO_4$ 33% y visualización de las larvas al microscopio óptico. Se realizó el recuento de las larvas

parásitas y se procedió a la identificación de las mismas siguiendo las claves de Beliqua et al (1993).

La hierba recogida, una vez recuperadas las larvas, fue desecada en estufa a 100° durante 24 horas, anotándose el peso seco. Los resultados se expresaron en número de larvas patógenas totales por Kg de materia seca (L3/Kg MS), y los géneros presentes se expresaron en porcentaje en el total de larvas identificadas en el muestreo correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio se observó la presencia de larvas de nematodos gastrointestinales en todos los muestreos realizados, indicando que las condiciones de las zonas de marisma ofrecen un ambiente adecuado de temperatura y especialmente humedad y permiten el desarrollo y supervivencia de larvas de nematodos gastrointestinales en todas las épocas en las que se realizó el estudio.

La mayor cantidad de larvas infectantes se observó en los meses de febrero y noviembre 2002, mientras los recuentos larvarios más bajos fueron observados en los meses de abril-mayo (Figura 1). Sin embargo, los bajos recuentos en esa época posiblemente no representaron disminuciones reales de las poblaciones larvarias en pasto, si no que se debieron a la dificultad de recogida de muestras de pasto en esos muestreos al estar prácticamente inundada la totalidad del área de pastoreo y al ser incrementada dicha área de pastoreo con acceso a otras zonas limítrofes.

La aplicación de un tratamiento parasitario a finales de octubre de 2002 produjo un descenso de las poblaciones larvarias en el pasto y por tanto de la contaminación de los animales en esa época, aunque el efecto del tratamiento fue rápidamente superado, alcanzando nuevamente las larvas niveles elevados un mes más tarde. En el segundo periodo de estudio se observó un fuerte incremento de larvas a partir de noviembre de 2002, que se mantuvo hasta el final del estudio posiblemente debido a la ausencia de tratamiento antiparasitario ese año.

El género más abundante en todos los muestreos fue el género *Cyathostomum*, apareciendo en bajas cantidades los géneros *Trichostrongylus, Gyalocephalus* y *Poteriostomum*. No se observó la presencia de larvas del género *Strongylus* (Tabla 1). Estos resultados indican una mayor importancia de la parasitación por nematodos de la subfamilia Cyathostominae (cuya denominación recomendada es la de ciatostóminos (Lichtenfels et al., 2002)) en los équidos de estas áreas comparado con la parasitación por grandes estrongílidos, corroborando las observaciones de Herd (1990) que considera que son los nematodos predominantes parasitando a équidos hoy en día.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bevilaqua C.M.L., Rodrigues M. de L., Concordet D. (1993). *Identification of infective larvae of some common nematode strongylids of horses.* Rév.Méd. Vét. 144:989-995.

Gruner L., Raynaud J.P. (1980). *Technique allégée de prèlévements d'herbe et de numération, pour juger de l'infestation des paturages de bovins par les larves de nematodes parasites.* Rév. Méd. Vét. 131 :521-529.

Herd R.P. (1990). *The changing world of worms : The rise of cyathostomes and the decline of Strongylus vulgaris.* Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 12:732-736.

Lichtenfels J.R., Gibbons L.M., Krecek R.C. (2002). *Recommended terminology and advances in the systematics of the Cyathostominea (Nematoda: Strongyloidea) of horses.* Vet. Parasitology 107 (2002) 337-342

Taylor E.L. (1939). *Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae.* Parasitology 31:473-478.

Figura 1. Evolución de larvas en áreas de marisma pastoreadas por caballos camargueses.

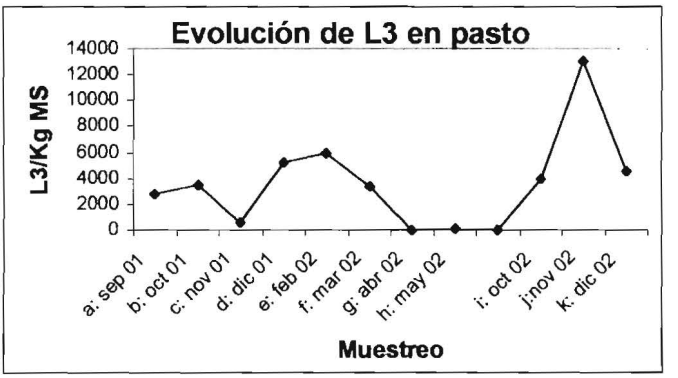


Tabla 1. Distribución por géneros (en porcentaje) de las larvas identificadas en pasto durante los meses de estudio.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Trichostrongylus	9	0.77			0.26						
Cyathostomum	86.5	97.0	100	99.2	98.4	100	100	100	99.1	97.4	100
Gyalocephalus	4.5	2.23		0.19	0.80				0.23	0.86	
Poteriostomum				0.59	0.53				0.68	1.72	

RESPUESTA IMMUNE EN VACAS GESTANTES INFECTADAS DE MANERA EXPERIMENTAL CON *NEOSPORA CANINUM*

S. Almería#, J.P. Dubey*, L.C. Gasbarre.
#Parasitology, Veterinary School, Autonomous University of Barcelona. Bellaterra, Barcelona, Spain.
*USDA, ARS, BHNRC, Beltsville, MD, USA.
USDA, ARS, IDRL, Beltsville, MD. USA.

INTRODUCCIÓN

Neospora caninum es un protozoo intracelular considerado en la actualidad como una de las causas más importantes de aborto en ganado vacuno en todo el mundo. Los ooquistes eliminados por el perro, único hospedador definitivo descrito hasta el momento, son trasmitidos al ganado vacuno mediante agua o alimento contaminado. Sin embargo, la principal vía de transmisión en los rebaños es la vía vertical o transplacentaria, por el paso de taquizoitos desde las madres infectadas a sus crías durante la gestación. A diferencia de *Toxoplasma gondii* con el que tiene muchas semejanzas, los abortos pueden ser repetitivos. Animales infectados pueden no abortar pero sus crías estarán infectadas congenitamente en una muy elevada proporción, y estos animales seropositivos tienen un mayor riesgo de presentar abortos en el futuro comparados con animales seronegativos (Hietala and Thurmond, 1999; Davison et al., 1999). Por tanto, el control de las infecciones congénitas son una de las áreas fundamentales para prevenir los cuadros clínicos de neosporosis.

Los mecanismos inmunes mediados por células parecen tener un papel fundamental en el control de *N. caninum* reduciendo la parasitemia. Se ha descrito un papel fundamental de citoquinas como IFN-g y IL-12 (Khan et al., 1997). Pocos estudios se han realizado relacionados con la respuesta inmune en animales gestantes. El objetivo de este estudio fue estudiar la respuesta inmune que tiene lugar en animales gestantes infectados a los 110 días de gestación, con taquizoitos administrados vía intravenosa. Se estudió la existencia de transmission transplacentaria y los cambios en las poblaciones inmunes y en la expresión de citoquinas durante el estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuatro novillas de la raza Angus fueron infectadas por vía intravenosa con 10^7 taquizoitos derivados de una cepa bovina a los 110 días de gestación. Tres novillas gestantes fueron incluidas como grupo control no infectado.
Se tomaron muestras de sangre a 1, 2 y 3 semanas tras la infección para el aislamiento de células mononucleares (PBMC) mediante centrifugación en gradientes de Ficoll. Las células fueron cultivadas con concanavalin A (Con A) durante 24 h. Los animales fueron sacrificados a las 3 semanas tras la infección. En el momento de la necropsia se recogieron en condiciones asépticas ganglios linfáticos bronquiales y mesentéricos y el bazo de los animales. A partir de estos órganos se aislaron células mononucleares según el método descrito por Gasbarre (1994).

Los fetos fueron separados de la placenta inmediatamente tras el sacrificio. Se recogieron el bazo y los ganglios inguinales para aislamiento de

células mononucleares siguiendo el mismo procedimiento usado en las novillas.

Las subpoblaciones celulares presentes en los tejidos fueron analizados mediante citometría de flujo según descrito por Gasbarre (1994). Los monoclonales utilizados determinan poblaciones CD3, CD4, CD8, IL-2 R, y linfocitos B.

El análisis de la expression de citoquinas se realizó mediante PCR inversa a tiempo real siguiendo el método (Taqman®). RNA fue extraido siguiendo el método de Chomczynski and Sacchi (1987). La cantidad fue determinada mediante espectofotometría. cDNA fue sintetizado a partir de 5 ug de RNA total en presencia de random iniciadores. Las análisis de PCR a tiempo real fueron realizadas usando el secuenciador ABI PRISM ^{TM} 7700 mediante el kit Brilliant ^{TM} quantitative PCR Core de Stratagene. Las sondas e iniciadores fueron diseñados mediante el programa Primer Express (PE-Biosystem, Foster City, CA) expandiendo un intrón cuando fue posible para evitar contaminación por DNA genómico. Como control se utilizó 18 S RNA (PE Applied Biosystems, Foster City, CA).

El valor Ct definido como el número de ciclos de PCR necesarios para que la señal de fluorescencia exceda la señal umbral fue definido en el logaritmo lineal de la curva de amplificación y mantenido constante a lo largo del estudio.

El análisis estadístico se realizó mediante test "t" de student comparando animales infectados con animales controles no infectados. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos cuando $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Hasta el momento del sacrificio no se observó la existencia de aborto en ninguno de los animales infectados. Sin embargo, la transmisión transplacentaria ya había tenido lugar, y se encontraron parásitos en los tejidos de 3 de los 4 fetos infectados.

No se observaron diferencias entre los grupos infectado y control en los porcentajes de células mononucleares en sangre en la primera semana tras la infección. Sin embargo, a las dos semanas de la misma, los animales infectados presentaron unos porcentajes de linfocitos CD3+, CD4+ y IL-2R+ significativamente menores ($p \leq 0.05$). Asimismo, se observaron menores porcentajes de células CD8+ y mayores porcentajes de linfocitos B aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Los cambios fueron más evidentes a las 3 semanas tras la infección, cuando los animales infectados presentaron significativamente menores porcentajes de células CD3+, CD4+, CD8+ y IL-2R+, con niveles más elevados de linfocitos B que en animales control, aunque no estadísticamente significativos.

En los ganglios linfáticos mesentéricos se observaron resultados opuestos, encontrándose en los animales infectados mayores niveles de células CD3+ ($p \leq 0.05$), CD4+ y CD8+ (aunque no estadísticamente significativos) que en los animales control no infectados, mientras que los linfocitos B fueron menores en los animales infectados comparados con los animales control (aunque no estadísticamente significativos). Similares tendencias fueron observadas en los ganglios linfáticos bronquiales.

En los fetos, aunque se observaron pocas células inmunocompetentes, los niveles de linfocitos CD3 en el bazo fueron significativamente superiores en los animales infectados comparados con los animales control al igual que sucedía en las madres.

En cuanto a la expresión de citoquinas, los mayores cambios se observaron en las poblaciones esplénicas tanto de fetos como de hembras gestantes. Se observó en los fetos infectados un fuerte incremento en la expresión de IL-10 (9,8 veces), γ-IFN (34,3 veces) y TNF (3,7 veces), mientras que la expresión de IL-4 fue significativamente menor (6,5 veces) comparado con los fetos controles. Por su parte, en las hembras infectadas se observaron niveles significativamente mayores de TNF (3,7 veces) e IL-12 (3,2 veces) y unos niveles de expresión de IL-4 con tendencia a la significación ($p=0,06$) cuando se compararon con las hembras controles no infectadas.

El hecho de que tanto citoquinas de tipo 1 y de tipo fueron expresadas en mayor proporción en animales infectados podría estar relacionado con la transmisión transplacentaria del parásito y/o con la patología asociada a la parasitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chomczynski P., Sacchi N. 1987. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. Ann. Biochem. 162, 156-159.

Davison HC., Otter, A., Trees, A.J. 1999. Estimation of vertical and horizontal transmission parameters of *Neospora caninum* infections in dairy cattle. Int. J. Parasitol., 29: 1683-1689.

Gasbarre, L.C. 1994. *Ostertagia ostertagi*: changes in lymphoid populations in the local lymphoid tissues after primary or secondary infection. Vet. Parasitol., 55: 105-114.

Hietala S., and Thurmond, M.C.1999. Postnatal *Neospora caninum* transmission and transient serological responses in two dairies. Int. J. Parasitol., 29: 1669-1676.

Khan, I.A., Schwartzman, J.D., Fonseka, S., Kasper, L.H. 1997. *Neospora caninum*: role for immune cytokines in host immunity. Exp. Parasitol., 85: 24-34.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 393-95

ESTUDIO SEROLÓGICO DE UN BROTE DE ABORTO CAUSADO POR *NEOSPORA CANINUM* EN GANADO VACUNO LECHERO.

