

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Tomo II (2009)

XIII Jornadas sobre producción animal



www.aida-itea.org

**ASOCIACION
INTERPROFESIONAL PARA EL
DESARROLLO AGRARIO
(AIDA)**

XXXIX JORNADAS DE ESTUDIO

XIII JORNADAS

SOBRE PRODUCCION ANIMAL

12 y 13 de mayo de 2009

Zaragoza

TOMO II

COLABORAN:

Gobierno de Aragón: Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad
Gobierno de Aragón: Departamento de Agricultura
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA)
Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)
Fundación Aula Dei, Parque Científico Tecnológico
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA)



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título:

XIII Jornadas sobre Producción Animal

Edita:

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos:

Autores

Colección:

Congresos y Jornadas

Serie:

Producción Animal

Coordinadores:

Margalida Joy Torrens

Jorge H. Calvo Costa

Carlos Calvete Margolles

María Ángeles Latorre Górriz

Isabel Casasús Pueyo

Begoña Panea Doblao

Albina Sanz Pascua

Joaquín Balcells Teres

Foto portada:

José Antonio Rodríguez-Sánchez

XIII Jornadas sobre Producción Animal Tomo II	DIRECCION Y REDACCION Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN: En tramitación Depósito legal: Z-1919-2009 INO Reproducciones, S.A. 50016 Zaragoza
---	--	---

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

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

PATROCINADORES:



albéitar



ÍNDICE

TOMO II

SISTEMAS GANADEROS-ECONOMÍA Y GESTIÓN

Sistemas ganaderos-economía y gestión: Rumiantes I

- Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sostenibilidad del sistema ovino de raza Latxa. - Díez, B., Beltrán de Heredia, I., Villalba, D., Bernués, A., Ruiz, R. 379
- Evaluación de la sostenibilidad económica de los sistemas ovinos del parque natural "SIERRA DE GUARA". - Ameen, F., Manrique, E., Olaizola, A.M. 382
- Caracterización técnico-económica de sistemas caprinos en la zona de la DOP "QUESO IBORES". - Gaspar, P., Escribano, A., Mesías, F.J., Pulido, A., Escribano, M., Pulido, F. 385
- Caracterización preliminar de las explotaciones de ganado vacuno de raza Parda de Montaña en Aragón. - Blanco, M., Villalba, D., Ferrer, J., Calvo, J.H., Macarulla, J.M., Revilla, R., Casasús, I. 388
- Caracterización preliminar de las explotaciones de ganado vacuno de raza Parda de Montaña en Asturias, Cantabria y Castilla y León. - Lavín, P., García, L., Villadangos, B., González, M.J., Mantecón, A.R. 391
- Aplicación del modelo "pampa-corte" en diferentes sistemas de cebo de terneros. - Silveira, V.C.P., Casasús, I., Blanco, M., Joy, M., Bernués, A. 394
- Adaptación del modelo "pampa-corte" para la simulación de crecimiento de cordeiros. - Silveira, V.C.P., Álvarez-Rodríguez, J., Joy, M., Bernués, A. 397

Sistemas ganaderos-economía y gestión: Rumiantes II

- Producción y comercialización de productos caprinos en Brasil. - Fernandes, A. A. O., Teixeira, A., Selaive, A. B. S. 400
- Análisis de actores en la cadena de producción lechera en León. Nicaragua. - Vásquez-López, F., Manrique, E. 403
- Análisis del intervalo entre partos de la raza bovina limousine bajo diferentes sistemas de producción en el sur de Portugal. - Vieira e Brito, A.N., Carvalho, G., Cerqueira, E., Martínez, G. 406
- Análisis de la ganancia media diaria de la raza limousine bajo diferentes sistemas de producción en el sur de Portugal. - Vieira e Brito, A.N., Carvalho, G., Cerqueira, E., Martínez, G. 409
- Estudio de los parámetros productivos de ovejas ojinegras de Teruel según la época de parto (resultados preliminares). - Blasco, I., Picazo, R., Ripoll, R., Congost, S., Bernués A., Casasús, I., Revilla R., Joy, M. 412
- Optimización de las cargas ganaderas en las dehesas de Extremadura. - Espejo, A. M., Espejo, M., Prieto, P. M., Paredes, J. 415