M. Pabón, S. Almería, M. López-Bejar, F. López-Gatius*.
Departamento de Sanidad y Anatomia Animales. Facultad de Veterinaria
(Universidad Autónoma de Barcelona)
*Departamento de Producción Animal. Universidad de Lleida.

INTRODUCCIÓN

Los problemas reproductivos son posiblemente el factor más importante que afecta a la rentabilidad del ganado vacuno de leche. *Neospora caninum* es un parásito reconocido en la actualidad como una de las principales causas de aborto y de mortalidad neonatal en todo el mundo, siendo responsable de importantes pérdidas económicas, especialmente en ganado vacuno de leche. Se trata de un protozoo intracelular que puede infectar entre otros a caballos, cánidos silvestres y perro, único hospedador definitivo descrito hasta el momento, y rumiantes, siendo especialmente importante por su elevada prevalencia de parasitación en el ganado vacuno.

El presente estudio tuvo como principales objetivos: 1) determinar mediante serología, las principales vías de transmisión de la infección por *N. caninum* en una explotación de ganado vacuno lechero que había sufrido un brote de abortos por este protozoo. 2) Relacionar la serología con el riesgo de aborto en los animales y 3) determinar la relación de la infección por *N. caninum* con importante factores de manejo, que en estudios previos en el mismo área geográfica han mostrado tener un efecto significativo en pérdidas tempranas de preñez.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio retrospectivo en una granja lechera localizada en el noreste de España que había sufrido un brote de abortos en dos años previos a la realización de la serología. Cuando el brote tuvo lugar varios fetos abortados habían sido analizados y encontrados positivos a la presencia de *N. caninum* mediante análisis de PCR.

Se analizaron las determinaciones de gestación de 122 vacas y 33 novillas que habían sido inseminadas artificialmente. El diagnóstico de gestación se realizó mediante palpación rectal entre los 32 a 38 días posteriores a la inseminación (dpi). Una vez observado un resultado positivo, se continuó la evaluación de la gestación a 60-67 dpi, a 90-97 dpi y 120-127 dpi y una observación externa hasta el 180 dpi, cuando se realizó otra palpación. Se registró como pérdida fetal el diagnóstico de gestación negativo en cualquiera de los exámenes tras el diagnóstico positivo inicial.

Se recogieron muestras de sangre de todos los animales de la granja (267 animales), siendo el suero analizado mediante dos técnicas comerciales de ELISA para la detección de anticuerpos de *Neospora caninum* (Herdcheck R anti-*Neospora* IDEXX, Madrid, España y CIVTEST R, Hypra, Girona, España) de acuerdo con las instrucciones de los productos comerciales.

En cada animal se registraron la fecha de finalización de la gestación, el intervalo entre inseminación y gestación, la fecha de parto y la estación de inseminación . En las vacas se registró también el intervalo ente partos y su número de lactaciones.

Los niveles de concordancia entre los dos test serológicos (valor Kappa) fueron determinados usando el programa estadístico Epi Info 6. El análisis de los factores de manejo y la infección por *Neospora* se realizó mediante regresión múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concordancia entre ambos ELISAS se caracterizó por un elevado valor K de 0.94 (0.90-0.96) indicando siempre una perfecta concordancia entre los resultados de ambos tests.

De los 267 animales analizados, 90 fueron seropositivos a *N. caninum*, por tanto, la seroprevalencia de infección en el rebaño fue muy alta (33.7% animales seropositivos). Los niveles de seroprevalencia fueron similares en los diferentes grupos de edad (Figura 1) y además se observó un alto grado de asociación entre la respuesta serológica a *N. caninum* entre madres e hijas (Figura 2). Estos resultados indicaron que la transmisión vertical o transplacentaria, descrita como la principal forma de mantenimiento de la infección en los rebaños, representó la ruta predominante de transmisión de *N. caninum* en el rebaño.

De los 32 vacas seropositivas con descendencia presente en el rebaño en el momento del muestreo, 29 tuvieron 30 descendientes seropositivas y 3 tuvieron 4 descendientes seronegativas. Por tanto el 90,6% de vacas seropositivas tuvieron hijas seropositivas y el 88,2% de las terneras nacidas de vacas seropositivas fueron seropositivas. Sin embargo, también se observó que tres madres seronegativas tuvieron 3 hijas seropositivas indicando la posible existencia de transmisión horizontal en el rebaño, aunque en un reducido nivel.

La tasa de abortos fue 12.5 veces mayor ($p \leq 0.0001$) en los animales seropositivos a *Neospora* que en los seronegativos. Resultados similares se observaron en el subanálisis para vacas paridas (13.9, $p \leq 0.0001$) y en novillas (10.5, $p=0.01$), indicando que *Neospora* fue la causa principal del brote de abortos en el rebaño.

Los factores de manejo analizados; la época de gestación (primavera u otoño) y el estado reproductivo de los animales (vaca o novilla) no tuvieron efecto en el brote de abortos. En un estudio anterior (Labérnia et al., 1996), el estado reproductivo y la estación de preñez fueron factores de manejo significativos en la pérdida fetal temprana en nuestra misma área de estudio.

Los presentes resultados sugieren que, en un brote de abortos debido a neosporosis, la serología materna puede ser un buen indicador de riesgo de aborto, y otros factores de manejo pueden estar enmascarados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dubey J.P., Lindsay, D.S., 1996. A review of *Neospora caninum* and neosporosis. Vet Parasitol., 67: 1-59.

Labèrnia, J., López-Gatius, F., Santolaria, P., López-Béjar, M., Rutllant, J., 1996. Influence of management factors on pregnancy attrition in dairy cattle. Theriogenology 45: 1247-1253.

ACKNOWLEDGEMENTS

Este estudio fue financiado por el proyecto AGL2000-0904 (CICYT).

Figura 1.

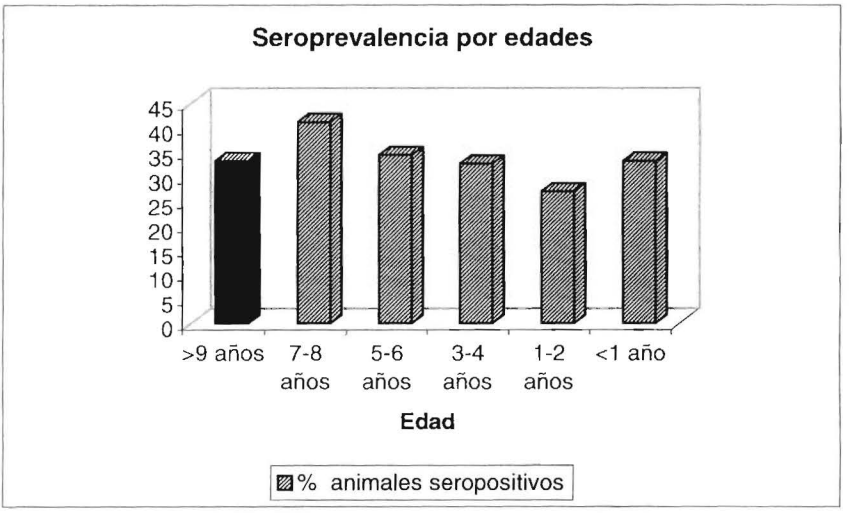
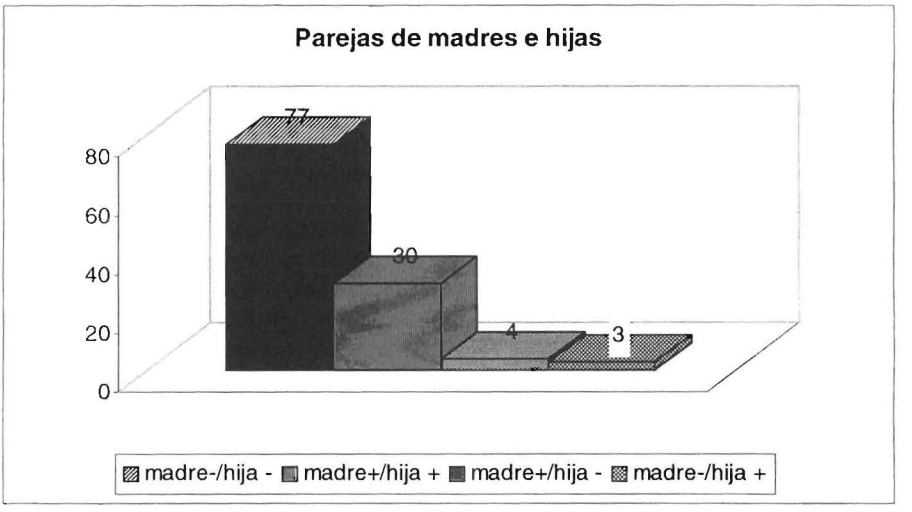


Figura 2



PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE CARNE DE POLLO: PREVENCIÓN DE LA COCCIDIOSIS MEDIANTE VACUNACIÓN.

Ciria, J.; Cacho del, E.*; Miguel, J.A.; Asenjo, B.
Producción Animal, E.U.I.Agrarias de Soria. Campus de Soria, 42004. Soria
*Parasitología y Enfermedades Parasitarias. Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Miguel Servet, 177. 50013. Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La Coccidiosis aviar es una parasitosis con una gran incidencia económica en la industria avícola. Las características de las explotaciones avícolas, con una gran densidad de aves, altas temperaturas y camas húmedas, favorecen la aparición de brotes clínicos de coccidiosis. Las pérdidas económicas desencadenadas por la coccidiosis se prolongan a lo largo de toda la vida del animal con retrasos en el crecimiento, aumento del índice de conversión y mayor susceptibilidad de las aves a la infección por otros agentes, como es el caso de *Salmonella* y *Clostridium*.
Actualmente, existe un gran abanico de coccidiostáticos en el mercado, siendo los ionóforos, los de mayor demanda en la industria avícola (Frigg y col., 1983; Anadon y Martínez-Larrañaga, 1990). Sin embargo, algunos estudios indican lo cuidadosa que deber ser la terapia anticoccidial para evitar el riesgo de resistencia a los medicamentos (Ruff, 1993).
A esto hay que añadir las recientes normativas que nos obligan a prescindir, cada día en mayor medida, del uso de determinados fármacos en la alimentación animal.
En el presente trabajo de investigación se presentan los resultados obtenidos en pollos sometidos a tratamientos preventivos con un coccidiostático ionóforo y con una vacuna, tanto en parámetros de crecimiento, como en grado de lesiones y número de ooquistes en heces.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron pollos de 1 día de vida, de la raza autóctona Castellana Negra, todos ellos machos, y se dividieron en dos lotes de 35 pollitos cada uno.
Los animales del Lote 1 fueron alimentados con un pienso ecológico suplementado con monensina sódica (50 ppm), mientras que al Lote 2 se le administró una vacuna constituida por cepas precoces de *E. acervulina*, *E. maxima* y *E. tenella*. La vacuna se administró el primer día de vida y los animales fueron alimentados con el mismo pienso ecológico (sin adición de coccidiostático). Todos los pollitos recibieron la alimentación *ad libitum*.
A las 9 semanas de vida, se sometieron a una infección experimental con ooquistes patógenos recogidos en muestras de campo. El inoculo infectante estaba compuesto por 10.000 ooquistes de *E. tenella*, 100.000 ooquistes de *E. acervulina* y 15.000 de *E. maxima*.
A las 10, 11 y 12 semanas de vida se sacrificaron 4 pollos de cada lote y se determinó el grado de lesiones en el intestino (Johnson & Reid, 1970). Asimismo, se determinó el número de ooquistes/gr de heces mediante la utilización de cámaras de Mc Master.
El peso del lote se controló bisemanalmente, desde la 4ª hasta la 12ª semana, momento en que finaliza el ensayo.

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza con el paquete estadístico SPSS ver. 10.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registró ninguna baja, en ninguno de los dos lotes, a lo largo del ensayo.
En cuanto al peso (tabla 1), no se encontraron diferencias significativas, aunque se aprecia mejor crecimiento en los animales vacunados. Además, la ganancia en peso de los animales vacunados mantuvo los mismos parametros a lo largo de todo el ensayo, siendo más regular el crecimiento de los animales vacunados que el crecimiento de los animales que fueron alimentados con monensina.
En la tabla 2, se presentan los resultados obtenidos en los análisis coprológicos, realizados a las 10, 11 y 12 semanas de vida. El análisis estadístico demostró, que los animales vacunados eliminaron una cantidad de ooquistes significativamente menor ($p<0,05$), que los animales alimentados con monensina.
En la tabla 3, se presentan los resultados de las lesiones, valoradas de 0 a 4, a las 10, 11 y 12 semanas de vida, observándose diferencias significativas ($p<0,05$) entre los dos lotes y siendo menores en los animales vacunados.
De lo anteriormente expuesto, se deduce que la vacunación con ooquistes atenuados por precocidad ofrece mejores resultados tanto en el grado de lesiones, número de ooquistes/gr de heces, como en parámetros de crecimiento, siendo una atractiva alternativa a la quimioterapia.
Además, la vacunación es un tratamiento preventivo de la coccidiosis mas eficaz que la administración de coccidiostáticos, ya que evita el desarrollo de casos de coccidiosis clínica por cepas resistentes a los fármacos (Gutierrez, 1999).
Al usar la vacuna, se prescinde de los fármacos anticoccidiales en la alimentación de las aves. Por tanto, se evita la aparición de efectos secundarios atribuibles al uso de estos fármacos, como son: toxicidad, desarrollo de cepas resistentes e ingestión de restos farmacológicos por parte del consumidor de productos derivados de la industria avícola.
A tenor de lo expuesto anteriormente, podemos concluir que la vacunación se presenta como una forma de lucha frente a la coccidiosis aviar, tan eficaz como la administración de coccidiostáticos y que permite la producción de carne sin restos farmacológicos.

Tabla 1: Control de peso bisemanal y ganancia media diaria (G.M.D.) de todo el lote (gramos).

SEMANAS	LOTE 1		LOTE 2	
	Peso	G.M.D.	Peso	G.M.D.
4	235,28		257,75	
6	476,61	17.23	470,47	15,19
8	802,23	23.25	796,32	23,27
9 (Infec. Experim.)	832,22	7,49	852,12	13,95
10	1126	29,38	1040,24	18,81
11	1140,2	2,02	1219,3	25,58
12	1283,9	20,52	1360,55	24,46

$p< 0,05$

Tabla 2: Número de ooquistes/gr heces.

SEMANAS	LOTE 1	LOTE 2	SIGNIFICACIÓN
10	185.484	34.851	0,000
11	246.216	17.411	0,000
12	99.106	9.089	0,000

$p < 0,05$

Tabla3:Grado de lesiones.

SEMANAS	LOTE 1	LOTE 2	SIGNIFICACIÓN
10	2.6	1.4	0,028
11	3.2	1.4	0,003
12	2.4	1.2	0,011

$p < 0,05$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANADON, A, y MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M.R. 1990. Interacciones Tóxicas con Ionóforos. Rev. Univ. Complutense. Facultad de Medicina. Dpto. de Farmacología, Madrid.

CACHO DEL, E.; SIERRA, M.A. y SANCHEZ-ACEDO, C. 2001. Coccidiosis Aviar en Parasitología Veterinaria. 757-768. Ed. McGraw-Hill.

FRIGG, M.; BROZ, J. y WBER, G. 1983. Compatibility Studies of Ionophore Anticoccidials with various antibiotics and chemotherapeutics in Broiler Chicks. Arch. Geflügelkunde 47(5): 213-220.

GUTIERREZ, A.I. 1999. Coccidiosis. Inmucox Breeder. Manual Técnico Ilender Colombia.

JOHNSON, J. y W.R. REID. 1970. Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floord-pen experiments with chickens. Exp. Parasitol. 28:30-36.

RUFF, M.D. 1993. Valor de la prueba de sensibilidad en Coccidiosis Aviar. Avic. Prof. 10(3):109-116.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 399-401

EFICACIA DEL HONGO *DUDDINGTONIA FLAGRANS* Y DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES DEL CAPRINO EN PASTOREO DE PRIMAVERA[1]

C. Gómez Rincón, J. Uriarte, J. Valderrábano
Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón.
Apdo 727, 50080 Zaragoza. E-mail: cgomezr@aragob.es

INTRODUCCIÓN

La necesidad de eliminar la dependencia excesiva de los productos químicos de síntesis en la lucha contra las enfermedades del ganado, ha fomentado la búsqueda de nuevas estrategias de control de los parásitos que minimizando la utilización de fármacos, mantengan el bienestar animal, permitan obtener productos de calidad y contribuyan a reducir la contaminación del medio ambiente.

La reducción de la contaminación del pasto mediante agentes biológicos, se enmarca dentro de las estrategias alternativas actualmente contempladas para el control de los parásitos de los animales. Trabajos recientes han puesto en evidencia que el hongo nematofago *Duddingtonia flagrans* actúa contra las fases de vida libre de los nematodos gastrointestinales (GI) de diversas especies animales, reduciendo significativamente la cantidad de larvas infectantes de los pastos (Faedo et al., 1997; Fernández et al., 1997; Waller et al., 2001). Por otra parte, el aumento de la resistencia de los animales a la infección parasitaria, constituye otra alternativa de control actualmente barajada. En este sentido se ha puesto en evidencia que la suplementación energética favorece la respuesta inmune frente a parásitos gastrointestinales en ganado ovino, reduciendo los efectos patógenos y los niveles de infección de los animales (Ferre et al., 1995; Valderrábano et al., 2002; Valderrábano y Uriarte 2003). Sin embargo, no existe información de la eficacia de estos métodos de control en ganado caprino que parece ser mas susceptible a los nematodos GI que otras especies rumiantes (Lejambre, 1984).

La combinación de las dos estrategias anteriores podría redundar en un control más eficaz, al actuar en dos períodos distintos del ciclo de los parásitos. Los objetivos del presente trabajo fueron determinar la eficacia del hongo nematofago *D. flagrans* y de la suplementación energética en el control de los nematodos gastrointestinales del caprino en pastoreo de primavera.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una pradera de regadío de *Lolium multiflorum* que había sido aprovechada durante el otoño anterior por un rebaño de cabras fuertemente infectadas y que, posteriormente, fue dividida en cuatro áreas homogéneas. Cada una de estas áreas fue dividida a su vez en cuatro parcelas para permitir un pastoreo rotacional con períodos de aprovechamiento de 7 días con un intervalo entre aprovechamientos de 21 días.

El pastoreo se realizó entre abril y junio, con 40 cabras de raza Blanca Celtibérica de 4 meses de edad, 23,06±0,364 Kg de peso vivo (PV) y libres de parásitos al inicio del ensayo, que fueron divididas en cuatro lotes homogéneos de 10 animales cada uno y asignados al azar a un área experimental. Uno de los lotes

[1] Trabajo financiado por el proyecto UE nº QLRT 2000-01843

(H) recibió diariamente $5x10^5$ chlamidiosporas/Kg PV de *D. flagrans* y otro lote (S) recibió una suplementación de 100 g de cebada/animal y día. Los animales de un tercer lote (H+S) fueron tratados con hongo y suplemento mientras que los del cuarto lote (C) actuaron como testigos sin tratamiento alguno.

Cada dos semanas se recogieron muestras de hierba (Taylor, 1939) en una parcela de cada lote para determinar la población de larvas infectantes, estimándose la ingestión por diferencia entre la oferta y el rehusado de hierba. Con la misma periodicidad se pesaron los animales y se determinó la excreción fecal de huevos de nematodos GI (Raynaud, 1970). Al final del ensayo se sacrificaron 7 animales de cada uno de los lotes para caracterizar la carga parasitaria del cuajar e intestino delgado adquirida durante el pastoreo (MAFF, 1971).

El análisis estadístico de los resultados de eliminación de huevos y población de larvas en la hierba se realizó por el procedimiento de medidas repetidas (SAS, 1998), previa transformación de los datos mediante la función logarítmica $\log_{10}(x+1)$. El modelo estadístico utilizado para el resto de las variables fue un factorial 2x2 en el que los tratamientos hongo y suplemento fueron considerados como factores fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer ciclo de aprovechamiento la población de larvas en la hierba disminuyó en todos los tratamientos, situándose en valores inferiores a 100 larvas infectantes/Kg materia seca de hierba (L_3/Kg) en la cuarta semana de pastoreo. A partir de este momento se observo un brusco incremento de la población larvaria en el lote testigo que llego a las 3.250 L_3/Kg, superando ampliamente el umbral de 1.000 L_3/Kg que definen a un pasto como peligroso (Fox y Jakobs, 1980). Los lotes tratados mantuvieron, en general, valores inferiores a 500 L_3/Kg alcanzando los lotes H y S unos máximos de 800 L_3/Kg a partir del 2º ciclo de pastoreo, mientras que el lote H+S nunca superó las 360 L_3/Kg (Figura 1).

La excreción de huevos en el lote testigo fue aumentando paulatinamente a medida que transcurrió el pastoreo, alcanzando un máximo de 1.450±258,8 Hpg al final del ensayo (Figura 2). En los lotes tratados la cantidad de huevos permaneció en torno a 500 Hpg durante los cuatro primeros muestreos, incrementándose posteriormente en los lotes H y S hasta equilibrarse con los del lote testigo, mientras que el lote (H+S) se mantuvieron en los valores anteriores.

La carga media de parásitos en los animales sacrificados fue de 11.128±930,1, 9.312±1497,7, 8.295±1841,4 y 3.875±593,3 vermes/animal para los lotes C, S, H y (H+S) respectivamente. *T.circumcincta y T.colubriformis* fueron los parásitos mas frecuentes, representando el 49 y el 46 % respectivamente del total de la carga parásita de los animales.

Los tratamientos tanto con *D. flagrans* como con cebada redujeron significativamente ($p<0,05$) la cantidad de larvas terceras de la hierba y la excreción fecal de huevos de parásitos ($p<0,01$) a partir del segundo ciclo de aprovechamiento del pasto. Las interacciones detectadas entre ambos factores indican que el efecto de la suplementación energética fue mas pronunciado en presencia del hongo nematofago. La carga parasitaria total se vio, asimismo, afectada tanto por el hongo ($P< 0,01$) como por la suplementación energética ($P< 0,05$), debido principalmente a sus efectos sobre *T. colubriformis* y en menor medida sobre *T. circumcincta*. No se detectó interacción alguna entre los tratamientos sobre la carga parasitaria.

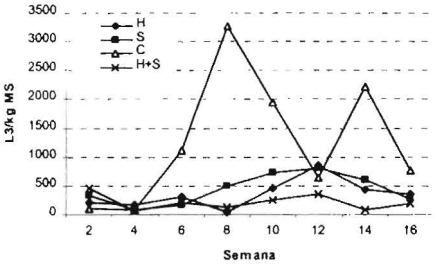


Figura 1. Evolución de la contaminación del pasto

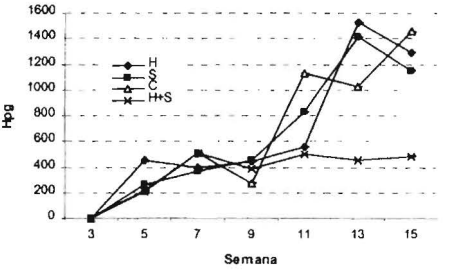


Figura 2. Evolución de la excreción fecal.

Los resultados obtenidos sugieren que la asociación de ambos factores a lo largo del pastoreo podría entrar a formar parte de un sistema de control integrado de los parásitos gastrointestinales que redujese el empleo de quimioterapéuticos

REFERENCIAS

Faedo M., Larsen M., Waller P.J., 1997. Vet. Parasitol., 72: 149-155.

Fernández, A.S., Larsen M., Nansen P., Gronvold J., Henriksen S.A., Wolstrup J., 1997. Vet. Parasitol., 73:257-266.

Ferre I., Brusa C.M., Manzanera E., Rojo-Vazquez F.A., Buratovich O.F., Mantecón A.R., 1995. J. Animal. Feed Sci. 4: 237-245.

Fox M.T., Jacobs D.E., 1980. Vet. Rec., 20/27: 575-578.

Lejambre, L.F. 1984. Aust. Vet. J. 61: 280-282.

M.A.F.F., 1971. Tech. Bull. H.M.S.O. London. 18, 131p.

Raynaud J.P., 1970. Ann. Parasit. Hum. Comp., 45: 321-342.

SAS, 1998. Statview. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.

Taylor E.L., 1939. Parasitology, 31: 473-478.

Vaderrábano, J., Delfa, R., Uriarte, J. (2002). Vet. Parasitol. 104: 327-338.

Valderrábano J., Uriarte J., 2003. Anim. Sci. (en prensa)

Waller P.J., Faedo M., Ellis K., 2001. Vet. Parasitol., 102: 321-330.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 402-404

EFECTO DE *DUDDINGTONIA FLAGRANS* SOBRE EL DESARROLLO DE LAS LARVAS INFECTANTES DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES DEL GANADO OVINO[1].

C. Gómez-Rincón, J. Valderrábano, J. Uriarte
Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón.
Apdo. 727, 50080 Zaragoza. E-mail: cgomezr@aragob.es

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles exige la transformación de los métodos tradicionales de control de los parásitos por otros menos dependientes de la utilización de quimioterapéuticos.

La utilización de agentes de control biológico para limitar la población de otra especie no deseada, se enmarca dentro de las estrategias alternativas contempladas para el control de los parásitos de los animales.