Sistemas ganaderos-economía y gestión: Rumiantes III

- Nuevas perspectivas en la determinación de la calidad de cuernas de ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*). - Estévez, J.A., Gaspar-López, E., Martínez, A., Olguín, C.A., López, J.E., Ceacero, F., Landete, T., García, A.J., Gallego, L. 418

- Producción de forraje y eficiencia de utilización mediante pastoreo de sorgo y zacate sudán. - Hernández-Ortega, M., Améndola, M.R.D., Burgueño, F.J.A., Huerta, B.M., Martínez, H.P.A.	421
- Efecto de la época de parto sobre la producción de ovejas de raza Assaf española en estabulación y pastoreo. - Romero, J., Bodas, R., Martínez, Y., Díez, P., Lavín, P., Mantecón A.R.	424
- Efecto de la simplificación del manejo alimenticio en vacas secas. - Casasús, I., Blanco, M., Álvarez-Rodríguez, J., Sanz, A., Revilla, R.	427
- La sal como herramienta para la gestión ganadera en pastos de montaña. 1.- Efecto sobre el suelo y la vegetación. - Eliceits, P., Ruiz, R., Mandaluniz, N.	430
- La sal como herramienta para la gestión ganadera en pastos de montaña. 2.- Efecto sobre la utilización animal. - Eliceits, P., Ruiz, R., Mandaluniz, N.	433
Sistemas ganaderos-economía y gestión: No rumiantes I	
- Caracterización del cebo de potros de raza Burguete: lechales y quincenos. - Eguino, P., Villanueva, M., Pérez de Muniain, A.	436
- Gestión cunícola: primeros resultados con <i>bdcuni</i> . - Serrano, P., Pascual, M., Gómez, E.	439
- Resultados preliminares de la caracterización social y estructural de las explotaciones porcinas de la Comunidad Valenciana. - Martínez, M., Torres, A., Láinez, M.	442
- Resultados preliminares de la caracterización social y estructural de las explotaciones avícolas de la Comunidad Valenciana. - Martínez, M., Torres, A., Láinez, M.	445
Sistemas ganaderos-economía y gestión: No rumiantes II	
- Efecto del sistema y tipo de alimentación sobre la conducta de cerdas gestantes. - Ruiz-de-la-Torre, J.L., Mainau, E., Gasa, J., Manteca, X.	448
- Evaluación del crecimiento y del consumo de pienso de lechones ibéricos destetados a diferentes edades. - Izquierdo, M., Bazán, J., Ayuso, D., Paniagua, M.	451
- Estudio productivo de la pintada (<i>numida meleagris</i>) criada en confinamiento. - Muriel, A., Serrano, A.	454
- Análisis diferencial entre sistemas de producción en cautividad de la <i>Coturnix c. Coturnix</i> . - Caballero de la Calle, J.R., Peña, J. C., Calle, M.I., Caballero, J.V.	457
Sistemas ganaderos-economía y gestión: Automatización, identificación animal, bienestar animal (I)	
- Utilización de imágenes de la retina como sistema de auditoría de la identificación de ovino en granja y matadero. - Rojas-Olivares, M.A., Caja, G., Carné S., Salama A.A.K.	460
- Comparación de pulseras y bolos ruminales para la identificación electrónica de ganado caprino lechero. - Carné, S., Caja, G., Rojas-Olivares, M. A., Salama, A. A. K.	463
- Estimación del peso vivo de cerdas <i>Danbreed</i> en gestación a través de medidas morfométricas. - Agostini, P.S., Sola-Oriol, D., Muns, R., Collell, M., Gasa, J.	466
- Previsión del peso vivo en animales Holstein mediante barimetría: ecuaciones de predicción simples y múltiples. - García, I., Vázquez, M.A., Fernández, E., Vidal, L., García, M.T de J.	469

Sistemas ganaderos-economía y gestión: Automatización, identificación animal, bienestar animal II

- Influencia del sistema de ordeño robotizado en la producción de leche. - Vieira e Brito, A.N., Candeias, G., Silva, J.M. 472
- Indicadores de bienestar animal en terneros Holstein castrados con gomas tras aplicar anestesia local y analgesia a los tres meses de edad. - Marti, S., Velarde, A., de la Torre, J.L., Bach, A., Manteca, X., Aris, A., Serrano, A., Devant, M. 475
- Determinación de metabolitos de glucocorticoides en heces de ganado porcino. - Chacón, G., Ruiz de la Torre, J. L., Palacio, J., Manteca, X., García-Belenguer, S. . . . 478
- Efecto del uso de paja de cereal sobre el bienestar animal, la producción y la calidad del producto durante la fase de cebo de corderos tipo ternasco. - Lemos, D., Miranda, G., Pascual, M., Ruiz, J.A., Chacón, G., García, S., Alierta, S., Escós, J., María, G.A. 481

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los productos: Calidad de la canal

- Análisis de algunos aspectos relacionados con la calidad de la canal de terneros de raza Avileña-Negra Ibérica. - Daza, A., López-Carrasco, C., Rey, A.I., Ávila, A., Olivares, A. 487
- Efecto del sexo sobre el rendimiento al despiece de animales Morucha x Charolés. - Vieira, C., Fernández, A.M., Sánchez, M., García-Cachán, M.D. 490
- Influencia del sistema de lactancia sobre la calidad de la canal de cabrito de las razas Murciano-Granadina y Malagueña. - Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Horcada, A., Alcalde, M.J. 493
- Características de calidad de la canal del cabrito transmontano. - Rodrigues, S., Pereira, E., Teixeira, A. 496
- Influencia del sexo sobre la productividad y la calidad de la canal en cerdo blanco destinado a la elaboración de jamones curados. - Cámara, L., Serrano, M.P., Chaveinte, C., Fuentetaja, A., Mateos, G.G. 499
- Características de la canal de cerdos de cruce comercial criados en extensivo y sacrificados a pesos elevados. - Rodríguez-Sánchez, J.A., Calvo, S., Latorre, M.A. . . 502
- Efecto de la estirpe Duroc utilizada en los cruces de cerdo ibérico sobre la calidad de la canal y de la carne. - Viguera, J., Sánchez, M., Peinado, J., Robina, A., Ruiz, J. 505
- Efecto de la genética del macho finalizador sobre la productividad, calidad de la canal y de la carne de cerdos con genética chinaeuropea. - Sánchez, M., Viguera, J., Peinado, J., Flamarique, F., Sanz, E., Alfonso, L. 508
- Predicción de la composición física de la canal de corderos con base en sus medidas y composición de los cortes. - Galvani, D.B., Pires, C.C., Wommer, T.P., Oliveira, F., Griebler, L., Santos, M.V. 511
- Transporte de corderos lechales: efecto de la época del año y de la densidad sobre las características de la canal. - Sánchez, M., de la Fuente, J., González de Chávarri, E., Lauzurica, S., Pérez, C., Vaquero, M., Vieira, C., Díaz, M.T. 514
- Efecto del tipo de carretera sobre el bienestar animal en corderos de tipo ternasco. - Monge, P., Miranda, G., Chacón, G., García, S., Alierta, S., Villarroel, M. y María, G.A. . 517

- Efecto del tipo de carretera sobre la calidad de la carne en corderos de tipo ternasco. - Monge, P., Miranda, G., Olleta, J.L., Sañudo, C., Muela, E., Alierta, S., María, G.A. 520

Calidad de los productos: Análisis sensorial

- Análisis de compuestos volátiles de carne de lechazo de producción ecológica y convencional. - Revilla, I., Vivar-Quintana, A.M., Lurueña-Martínez, M.A., Palacios, C., Wilches, D., Rovira, J., Jaime, I. 523
- Efecto de la temperatura de refrigeración y del peso canal sobre la calidad sensorial de carne de cordero. - Muela, E., Sañudo, C., Campo, M.M., Medel, I., Beltrán, J.A. . 526
- Efecto del sistema de congelación y del tiempo de mantenimiento en congelación sobre la calidad sensorial de la carne de cordero. - Muela, E., Sañudo, C., Campo, M.M., Medel, I., Beltrán, J.A. 529
- Evaluación visual de diferentes tipos de carne de cordero: intención de compra. - Panea, B., Campo, M.M., Albertí, P., Bernués, A. 532