Trabajos recientes han puesto en evidencia que el hongo nematofago *Duddingtonia flagrans* tiene una elevada capacidad de producir esporas de resistencia (chlamidiosporas) capaces de soportar el paso por el tracto gastrointestinal de los rumiantes (Larsen et al., 1995; Faedo et al., 1997; Fernández et al., 1997; Waller et al., 2001). Este hecho abre la posibilidad de utilizarlo como agente biológico para el control de los nematodos parásitos del ganado, puesto que permite incorporar el hongo en una variedad de formas prácticas para reducir la infección de los pastos. Sin embargo, la eficacia de *D. flagrans* depende de la sincronía entre el desarrollo del hongo y de los parásitos y por consiguiente las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en la aplicabilidad de esta estrategia de control.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de *Duddingtonia flagrans* sobre el desarrollo de las fases libres de los nematodos gastrointestinales del ganado ovino en condiciones medioambientales del Valle Medio del Ebro.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se inició en el año 2002 sobre una pradera de *Lolium multiflorum* de nueva implantación, que no había sido pastada en los tres años anteriores y que se consideraba libre de nematodos gastrointestinales. Dicha pradera, fue dividida en 12 parcelas de 1x1m, separadas entre sí por pasillos de 1m de anchura libres de vegetación. Cada parcela disponía de un sistema de riego individual para impedir el trasvase de material y mantener la humedad del suelo relativamente constante.

En abril, junio y agosto, 2 parcelas fueron contaminadas artificialmente con heces que contenían $2x10^6$ huevos de *Trichostrongylus colubriformis* y otras 2 parcelas con $3x10^6$ de *Haemonchus contortus*. Los huevos procedían de corderos donantes artificialmente infectados que recibieron mezclado con el alimento chlamidiosporas del hongo *D. flagrans* a dosis de $5x10^5$ esporas/ kg PV y de corderos testigos que recibieron el mismo alimento pero sin hongo.

A intervalos de dos semanas, durante las 14 semanas posteriores a la contaminación se recogió hierba de las parcelas para determinar la población de

[1] Trabajo financiado por el proyecto UE nº QLRT 2000-01843

larvas infectantes presente. La recogida de hierba consistió en tres muestreos de 30 pellizcos de hierba cada uno tomados al azar en cada parcela, que se procesaron por separado mediante la técnica de Gruner y Raynaud (1980) para extraer y contar las larvas infectantes. Paralelamente se estimó la cantidad de hierba por m^2 de cada parcela, segando la hierba existente en un cerco metálico rectangular de 20 x 15 cm, con objeto de expresar los resultados en larvas infectantes/m^2 de superficie (L_3 m). Diariamente se tomaron los parámetros climáticos en la estación metereológica de la finca.

A partir de los datos se calcularon: la población total de L_3 en la hierba (L_3T) durante las 14 semanas de muestreos, equivalente a la superficie delimitada por las curvas de larvas en la hierba; el rendimiento del desarrollo larvario (R): R = (L_3T/nº huevos sembrados) x100; y la eficacia relativa (E) de *D. flagrans* frente a *H. contortus* y *T. colubriformis*: E = (L_3T en el lote control - L_3T en el lote D. flagrans/L_3T en el lote control) x100.

El análisis estadístico de los resultados de población de larvas en la hierba se realizó por el procedimiento de medidas repetidas (SAS, 1998), previa transformación de los datos mediante la función logarítmica $\log_{10}$ (x+1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de la población de larvas infectantes en la hierba se ajustó al modelo de evolución descrito en condiciones de regadío de la zona por Uriarte y Gruner, (1989), a excepción de las parcelas contaminadas con *H. contortus* durante el mes de junio en el que la evolución fue prácticamente nula. Los huevos depositados comenzaron a originar L_3 entre la 2ª y la 4ª semana posteriores a la siembra, aumentando progresivamente y alcanzando el máximo desarrollo a fecha variable en función de la época de contaminación de las parcelas, a partir del cual comenzaron a disminuir.

El análisis de los datos puso en evidencia unos efectos significativos ($P< 0,001$) de la época de siembra, la especie de nematodo y del tratamiento con el hongo sobre el desarrollo de larvas infectantes. Sin embargo, ambas especies parásitas no se comportaron de la misma forma frente al hongo como se evidencia en la interacción ($P< 0,006$) entre estos dos factores. La cantidad total L_3 de *T. colubriformis* obtenidas durante todo el período experimental se vio reducida en 3, 10 y 11 veces aproximadamente (Figura 1) en las parcelas tratadas con *D. flagrans* respecto a las recogidas en las testigo sin hongo, mostrando unas eficacias frente al desarrollo de 68,7%, 89,8% y 91,0% para las siembras de abril, junio y agosto respectivamente (Cuadro 1), similares a las observadas por Faedo et al., (1997). Sin embargo, en el caso de *H. contortus* la incorporación del hongo, aunque también redujo la cantidad de L_3 en 15,4, 3,5 y 1,2 veces en tres los periodos estudiados (Figura 2), las diferencias en el nº de L_3 obtenidas respecto a las parcelas testigo fueron menos importantes que en *T. colubriformis*. Los bajos rendimientos obtenidos en los tratamientos control (Cuadro 2) sugieren que las condiciones climáticas podrían haber afectado a la evolución de los huevos de *H. contortus*, afectando consecuentemente a la eficacia del hongo.

Los resultados muestran que *Duddingtonia flagrans* puede ser utilizado como agente de control biológico frente a *Trichostrongylus colubriformis* y *Haemonchus contortus* en climas continentales.

Figura 1.- Poblacion total de larvas infectantes de T. colubriformis en parcelas tratadas (Tc) y no tratadas (Ts) con Duddingtonia flagrans

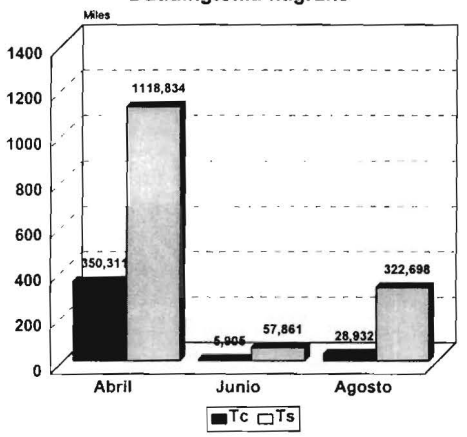
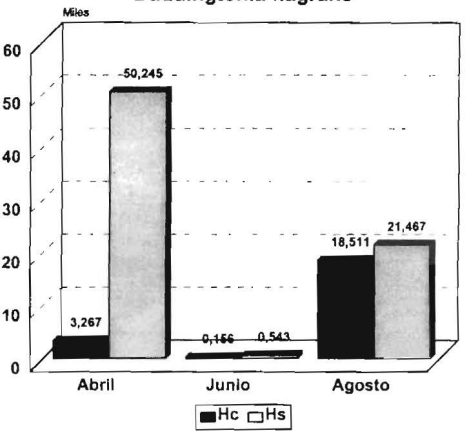


Figura 2.- Poblacion total de larvas infectantes de H. contortus en parcelas tratadas (Hc) y no tratadas (Hs) con Duddingtonia flagrans



Cuadro1.- Desarrollo de *Trichostrongylus colubriformis* en parcelas tratadas (Tc) y no tratadas (Ts) con *Duddingtonia flagrans*.

Contaminación	Abril		Junio		Agosto	
Parcela	Tc	Ts	Tc	Ts	Tc	Ts
Cantidad total de L3	350.311	1.118.834	5.904,9	57.860,4	28.932,3	322.698
Rendimiento (%)	17,5	55.9	0,29	2,89	1,4	16,13
Eficacia (%)	68,7		89,9		91,0	

Cuadro 2.- Desarrollo de *Haemonchus contortus* en parcelas tratadas (Hc) y no tratadas (Hs) con *Duddingtonia flagrans*.

Contaminación	Abril		Junio		Agosto	
Parcela	Hc	Hs	Hc	Hs	Hc	Hs
Cantidad total de L3	3.266,6	50.244,5	155,5	542,9	18.511,1	21.466,6
Rendimiento (%)	0,1	1,7	0,005	0,02	0,6	0,7
Eficacia (%)	93,5		71,3		13,8	

REFERENCIAS

Faedo M., Larsen M., Waller P.J., 1997. Vet. Parasitol., 72: 149-155.

Fernández, A.S., Larsen M., Nansen P., Gronvold J., Henriksen S.A., Wolstrup J., 1997. Vet. Parasitol., 73:257-266.

Gruner L., Raynaud J.P., 1980. Rev. Med. Vet., 131: 521-529.

Larsen M., Wolstrup J., Henriksen S.A., Gronvold J., Nansen P., 1992. J. Helminthol., 66:137-141.

SAS, 1998. Statview. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.

Uriarte J., Gruner L., 1989. Ann. Rech. Vet., 20: 83-92

Waller P.J., Faedo M., Ellis K., 2001. Vet. Parasitol., 102: 321-330.

ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE LA INFECCIÓN POR MAEDI VISNA OVINO EN ANIMALES VACUNADOS POR VÍA MUCOSA MEDIANTE PCR, COCULTIVOS Y RESPUESTA HUMORAL

B. González, R. Reina, I. Glaria, M.I. Mora, I. García, D. de Andrés y B. Amorena

SIA (DGA) Ave. de Montañana 930, 50059 Zaragoza e Instituto de Agrobiotecnología y Recursos Naturales, CSIC-UPNA. Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja, Navarra

INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre la dinámica de la infección por el lentivirus ovino Maedi Visna (VMV) y la inmunidad frente a él es limitado, pero se sabe que una menor replicación vírica en la fase aguda de la infección por lentivirus, detectable por PCR o cocultivos, está asociada a una menor progresión de la enfermedad (Ourmanov et al., 2000). Por otro lado, el efecto protector de los anticuerpos neutralizantes (AcNt) ha sido motivo de controversia, afectando más a los estadíos tardíos que a los tempranos (Horton et al., 2002). Con altas dosis (10^5-10^6 $TCID_{50}$) en la infección experimental (i.e.) en individuos no inmunizados, se obtienen títulos elevados de AcNt frente a VMV (Bird et al., 1993; Andresdóttir et al., 2002), pero con bajas dosis (10^2 $TCID_{50}$), los AcNt aparecen en concentración muy baja y homogénea entre animales, mientras va aumentando la carga vírica (Cuisinier et al., 1997). En este caso, los AcNt no eliminan la infección y son indicio de replicación vírica y exposición de los antígenos virales al sistema inmune, indicio que debería confirmarse (por ejemplo, por PCR, cocultivos y ELISA).

Para comprender la dinámica de la infección y la inmunidad frente al VMV, se ha realizado en este trabajo un estudio longitudinal con distintas técnicas de detección de la infección por VMV (PCR, ELISA, carga vírica detectada mediante cocultivos, y producción de AcNt) en ovinos seronegativos de un rebaño con VMV, sometidos a un programa de inmunización-i.e. vía mucosas (González et al., 2002b).

MATERIAL Y MÉTODOS

Inmunización e infección experimental. Las inmunizaciones se realizaron en ovejas Rasa Aragonesa, con pistola de genes (González et al., 2001a) en mucosa vulvar a 300 psi de helio, administrándose por animal 5 μg de pcDNA-*env* (1 μg de ADN/disparo). El grupo control recibió 5 μg de pcDNA-*lacZ* en lugar de pcDNA-*env*. Un mes después, las ovejas vacunadas recibieron 3 disparos de 1 μg de pcDNA-*env* y 2 de 1 μg de pCR3.1-*IFN-γ*, cada uno. Los animales del grupo control recibieron 3 disparos de 1 μg de pcDNA-*lacZ* y 2 de 1 μg de pCR3.1-*IFN-γ*. Tras 2 semanas, se realizó la infección experimental (i.e.), con 1000 $TCID_{50}$ (dosis infectiva que produce el 50% de pocillos con efecto citopático por cada 10^6 PBMC) de la estirpe EV1 (la usada para generar *env*), por vía intratraqueal según González et al. (2001b).

Aislamiento de células y obtención de ADN. Se utilizó sangre para aislar células mononucleadas (PBMC) por flotación (Ficoll-Hypaque, d=1,077; Lymphoprep Asix-Shield, Oslo), obteniéndose el ADN por el sistema QIAamp DNA Blood Midi Kit (QIAGEN GmbH. Hilden, Germany).

Detección de la carga vírica por cocultivos, presencia vírica por PCR y AcNt. Tras realizar cocultivos de los PBMC de las ovejas estudiadas con células diana (fibroblastos) de oveja libre de VMV (Bird et al., 1993), se midió la carga vírica ($TCID_{50}$). La presencia de VMV se detectó en ADN de PBMC por PCR de la región

Pol (C.Woodall, Universidad de Edimburgo, comunicación personal; Tolari et al., 2000) siguiendo una metodología semianidada puesta a punto en nuestro grupo. El título de AcNt se determinó según González et al. (1999).

RESULTADOS Y DISCUSION

Antes de la infección experimental ninguno de los animales mostró evidencia de infección por PCR o ELISA al inicio del estudio, pero tras la primera inmunización (2 semanas antes de la i.e.;Tabla 1),2 animales del grupo inmunizado y otros 2 del grupo control fueron positivos en PCR mientras que en ELISA permanecían negativos. La secuencia del DNA vírico de la oveja 7331, obtenida en este período, correspondía a una estirpe de campo (WT3). En general la PCR fue más sensible que el ELISA para detectar la infección. De hecho, el ELISA fue negativo desde antes de la i.e. y hasta 60 días post i.e.. Quizá la baja presencia vírica, antes de la i.e. (nula al inicio) y tras la i.e.(dosis 10^3 $TCID_{50}$), condujo a bajos títulos de anticuerpos, dificultando su detección por ELISA.

. En los 4 primeros días tras la i.e., el grupo inmunizado no presentó carga vírica y fue PCR negativo (Tabla 1). En esos días, aunque no se detectó carga vírica en el grupo control, 2 animales de este grupo fueron PCR positivos, hallándose infectados por estirpes de campo (WT1 y WT2) y no por la estirpe de la i.e. (EV1), según datos de PCR y secuenciación.

El efecto protector de la inmunización frente a *env* se confirmóentre los 4 y 25 días post i.e., pues los 6 animales control presentaron evidencia de infección (por cocultivos y/o PCR) y sólo 2 de los 6 animales inmunizados la presentaron (sólo por cocultivos y sólo el día 25). Así, ambas pruebas, la PCR empleada y cocultivos fueron valiosas para detectar VMV, pero quizá una PCR cuantitativa simplificaría la cuantificación de estirpes conocidas.

Los AcNT sólo se produjeron en animales del grupo control, en títulos muy bajos y no se detectaron hasta los 25 días post i.e. (formándose en 4 animales, al menos hasta los 60 días post i.e.). En conjunto, estos resultados demuestran: a) el efecto profiláctico de la vacuna frente a EV1 en un rebaño infectado en condiciones naturales y lo sugieren para estirpe de campo (WT3); b) que el VMV es detectable por la PCR puesta a punto o cocultivos antes que por anticuerpos y que bajas dosis en la i.e. conducen a bajos títulos de AcNt durante la infección (como observan Cuisinier et al., 1997); y c) que los AcNT no eliminan la infección y se detectan en ovinos con mayor presencia vírica (grupo control), sugiriendo que el "escape mutacional" del VMV es más rápido que la producción de AcNT frente a él.

REFERENCIAS

Andresdóttir et al., 2002. J. Gen. Virol 83: 2543-2551; **Bird** et al., 1993. J. Virol. 67: 5187-5197; **Cuisinier** et al., 1997. Vaccine 15: 1085-1094; **González** et al., 1999. ITEA Extra 20 (II): 369-371; **González** et al., 2001a. ITEA Extra 22 (I): 191-193; **González** et al., 2001b. ITEA Extra 22 (I): 194-196; **González** et al., 2002b. XXVII Jornadas SEOC. Valencia. p 625-629;. **Horton** et al., 2002. J. Virol. 76: 7187-7202; **Ourmanov** et al., 2000. J. Virol 74: 2740-2751; **Tolari** et al., 2000. International Conference Animal Retroviruses. Vol 1. Queen's College. Cambridge, U.K. p 61; **Woodall** (Universidad de Edinburgo, comunicación personal).

Tabla 1. Detección de VMV por PCR y cocultivos [a], y de respuesta humoral frente a VMV por ELISA y anticuerpos neutralizantes (AcNt), en un estudio longitudinal realizado en animales inmunizados frente a VMV (i) y control (c), antes (*pre i.e*) y tras infección experimental *(post.i.e.)*.

Animal y grupo	ELISA/PCR[b] *pre i.e.*		Carga vírica/AcNt/ PCR (estirpe) a 0 y 4 d *po. c.*	Carga vírica/ AcNt/PCR a 8-14 d *po.c.*	Carga vírica/PCR (estirpe) a 25 d *po.c.*	ELISA *po. c.*/Título AcNt a 25 d *po. c.* (y a 60 d *po. c.)*
	5 s, 1 s *po.*-1ª in, 3 s *pre*-2ª in[b]	2 s, día de 2ª in (estirpe)				
6317 c	-/-	-/+	0/0/ + 4d (WT1)	+ /0/8d -	++/-	-/2,5 (2 a 60 d)
7207 c	-/-	-/+	0/0/ - 4d	++ /0/8d -	0/-	-/2,5 (2 a 60 d)
5017 c	-/-	-/-	0/0/ + 4d (WT2)	0 /0/8d -	++/+ (WT3)	-/2,5 (2 a 60 d)
5040 c	-/-	-/-	0/0/ - 4d	0 /0/8d -	0/+ (EV1)	-/2,5 (2 a 60 d)
7218 c	-/-	-/-	0/0/ - 4d	0 /0/8d NT	+/+ (EV1)	-/2,5 (0 a 60 d)
5117 c	-/NT	-/NT	0/0/ - 4d	++ /0/8d NT	+/-	-/2,5 (1 a 60 d)
5033 i	-/-	-/-	0/0/ - 4d	0 /0/8d -	++/-	-/0 (hasta 60 d)
5039 i	-/-	-/-	0/0/ - 4d	0 /0/8d NT	+/-	-/0 (hasta 60 d)
5076 i	-/-	-/NT	0/0/ - 4d	0 /0/8d -	0/-	-/0 (hasta 60 d)
7320 i	-/NT	-/-	0/0/ - 4d	0 /0/8d NT	0/-	-/0 (hasta 60 d)
6842 i	-/-	-/+	0/0/ - 4d	0 /0/8d NT	0/-	-/0 (hasta 60 d)
7331 i	-/-	-/+ (WT3)	0/0/ - 4d	0 /0/8d -	0/-	-/0 (hasta 60 d)

[a] Carga vírica: 0, nula; +, < 2; ++, entre 2,1 y 10; PCR: +, reacción; - ausencia de reacción; NT no testado.

[b]Tests ELISA y PCR realizados a las 5 semanasantes de la i.e., es decir, 1 semana (s) tras la 1ª inmunización o 3 s antes de la 2ª.

WT: PCR^+ en esta fecha, la secuencia corresponde a una estirpe de campo (WT1, WT2, W3).

EV1: PCR^+ en esta fecha, la secuencia corresponde a la estirpe (EV1) inoculada en la i.e. y utilizada para inmunización (i.).

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: CICYT (AGL2000-1489-C02), INIA(RTA01-107-C3-1) y UE (QLK2-CT-2002-00617 y CRAF-1999-70356). Dr. Y. Cheboune, Universidad de Lyon, por el plásmido pCR3.1-*IFN-γ* de caprinos; Dres. B. R. Dalziel, M. Esteban, D. Rodríguez y J.R. Rodríguez por el material y las restantes construcciones para los inóculos vacunales; Dra. S. Hervás-Stubbs por su colaboración en la puesta a punto en la técnica de PCR; S. Andrés, por su colaboración en los ensayos inmunológicos. Dr. L. Luján por su colaboración en las inoculaciones intratraqueales; personal encargado del cuidado y manejo de los animales (F. Lahoz, E. Morago, E. Echegoyen); y Servicio de Investigación Agraria por su apoyo y por brindar las instalaciones ganaderas.

ITEA (2003), Vol. **Extra N.º 24.** Tomo I, 408-410

DIAGNÓSTICO DE LA INFECCIÓN POR EL VIRUS MAEDI VISNA, MEDIANTE ELISA EN SUERO Y LECHE INDIVIDUAL Y DE TANQUE, EN OVINOS LATXA NAVARRA Y COMPARACIÓN DE SEROPREVALENCIA CON RAZA NAVARRA

I. Glaria[1], R. Reina[1], I. García[1], M.I. Mora[1], L. Luján[2], J. Badiola[2], ASLANA[3], Instituto Lactológico de Lekunberri[4], ANGRA[5], ITG ganadero (Sección Patología Ovina)[6], D. de Andrés[1] y B. Amorena[1]

[1]Instituto de Agrobiotecnología y Recursos Naturales, CSIC-UPNA. Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja, Navarra; [2]Departamento de Patologia Animal. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza; [3] Prje. Soto s/n, 31170 Iza; [4] Plazaola, 23, 31870 Lekunberri, Navarra; [5] Ctra. De Pastriz, km 3'6, 50194 Movera, Zaragoza; [6] Ctra. El Sadar s/n. Edif. El Sario, 31006 Pamplona, Navarra

INTRODUCCIÓN

La seroprevalencia del extendido virus Maedi Visna (VMV) se ha venido estudiando por inmunodifusión en gel de agar (AGID) (Ameztoy et al., 1998; Berriatua et al., 2002), y recientemente por técnicas ELISA de nueva generación. Con una de ellas (Innotest MVV) se han estudiado ovinos de algunas zonas españolas y europeas (Saman et al., 1999; Varea et al., 2001; Extramiana et al., 1999; Daltabuit et al., 2002). Los análisis de ELISA en leche o calostro son escasos (Saman et al., 1999; Bandecchi et al., 2000), y no se han comparado estadísticamente los valores ELISA (cociente de absorbancias, según Elitest, MV Diagnostics, Edimburgo, Gran Bretaña) en leche y suero ni determinado el valor diagnóstico del ELISA de tanque en explotaciones lecheras. Así, en este trabajo se ha comparado en ovinos navarros, hasta hoy sólo estudiados en AGID, la prevalencia del VMV por ELISA en sangre y leche, y estudiado la aplicación del ELISA de tanque al diagnóstico en la explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y muestras. Se utilizaron ovinos de 4 a 5 años, pertenecientes a las razas Latxa Navarra (100 animales, 10 animales por explotación, una muestra pareada de leche y suero por fecha y animal) y Raza Navarra (480 animales, 10 animales por explotación, una muestra de suero por animal).

Test ELISA. Se determinó la seroprevalencia al VMV utilizando el test ELISA Innotest MVV (actualmente Elitest, MV Diagnostics, Edimburgo, Gran Bretaña), considerándose valores positivos los cocientes de absorbancias >1.

PCR. La presencia de VMV en leucocitos (PBMC) extraidos por flotación (Ficoll-Hypaque, d = 1,077; Lymphoprep Asix-Shield, Oslo) a partir de sangre con EDTA tripotásico se detectó por una PCR semianidada de la región Pol (C. Woodall, Universidad de Edimburgo, comunicación personal; Tolari et al., 2000), puesta a punto por nuestro grupo. Para ello, el DNA (1000 ng) se obtuvo por el sistema QIAamp DNA Blood Midi Kit (QIAGEN GmbH. Hilden, Alemania).

Análisis estadístico. Se determinaron el coeficiente de correlación entre los valores ELISA de leche y suero (r),y el grado de concordancia entre los tests ELISA de leche y suero, obtenido este último mediante el estadístico Kappa (Cohen, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valores ELISA obtenidos en suero y leche de Latxa Navarra. Se observaron diferencias ($p < 0,05$) entre las medias de valores ELISA en leche y suero en las 8 ganaderías con varianzas similares ($p > 0,05$) en ambos fluidos, pero existía correlación ($r = 0,70$; $p < 0,001$) entre los valores ELISA individuales de leche y

suero (Tabla 1). Asimismo, se observó una concordancia excelente entre los diagnósticos con ELISA de suero y de leche (Tabla 2), obteniéndose un valor Kappa para límites de confianza de 95% K= 85,49 ± 10,37 con sólo 7 discrepancias entre las 100 muestras pareadas analizadas. Al estudiar por PCR estas 7 discrepancias (Tabla 3), 4 correspondían a animales PCR positivos, siendo 2 de ellos ELISA positivos en suero y los otros 2 en leche. En conjunto, estas observaciones demuestran que los resultados ELISA de suero y leche, aun pudiendo diferir en algunos casos, se correlacionan y son válidos para determinar la seroprevalencia.

Tabla 1. Media de los valores ELISA obtenidos en leche y suero de 10 explotaciones Latxa Navarra

Ganadería	N	Leche	Suero
UNA	10	10,33	8,23
BEU	10	1,00	0,43
LAT	10	0,65	0,76
UHA*	10	6,32	3,46
BIS	10	5,21	4,22
ORB	10	5,48	3,94
AZP	10	1,95	2,35
ORR	10	6,68	6,18
ETX	10	5,91	7,63
GAI*	10	0,03	0,16

* Varianzas de leche y suero diferentes ($p < 0,05$).

Tabla 2. Concordancia entre los resultados ELISA de leche y suero

	Suero		
Leche	+	-	Total
+	37	5	42
-	2	56	58
Total	39	61	100

Tabla 3. PCR de la región Pol en PBMC para estudiar los resultados discrepantes entre ELISAs de leche y suero

Oveja	Ganadería	Valor ELISA en suero	Valor ELISA en leche	PCR-Pol
A	UNA	0,02 (-)	11,31 (+)	+
B	UNA	0,10 (-)	5,57 (+)	-
C	BEU	0,09 (-)	1,61 (+)	+
D	LAT	2,22 (+)	0,02 (-)	+
E	ORB	0,03 (-)	12,38 (+)	-
F	ORR	0,07 (-)	6,81 (+)	-
G	ORR	13,02 (+)	0,01 (-)	+

Tabla 4. Utilidad de ELISA en leche de tanque para la predicción de seroprevalencia en la ganadería

Ganadería	Valor ELISA en leche de tanque	Proporción de ovejas ELISA positivas	Media de valores ELISA individuales
UNA	8,58 (+)	9/10	10,33
BEU	0,61 (-)	2/10	1
LAT	0,8 (-)	2/10	0,65
UHA	8,94 (+)	6/10	6,32
BIS	9,6 (+)	5/10	5,21
ORB	7,9 (+)	5/10	5,48
ORR	6,6 (+)	6/10	6,68
ETX	9,4 (+)	7/10	5,91

Utilidad del ELISA de leche de tanque. En 2 ganaderías (BEU, LAT), el valor ELISA en leche de tanque fue unas 10 veces menor que en las 6 restantes, con una media de valores ELISA individuales en ambas ≤ 1, frente a > 5 en las demás (Tabla 4). Ambas ganaderías tenían sólo 2 ovejas seropositivas de las 10 estudiadas, cifra que subió a 5 en las otras 6 ganaderías. Así, el ELISA de leche de tanque podría tener un valor orientativo sobre la seroprevalencia para el VMV en la ganadería.

Prevalencia ELISA en Latxa Navarra y Raza Navarra. En ambas razas, la prevalencia encontrada se hallaba entre el 35,71% y el 60,00% (Figura 1). La variabilidad observada de los valores de seroprevalencia (% de animales infectados) entre los 58 rebaños estudiados fue muy acusada, distribuyéndose del siguiente modo: 17 (≤ 20%), 10 (21-40%), 10 (41-60%), 11 (61-80%) y 10 (>80%).

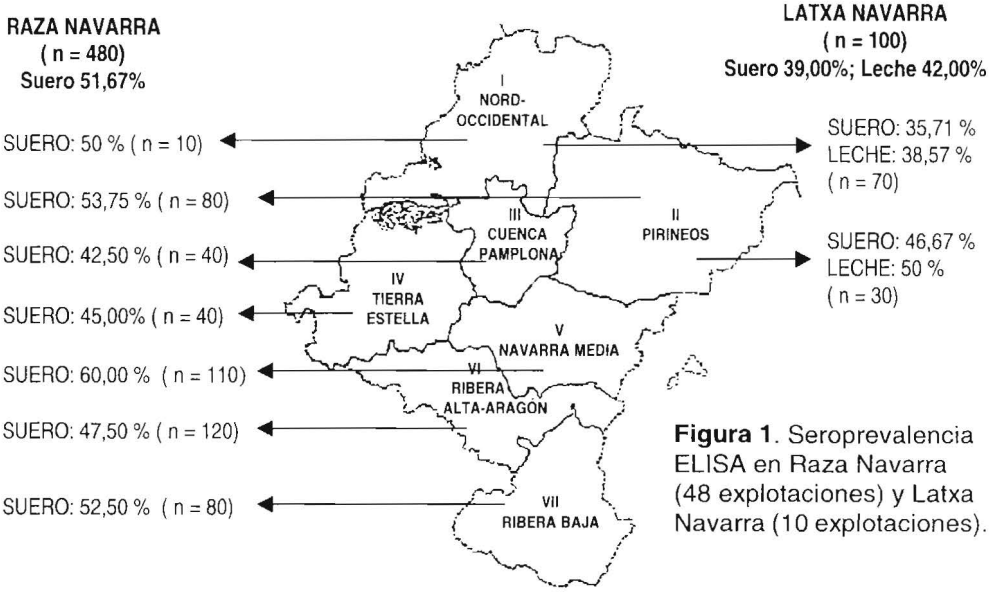


Figura 1. Seroprevalencia ELISA en Raza Navarra (48 explotaciones) y Latxa Navarra (10 explotaciones).

REFERENCIAS

Ameztoy et al. (1998). Med Vet 15(1): 28-31; **Cohen** (1960). Educ Psychol Meas, 20: 37-46; **Bandecchi** et al. (2000). Workshop Infectious Diseases, Anno II, SISVet Annual meeting p 67-8; **Berriatua** et al., (2002). XXVII Jornadas SEOC. Valencia. p. 522-528; **Daltabuit** et al., (2002). XXVII Jornadas SEOC. Valencia. p. 543-549; **Extramiana** (1999). Desarrollo y evaluación de nuevas técnicas de diagnóstico del Maedi-Visna. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza; **Saman** et al. (1999). Clin Diagn Lab Immun, 6: 734-40; **Tolari** et al., (2000). International Conference Animal Retroviruses. Vol 1. Queen's College. Cambridge, U.K. p 61; **Varea** et al. (2001). J Vet Diagn Invest 13: 301-7; **Woodall** (comunicación personal).

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: CICYT (AGL2000-1489-C02), INIA (RTA01-107-C3-1) y UE (QLK2-CT-2002-00617 y CRAF-1999-70356). A la Dra S. Hervás-Stubbs por su contribución a la puesta a punto de la PCR de Pol.

OPTIMIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL VIRUS MAEDI VISNA POR PCR DE LA REGIÓN POL

S. Andrés, [1] I. Glaria, [1] I. García, [1] M. I. Mora, [1] R. Reina, [1] E. Berriatua, [2] V. Alvarez, [2] R. Juste, [2] G. Aduriz, [2] M. Daltabuit, [2] B. Amorena, [1] D. De Andrés [1]

[1]SIA (DGA) Av. De Montañana 930, 50059 Zaragoza e Instituto de Agrobiotecnología y Recursos Naturales, CSIC-UPNA. Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja; Navarra
[2]NEIKER. c/ Berreaga, 1, 48160 Derio, Vizcaya

INTRODUCCIÓN

El tropismo es uno de los mecanismos fundamentales para comprender la patogenicidad de los lentivirus. Dado que el Maedi Visna ovino (VMV) infecta a la línea monocito-macrófago, su detección a partir de células sanguíneas ovinas por PCR puede presentar dificultades, pues el porcentaje de monocitos en sangre ovina así como el número de copias de DNA de VMV por monocito sanguíneo en ovinos infectados son reducidos (Carey y Dalziel, 1993). Además, el VMV presenta una gran variabilidad a lo largo de su genoma debido a la alta tasa de mutación por ciclo reproductivo, por lo que el diseño de cebadores de utilización universal es difícil. En este trabajo se muestra cómo el diagnóstico de la infección natural por VMV en ovinos adultos y jóvenes mediante PCR, se ve afectado por la elección de: a) la fracción celular de la que se obtiene el DNA; b) la cantidad de DNA en el tubo de reacción; c) la zona diana del genoma viral a amplificar (Pol frente a otras); y d) la metodología PCR, sencilla frente a semianidada. Los resultados obtenidos pueden contribuir a la optimización de la sensibilidad del diagnóstico del VMV mediante PCR.

MATERIAL Y MÉTODOS

Origen y preparación de muestras. Se utilizaron ovinos Latxa Navarra de 4 a 5 años y corderos Latxa Vasca de 0 a 10 meses. Para la detección por PCR de VMV en adultos, se utilizaron leucocitos mononucleares (**PBMC**) aislados por flotación (Ficoll-Hypaque, d = 1,077; Lymphoprep Asix-Shield, Oslo) a partir de sangre con EDTA tripotásico, sometiéndose en su caso, al aislamiento de **fagocitos** mediante Dynabeads (Dynal Biotech GmbH, Hamburg, Alemania) (Dr. Houwers, Universidad de Utrecht, comunicación personal). El DNA se obtuvo por el sistema QIAamp DNA Blood Midi Kit (QIAGEN GmbH. Hilden, Alemania). La cantidad de DNA por reacción dependió del procediemiento de obtención celular: un rango de 100 a 1500 ng en el caso de PBMC y de 20 a 500 ng en el de fagocitos. El DNA de corderos se obtuvo mediante el tratamiento con lisozima, proteinasa K y fenol-cloroformo-alcohol isoamílico de leucocitos (**PBL**) de sangre con EDTA tripotásico (Extramiana, 1999). El DNA de los PBL se estudió a las concentraciones de 500 y 1500 ng.

ELISA. Se determinó la seropositividad al VMV utilizando el test ELISA Innotest MVV (actualmente Elitest, MV Diagnostics, Edimburgo, Gran Bretaña).

PCR. El VMV en sangre se detectó por PCR de la región Pol (PCR-Pol)(C. Woodall, Universidad de Edimburgo, comunicación personal; Tolari et al., 2000), siguiendo una metodología semianidada puesta a punto por nuestro grupo. En los casos indicados, se realizó PCR de las regiones LTR (PCR-LTR) (PCR anidada, Ryan et al., 2002) y/o Gag (PCR-Gag) (PCR sencilla, D. Klein, Universidad de Viena; comunicación personal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la fracción celular, cantidad de DNA, región viral diana y número de amplificaciones, para la reacción PCR. La Tabla 1 recoge los resultados del estudio comparativo de detección del VMV por PCR de Pol sencilla (1ª PCR) y semianidada (2ª PCR) en ovinos adultos, empleando cinco concentraciones distintas de DNA procedente de PBMC o fagocitos, así como la resultados de PCR de las regiones Gag, LTR y Pol.

Tabla 1. Resultados de los distintos análisis PCR en relación con la fracción celular de la que procede el DNA (fagocitos o PBMC), cantidad de DNA (ng) utilizada, reacción (1ª ó 2ª) de amplificación, región diana para la PCR (Pol, Gag, LTR) y resultados de positividad/negatividad (p/n) en ELISA y valor ELISA.

	PCRPol[1] en DNA de fagocitos					PCRPol[1] en DNA de PBMC					PCR[2] en DNA de PBMC			ELISA	
Oveja	20 ng	50 ng	100 ng	300 ng	500 ng	100 ng	300 ng	500 ng	1000 ng	1500 ng	1000 ng				
	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	1ª/2ª	Pol 2ª	Gag 1ª	LTR 2ª	p/n	Valor
997461	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	-	-	-	0,096
971271	-/+	-/+	-/+	-/+	-/-	-/+	-/+	-/+	+/++	+/++	+	+	+	+	6,051
971295	-/+	-/+	-/++	-/+	-/+	+/+	+/++	+/+++	+/++	++/++	+	+	+	+	11,346
99973	-/+	-/++	-/+	+/+	-/-	+/++	+/+	+/+	+/++	++/+++	+	-	-	-	0,493
984035	-/+	+/++	+/+++	++/+++	-/++	-/-	-/-	-/++	-/+	-/+	+	+	-	-	0,013
971293	-/-	-/+	-/+	-/+	-/++	+/++	++/++	++/+	-/++	++/+++	+	+	+	+	9,795
984049	-/+	+/+	+/++	+/+++	++/++	-/+	++/++	++/++	++/+	++/++	+	-	-	+	6,597
961588	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/+	-/+	-/++	-/++	-/++	+	-	+	+	5,795
997435	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+++	++/+++	++/++	+/+	++/+++	+	+	+	+	10,295
Negra	-/+	-/+	-/+	-/++	-/-	-/+	+/++	-/++	+/++	-/++	+	-	-	+	5,853

[1] Los resultados PCR se determinaron por observación en gel de agarosa de los fragmentos de DNA amplificados, revelados con Bromuro de Etidio. – significa ausencia de amplificación específica; + amplificación específica débil, ++ amplificación específica media, +++ amplificación específica alta.

[2] Los resultados PCR se determinaron como se ha indicado en ([1]). – ausencia de amplificación específica; + amplificación específica.

Contrariamente a lo esperado, se observó una mayor sensibilidad en la PCR, en cuanto al número de individuos positivos, cuando se utilizaron PBMC como fuente de DNA. Con PBMC, las cantidades de DNA que permitieron una mayor detección fueron de 500 a 1500 ng y con fagocitos, de 50 a 300 ng. En ambos casos fue necesaria una PCR semianidada para obtener mayor sensibilidad. En los individuos PCR positivos el grado de reacción observado difería al emplear como fuente de DNA los PBMC o los fagocitos, siendo el rendimiento celular mayor en el caso de PBMC. Así, para las regiones Gag y LTR se utilizaron PBMC (1000 ng de DNA), con el fin de averiguar si la sensibilidad en PCR para estas zonas era semejante a la obtenida en la región Pol (Tabla 1). La PCR-Pol fue más sensible (9 reacciones) que las de Gag y LTR (5 reacciones) **Comparación de resultados ELISA y PCR semianidada de la región Pol en animales de menos de 10 meses**. En PBL de animales de corta edad (130 animales, 181 muestras de sangre y suero), se observó que la PCR de la región Pol tenía valor diagnóstico, existiendo entre los corderos seronegativos en ELISA animales PCR-Pol positivos y viceversa (Tabla 2). Las discrepancias se contrastaron por PCR -LTR: 4 de los 18 ELISA positivos Pol negativos y todos los Pol positivos ELISA negativos(4/4), fueron positivos por PCR - LTR. Además, se detectaron más positivos en PCR- Pol al utilizar 1500 ng en lugar de 500 ng (40 frente a 33).

Tabla 2. Resultados obtenidos en PBL de corderos menores de 10 meses mediante PCR Pol semianidada (utilizando 500 y 1500 ng de DNA) y resultados ELISA.

	PCR Pol (DNA 500ng / **1500ng**)		
ELISA	+	-	Total
+	30/**36**	24/**18**	54
-	3/**4**	124/**123**	127
Total	33/**40**	148/**141**	181

En conjunto, estos resultados demuestran que ambas pruebas, ELISA y PCR -Pol tienen un valor diagnóstico importante para detectar la infección del VMV tanto en adultos como a una edad temprana y que la correcta elección de la fracción celular, la cantidad de DNA, la metodología PCR (anidada o semianidada) y la región del genoma viral a amplificar en la PCR, es fundamental para mejorar la sensibilidad del método de diagnóstico empleado.

REFERENCIAS

Carey N. and Dalziel R.G. 1993. Brit.Vet.J. 149: 437-454; **Extramiana A.B.** 1999. Desarrollo y evaluación de nuevas técnicas de diagnóstico del Maedi-Visna. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria; **Houwers D.** (Comunicación personal). **Klein D.** (Comunicación personal); **Ryan S.** *et al.* 2002. J. Virol. 74(21): 10096-10103; **Tolari F.** *et al.* 2000. International Conference and Workshop on Animal Retroviruses, vol 1. Queen's College, Cambridge, U.K. p. 61; **Woodall C.** (Comunicación personal).

AGRADECIMIENTOS

Financiado por CICYT (AGL2000-1489-C02), INIA (RTA01-107-C3-1), UE (QLK2-CT-2002-00617 y CRAF-1999-70356). A la Dra S. Hervás-Stubbs por su contribución a la puesta a punto de la PCR de Pol. A los ganaderos por su amable colaboración al brindarnos la oportunidad de realizar este estudio.

ACTIVACION DE MACROFAGOS MURINOS INFECTADOS POR *Brucella abortus*

Jiménez de Bagüés M.P., Terraza A.*, Dornand J.*
Unidad de Sanidad Animal. SIA/DGA. Ap 727. 50080 Zaragoza. España.
* INSERM U431. Université de Montpellier II. Cc 100. Pl. E. Bataillon. 34095 Montpellier. Francia

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Brucella es una bacteria Gram negativa capaz de ser fagocitada por los macrófagos del huésped y de multiplicarse dentro de ellos evadiendo sus mecanismos de defensa. Los factores de virulencia que determinan dichos mecanismos de evasión no son del todo conocidos.

El Lipopolisacárido (LPS) liso (S) de las bacterias pertenecientes al género *Brucella* se considera como un factor de virulencia de dichos microorganismos, si bien, el papel de la cadena O en la virulencia de *Brucella* no esta completamente definido. El fenotipo liso sobrevive y se multiplica más eficazmente que el rugoso (R) tanto en animales como en modelos "in vitro". La atenuación de las cepas R puede explicarse por diferentes mecanismos, sin embargo, debido a la posición de la cadena O en la membrana externa se puede pensar en un posible papel modulador de dicha cadena O en la activación del macrófago tras la fagocitosis de *Brucella*.

Los objetivos del siguiente trabajo fueron, por tanto: estudiar la fagocitosis y el desarrollo intracelular de cepas lisas y rugosas de *Brucella abortus* en un modelo "in vitro" y analizar la activación inducida en el macrófago por diferentes cepas lisas y rugosas de *Brucella abortus*.

MATERIAL Y METODOS

Cepas utilizadas: *B. abortus* 2308, fenotipo S, *B. abortus* 45/20 y RB51 fenotipo R, *B. suis* GFP (Green Fluorescent Protein) fenotipo S.

Cultivo celular: Los macrófagos murinos de la línea celular J774A.1 se cultivaron en medio completo (RPMI con 10% suero fetal bovino) a 37°C en una atmósfera enriquecida con un 5% de CO_2.

Experimentos de infección: Se infectaron 10^6macrófagos con una dosis de 40 bacterias por célula. El número de bacterias intracelulares se determinó transcurridas 1,5, 24 y 48 horas desde la infección. Tras la lisis celular con Triton X100 la determinación realizó por medio de diluciones seriadas y posterior siembra en placas con Tripticasa Soja Agar (TSA). En los ensayos de coinfección las células se infectaron simultáneamente con una dosis de 40 bacterias/célula de cada cepa utilizada. En dichos ensayos para distinguir *B. suis* GFP de RB51 o de 45/20 se utilizaron placas de TSA suplementado con 50 µg/ml de Ampicilina, ya que el crecimiento de las cepas R utilizadas está inhibido en ese medio.

Análisis de MAPKinasas p38 y ERK: Los macrófagos se infectaron con una dosis de 40 bacterias por célula. Tras lavar con PBS, las proteínas citoplasmáticas se obtuvieron mediante lisis celular, se separaron mediante electroforesis en SDS-PAGE y se transfirieron a una membrana de nitrocelulosa. Las MAPKinasas p38 y ERK se detectaron con anticuerpos anti-fosfo-p38MAPK, anti p38MAPK, anti-fosfo-ERK y anti-ERK según la metodología descrita por Lafont et al 1999.

Análisis de la expresión de RNAm: El análisis de la expresión de los RNAm de la óxido-nítrico sintasa inducible (iNOs) y Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNFα) de las correspondientes células infectadas con *B. abortus* se realizó por medio de una PCR transcriptasa inversa (RT-PCR) (Gross et al 1998).

Cuantificación de TNFα y Oxido Nítrico. La actividad biológica del TNFα liberado se estudió por medio de un ensayo citotóxico realizado en las células de la línea L929 (Caron et al.1994). La cantidad de óxido nítrico (NO) presente en los sobrenadantes de las células infectadas por *B. abortus* se determinó por medio de la reacción de Griess (Gross et al 1998).

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un test *t* de Student.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La invasividad de las cepas R de *B. abortus* fue significativamente mayor que la observada para la cepa 2308 (S), sin embargo, la virulencia observada en las cepas rugosas a lo largo del experimento fue menor que en la cepa 2308.

En el análisis de la expresión de RNAm del TNFα y de la iNOs, (enzima implicado en la producción de óxido nítrico) se encontró una mayor expresión de iNOs en las células infectadas por cepas R de *B. abortus* que en aquellas infectadas por la cepa lisa 2308. TNFα y NO son moléculas implicadas en la defensa del macrófago frente a patógenos. Respecto a la expresión del RNAm del TNFα, se observó que si bien las células infectadas por *B. abortus* 2308 mostraron cierto nivel de expresión de este gen, éste fue menor que el observado en las células infectadas por las cepas R de *Brucella abortus*.

Para determinar si dicha expresión de RNAm esta relacionada con la inducción de las correspondientes proteínas se determinó la cantidad de NO y TNFα liberada por los macrófagos infectados por *B. abortus*. Se encontraron niveles de NO significativamente más altos en los sobrenadantes de células infectadas por cepas R de *B. abortus* que en los de células infectadas por la cepa S 2308. Respecto al TNFα se observaron niveles significativamente más altos en los sobrenadantes de los macrófagos infectados por las cepas R.

Para determinar si la virulencia de la cepa lisa estaba asociada a la incapacidad de dichas bacterias para producir factores como NO y TNFα, se llevó a cabo la infección simultánea de *B. suis* GFP con *B. abortus* 45/20 o RB51. La fagocitosis de la cepa lisa no se vió afectada por la presencia de *B. abortus* 45/20 o RB51. Sin embargo, a las 48h postinfección el número de *B. suis* GFP fue significativamente menor en los macrófagos infectados simultáneamente con cepas S y R que en los macrófagos infectados solamente con la cepa lisa. Además, los productos NO y TNFα se acumularon en los sobrenadantes de las células coinfectadas mientras que no se hallaron en los provenientes de células infectadas sólo con la cepa lisa. Esta acumulación fué similar a la observada en los sobrenadantes de células infectadas únicamente con *B. abortus* 45/20 o RB51.

Uno de los mecanismos por los que *Brucella* puede regular la producción de estas moléculas que afectan al patógeno es la modulación de la señalización celular. Dicha señalización conlleva la activación del macrófago por medio de la fosforilación de las MAPKinasas p38 y ERK. Ambas proteínas estan relacionadas con la regulación de la transcripción de los genes de IL-1, TNFα e iNOs (Blumenthal et al 2002). Cuando se estudió la fosforilación de las MAPKinasas p38 y ERK tras la fagocitosis de *B.*

abortus se encontró que la fosforilación de dichas proteínas era inhibida por la cepa *B. abortus* 2308.

B. abortus 2308 es, por tanto, incapaz de activar los macrófagos para producir factores implicados en la defensa del mismo, como son el NO y el TNFα.

Debido a la relación entre la fosforilación de p38 y ERK y la producción de NO y TNFα en los macrófagos infectados por *B. melitensis* y *B. suis*, nuestros resultados apuntan la posibilidad de que el Lipopolisacárido liso de *B. abortus* sea un factor de virulencia que afecte a la señalización celular y por tanto a los mecanismos de defensa que de ella se derivan.

La regulación de algunas de las vías de activación del macrófago infectado por *Brucella* debería considerarse como un nuevo factor de virulencia de este patógeno.

BIBLIOGRAFIA

Blumenthal et al 2002. Control of Mycobacterial Replication in Human Macrophages: Roles of Extracellular Signal-Regulated Kinases 1 and 2 and p38 Mitogen-Activated Protein Kinase Pathways. Infect. Immun. 70: 4961-4967

Caron et al 1994. Live Brucella spp. fail to induce tumor necrosis factor alpha excretion upon infection of U937-derived phagocytes. Infect. Immun. 62: 5267-5274.

Gross et al 1998. Expression and Bactericidal Activity of Nitric Oxide Synthase in Brucella suis-Infected Murine Macrophages. Infect. Immun. 66: 1309-1316.

Lafont et al 1999. Evidence for a p21 ras/Raf-1/MEK-1/ERK-2-indépendant pathway in stimulation of IL-2 gene transcription in human primary T-lymphocytes. Journal of Biological Chemistry ; 274:25743

BRUCELOSIS PORCINA EN ESPAÑA: ESTUDIO SEROLOGICO Y BACTERIOLOGICO DE 11 BROTES .

P. Mª Muñoz, Mª J. De Miguel, J. Mª Blasco, C. Mª Marín
Servicio de Investigación Agroalimentaria Apartado 727. 50.080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La infección por *Brucella suis* se ha considerado un proceso prácticamente inexistente en España y esto parece ser cierto en los sistemas intensivos de producción porcina. Sin embargo, la prevalencia de la brucelosis porcina en sistemas extensivos, y en particular en el cerdo ibérico, esta aumentando preocupantemente en los últimos años. Al no existir vacunas adecuadas ni ningún procedimiento totalmente efectivo para su diagnóstico y control, la brucelosis porcina puede poner en serio peligro uno de los sistemas de explotación porcina más interesantes de nuestro país. En caso de sospecha de enfermedad, los animales son analizados serológicamente mediante las pruebas oficiales de Rosa de Bengala (RB) y fijación del complemento (FC), que son muy poco especificas en ganado porcino (Lord et al. 1997). Si bien no existen demasiados estudios, la mayoría de las infecciones porcinas en nuestro país parecen ser producidas por las biovariedades 1 y 2 de *B. suis* (Leon Vizcaino et al. 1976). La prueba laboratorial mas utilizada para diferenciar las biovariedades 1 y 2 de *B. suis* es la producción de gas sulfhídrico (SH_2), lo que resulta demasiado subjetivo y conduce a frecuentes errores. El objetivo se este trabajo es hacer una recopilación de los aspectos diagnósticos mas relevantes de 11 brotes de brucelosis porcina diagnosticados por nuestro laboratorio en los últimos años en distintas provincias españolas y aportar información relativa a la diferenciación de las biovariedades 1 y 2 de *B. suis*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los 11 brotes de brucelosis porcina se detectaron en otras tantas explotaciones que presentaban problemas reproductivos (abortos, orquitis, repeticiones de celos, infertilidad y mortalidad perinatal elevada). Nueve de ellas eran explotaciones extensivas o semiextensivas de cerdo ibérico (situadas en Extremadura, Salamanca, Huelva y Córdoba), mientras que las otras dos eran explotaciones intensivas, una de cerdo "blanco" (Toledo) y otra de cerdos de la raza Duroc (Soria), en las que se habían introducido cerdos ibéricos para cruzamiento. La clínica fue muy similar en todas las explotaciones.

Para el diagnóstico, en todos los casos se tomaron muestras de sangre (para estudios serológicos) e hisopos vaginales y leche (para estudios bacteriológicos) de los animales sospechosos de padecer la enfermedad por presentar aborto o problemas reproductivos. Los sueros se analizaron mediante las pruebas de diagnostico oficial de brucelosis: RB, usando la técnica modificada -RBm- (Blasco et al. 1994) y FC -cuando el grado de hemólisis del suero lo permitía-, así como un ELISA indirecto (ELISA-i) (Marín et al 1999). Como controles de la especificidad de estas pruebas se usaron 40 sueros de animales de explotaciones intensivas libres de enfermedad.

El diagnóstico bacteriológico se llevo a cabo mediante siembra de los hisopos vaginales y leche en los medios selectivos de Farrell (Farell 1974) y Thayer-Martín modificado (Marín et al. 1996) y posterior identificación de los aislamientos según técnicas microbiológicas convencionales (Alton et al 1988). Las cepas aisladas fueron estudiadas paralelamente mediante amplificación por PCR de los genes de las proteínas de membrana externa omp2a, omp2b (Cloeckaert et al 1995) y Omp31 (Vizcaíno et al 1997) y posterior restricción enzimática (PCR-RFLP) de los productos

amplificados. Estas técnicas, han sido aceptadas para la diferenciación de las biovariedades 1 y 2 de *B. suis*. En estos últimos estudios también se incluyeron 10 cepas aisladas por el Centro Nacional de Brucelosis de Lisboa en las regiones portuguesas limítrofes con España.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las distintas pruebas serológicas empleadas el RBm y el ELISA-i resultaron más sensibles que la prueba RB convencional, y útiles para el diagnóstico presuntivo de la infección ya que todos los animales de los que se aisló *B. suis* fueron positivos tanto en RBm como ELISA-i (Tabla 1). Sin embargo, esta última prueba presentó problemas de especificidad resultando siempre positivos entre el 10 y el 20 % de los animales controles negativos procedentes de explotaciones libres de brucelosis. La prueba de FC presentó unos niveles de sensibilidad muy bajos (alrededor del 70%), en aquellos casos en los que se pudo usar ya que una elevada proporción de muestras presentaba hemólisis severa. Resultados similares han sido obtenidos por otros autores (Lord et al. 1997), poniendo en evidencia el escaso valor diagnóstico de la prueba de FC para la brucelosis porcina. Una vez confirmada bacteriológicamente la enfermedad, se procedió al estudio serológico individual de la totalidad de explotaciones, detectándose siempre que mas del 50 % de los animales de cada explotación eran positivos al RBm. Es muy posible que esta sea la prevalencia real de la enfermedad en las explotaciones afectadas, pero debido a que esta prueba puede resultar también positiva en caso de infecciones por *Yersinia enterocolitica* O:9 (Walravens et al. 2002) no se puede confirmar. Tampoco el ELISA-i, puede resolver este grave problema de las reacciones cruzadas, al menos usando antígenos de superficie.

Las 50 cepas aisladas de las distintas explotaciones, cuando se tipificaron con las técnicas convencionales de producción de SH_2 resultaron ser en todos los casos *Brucella suis* biovariedad 2. En España la brucelosis porcina se encuentra descrita desde 1940, habiéndose descrito infecciones en los cerdos por *B. suis* biovariedades 1, 2, y 3 y por *B. melitensis* biovariedad 1 (Leon Vizcaino et al 1976). La biovariedad 1 se ha descrito como positiva en la prueba de SH_2 (mas intensa que *B. abortus*), mientras que la biovariedad 2 es considerada SH_2 negativo (como *B. melitensis*). En las 50 cepas aisladas en España y en las 10 remitidas de Portugal, la prueba de producción de SH_2 variaba en su resultado según el medio de cultivo empleado. Cuando se utilizó el medio Tripticasa Soja Agar (TSA) no existía producción de SH_2 por ninguna cepa. Sin embargo, todas las cepas resultaban positivas usando el medio Blood agar Base Nº 2 (BAB). Por ello, se comparó la producción de SH_2 en las 60 cepas y de todas las cepas de referencia de *Brucella* (incluyendo las cepas control de *B. suis* biovariedad 1 (cepa 1330) y biovariedad 2 (Thomsen)) en medios TSA y BAB conteniendo 0, 0,1 y 0,5 % de extracto de levadura. Independientemente del medio usado, todas las cepas eran SH_2 positivo cuando se sembraban en medios con un 0,5 % de extracto de levadura y esta producción era incluso mas intensa cuando se incluía suero en el medio de cultivo. Este hecho demuestra que la metodología clásica para diferenciación de las biovariedades 1 y 2 de *B. suis* no es adecuada y resulta evidente que las cepas de la biovariedad 2 también podrían producir SH_2 en determinadas condiciones, tal y como se ha descrito recientemente para *B. melitensis* (DelVechio et al. 2002).

Sin embargo, los resultados de los estudios de PCR-RFLP de todas las cepas demostraron que 4 de ellas mostraban patrones moleculares característicos de *B. suis* biovariedad 1, dando el resto el patrón de la biovariedad 2 (Figura 1). Resultados

discordantes similares han sido encontrados por J. M. Verger (comunicación personal) en algunas cepas de *B. suis* aisladas de cerdos de origen español, en las que se obtuvieron patrones característicos de *B. suis* biovariedad 2 con el gen Omp 2a y de *B. suis* biovariedad 1 con el gen Omp 2b, cuestionando seriamente la utilidad discriminatoria aceptada para esta prueba. La técnica PCR-RFLP para el gen Omp 31 ha sido descrita también como discriminatoria entre ambas biovariedades (Vizcaíno et al 1997). Sin embargo, también realizamos esta técnica y la cepa de referencia de la biovariedad 2 y las 60 cepas testadas no se diferenciaron tampoco de la cepa de referencia de la biovariedad 1. Estos resultados cuestionan la validez de las técnicas actuales de tipificación de las diferentes biovariedas de *B. suis*.

Tabla 1 Resultados de las pruebas serológicas para el diagnostico de la brucelosis porcina sobre 50 sueros de animales con cultivo positivo y 40 de animales de granjas libres de enfermedad

Positivos en	Animales Cultivo +	Animales libres
Rosa de Bengala	50	0
Fij. de Complemento*	21	0
ELISA-i	50	2

* solamente se testaron 30 sueros (los demás estaban hemolizados)

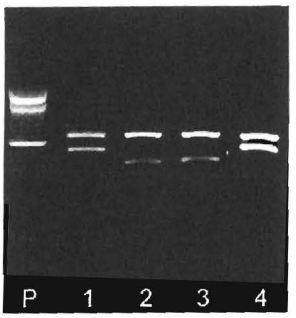


Figura 1: Perfiles PCR-RFLP del gen de la proteína Omp2b de *Brucella* digerido con *EcoR*I (C: control negativo; P marcador molecular de 100 pb, 1: perfil obtenido con la cepa de referencia de *B. suis* biovar.1; 2: perfil obtenido con la cepa de referencia de *B. suis* biovar.2, 3: perfil obtenido con 46 cepas españolas y 10 portuguesas; 4: perfil obtenido con 4 cepas españolas –cuya tipificación convencional coincidía con la biovariedad 2-)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alton et al *1988 En: Tecniques for the brucellosis laboratory INRA*; Blasco et al. 1994; *The Veterinary Record* **134**, 415; Cloeckaert et al 1995 *Microbiology* 1995, **141**(Part 9), 2111.; DelVechio et al. 2002 *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **99**(1), 443; Farell 1974 *J. Appl. Bact.* , **35**, 625; Lord et al. 1997 *Journal of Clinical Microbiology*, **35**(1), 295, Leon Vizcaino et al.1976_*Suplemento Cientifico del Boletin Informativo Consejo General de Colegios Veterinarios de Espana* **206**, 37; Marín et al. 1996 *Journal of Clinical Microbiology* , **34**(2), 426; Marín et al 1999 *Clinical & Diagnostic Laboratory Immunology* , **6**(2), 269; Vizcaíno et al 1997 *Microbiology*, **143**(Part 9), 2913; Walravens et al. 2002 *Proceedingsof 53rd brucellosis research conference ,p51*).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICYT (Proyecto AGL2000-0305-C02-02 y Proyecto AGL2000-0299-C03)

CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2001-02-03

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	BIOINFORMÁTICA: UTILIZACIÓN DE BASES DE DATOS GENÉTICOS EN MEJORA VEGETAL	17-21 Sep. 01	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	25 Sep. 01/ 16 Mayo 02	Córdoba	UCO/CAP-JA/ CSIC/INIA/COI/IAMZ
	VIVEROS Y PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL PARA CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	19-30 Nov. 01	Guadalajara	IAMZ/MIMAM-CNMF
	SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EN AGRONOMÍA: MODELIZACIÓN	14-25 Ene. 02	Zaragoza	IAMZ
	AGRICULTURA DE REGADÍO SOSTENIBLE: GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS	11-22 Mar. 02	Zaragoza	IAMZ/AECI
	ELECCIÓN DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE SECANO MEDITERRÁNEAS. CRITERIOS TÉCNICOS Y SOCIOECONÓMICOS	6-17 Abr. 02	Argel	IAMZ/ITGC/ ICARDA
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	10-14 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/OCDE
	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	30 Sep. 02/ 6 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	*PRODUCCIÓN ANIMAL	1 Oct. 01/ 7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DEL DROMEDARIO	4-15 Mar. 02	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS EN PAÍSES MEDITERRÁNEOS	27-31 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*ACUICULTURA	7 Oct. 02/ 4 Abr. 03	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	BRUCELOSIS	16-20 Sep. 02	Pamplona	IAMZ/Univ. Navarra/ FAO/OIE/ OMS-MZCP
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL: SISTEMAS Y TÉCNICAS	4-8 Nov. 02	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE OVINOS Y CAPRINOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	9-20 Dic. 02	Túnez	IAMZ/INRAT
	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE DE CONEJOS	13-24 Ene. 03	Zaragoza	IAMZ
	AVANCES EN REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	24-28 Feb. 03	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE OVINO DE LECHE	7-11 Abr. 03	Valdepeñas/Ciudad Real	IAMZ/JCCM/ UCLM
	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE VACUNAS Y MEDICAMENTOS EN ACUICULTURA MEDITERRÁNEA	12-16 Mayo 03	Izmir	IAMZ/FAO/ MARA
	PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN CLIMAS CÁLIDOS	26-30 Mayo 03	Zaragoza	IAMZ

(*) **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 02-03; 04-05; 06-07
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04; 05-06
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 01-02; 03-04; 05-06
- ACUICULTURA: 02-03; 04-05; 06-07
- ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 02-03; 04-05; 06-07
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 01-02; 03-04; 05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	INCENDIOS FORESTALES: INVESTIGACIÓN DE CAUSAS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN	15-26 Oct. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO/ MIMAM-DGCN
	GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PISCÍCOLAS EN AGUAS CONTINENTALES DE LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS	12-16 Nov. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA REGADÍO: CONDICIONANTES TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	10-14 Dic. 01	Zaragoza	IAMZ
	LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA Y SU APLICACIÓN A LA GESTIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	19-23 Ene. 02	El Cairo	IAMZ/ARC-CLAC
	MEJORA DE HÁBITATS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS CINEGÉTICOS	18-23 Feb. 02	Zaragoza	IAMZ
	ECOLOGÍA E HIDROLOGÍA DE LOS RÍOS MEDITERRÁNEOS Y HERRAMIENTAS PARA SU GESTIÓN	8-19 Abr. 02	Zaragoza	IAMZ/AECI
	GESTIÓN, RESTAURACIÓN Y APLICACIONES DE LOS HUMEDALES	13-24 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ
	*ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	30 Sep. 02/ 6 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ
	DEGRADACIÓN DE SUELOS EN LAS REGIONES AGRÍCOLAS MEDITERRÁNEAS: IMPACTO Y MEDIDAS DE CORRECCIÓN	21 Oct./1 Nov. 02	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II/ AECI
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	3-14 Feb. 03	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PESCA ARTESANAL EN EL MEDITERRÁNEO	9-13 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ/FAO-COPEMED
COMERCIALIZACIÓN	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 01/ 7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING DE ACEITE DE OLIVA	14-18 Oct. 02	Rabat	COI/IAMZ/ MADREF
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	18-22 Nov. 02	Zaragoza	IAMZ/OMC
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS	17-21 Mar. 03	Zaragoza	IAMZ
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, DENOMINACIONES Y GESTIÓN	24-28 Mar. 03	Zaragoza	IAMZ
	INNOVACIONES EN TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS	5-9 Mayo 03	Zaragoza	IAMZ

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos 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 los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Abril 2003. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal y Marketing Agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2003.

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.

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 inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)

Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org

www.iamz.ciheam.org