Calidad de los productos: Métodos analíticos

- Estimación de las notas de conformación y engrasamiento de canales bovinas de la IGP Euskal Orela-Carne de Vacuno del País Vasco, mediante la técnica de análisis de imagen. - Indurain, G., Ruiz, R., Ugarte, E., Andrinua, I., Insausti, K., Mendizábal, J. A., Montejo, A., Jauregi, F. 535
- Relación entre tres técnicas analíticas diferentes para la determinación de grasa intramuscular. - Vicente, J. G., Isabel, B., Cordero, G., López-Bote, C., Amazán, D., Daza, A. 538
- Tecnología NIRS para el control on-site y on-line de cerdos ibéricos. - García Molina, P., Garrido, A., de Pedro, E., Pérez-Marín, D., Guerrero, J., López, A. 541
- Desarrollo de un método de análisis por inyección de flujo y espectrometría de masas para la cuantificación del ácido oleico en un hidrolizado de músculo. - Muñoz, R., Vilaró, F., Eras, J., Estany, J., Tor, M. 544
- Estimación de la composición tisular de jamones ibéricos mediante la técnica de impedancia bioeléctrica. - Mateos, A., Daza, A., López-Bote, C. 547
- Efecto de la composición en ácidos grasos y vitamina E de la grasa subcutánea del cerdo Ibérico sobre su estabilidad oxidativa analizada mediante Rancimat. - González, E., Pimienta, J., Tejeda, J.F., Sánchez, J., Hernández, A. 550

Calidad de los productos: Miscelánea

- Efecto de la inclusión de lino en la dieta de cebo de terneros sobre el engrasamiento de la canal y el color de la grasa. - Albertí, P., Ripoll, G., Panea, B., Joy, M. 553
- Efecto de la inclusión de lino en el pienso de terneros sobre la vida útil de la carne envasada en atmósfera modificada o en film permeable al oxígeno. - Albertí, P., Olleta, J.L., Roncalés, P., Ripoll, G., Muela, E., Panea, B., Camo, J., Joy, M. 556
- Efecto de la alimentación con lino y el envasado en atmósfera protectora sobre la oxidación en carne de vacuno: análisis sensorial. - Campo, M.M., Olleta, J.L., Sañudo, C., Albertí, P. 559
- Composición en ácidos grasos de la carne de terneros de raza Pirenaica alimentados con lino. - Sarriés, V., Beriain, M.J., Insausti, K., Arana, A., Purroy, A. 562
- Influencia del sistema de ordeño robotizado en la producción de leche. - Brito, N.V., Silva, J.M. 565

- Asociación del rendimiento quesero individual en laboratorio con la composición de la leche de raza Merina. - Corral, J.M., Izquierdo, M., Padilla, J.A. 568

Calidad de los productos: Análisis instrumental

- Efecto de dos niveles de grasa intramuscular sobre la calidad de carne y la textura instrumental y sensorial en cerdos de cebo. - Alonso, V., Campo, M.M., Roncalés, P., Beltrán, J.A. 571
- Efecto de la presencia de estro en cerdas jóvenes en el momento del sacrificio sobre la calidad de la carne. - Calvo, S., Rodríguez-Sánchez J.A., Ripoll, G., Gracia, M.I., Latorre, M.A. 574
- Calidad de la carne de Nelore (*Bos indicus*) y F1 *Bos indicus* x *Bos taurus*. - Pflanzner, S.B., Días, M.P., de Felicio, P.E. 577
- Efecto de la edad dental y nivel de acabado de canales de novillos Nelore (*Bos indicus*) en la terneza objetiva. - Pflanzner, S. B., Felício, P. E. 580
- Influencia de los centros de clasificación en vivo y de la tecnología de refrigeración de las canales sobre la calidad de la carne de cordero. - Monge, P., Muela, E., Pirés, C., Campo, M.M., Medel, I., Alonso, V., Oliván, A., Beltrán, J.A., Sañudo, C. 583
- Estudio de la interacción de las vitaminas A y E en el tejido adiposo y hepático de cerdos en cebo. - Rey, A.I., Olivares, A., Daza, A., Amazán, D., López-Bote, C. 586
- Influencia del sistema de lactancia sobre el color de la carne y de la grasa renal de carritos de las razas Murciano-Granadina y Malagueña. - Ripoll, G., Alcalde, M.J., Horcada, A., Sañudo, C., Panea, B. 589
- Comparación de la actividad de enzimas lipogénicas, lipolíticas y metabólicas del músculo entre líneas de conejo. - Zomeño, C., Blasco, A., Hernández, P. 592
- Pérdida de agua de la carne de cerdo y de pollo y su relación con el valor de pH y el color. - Zudaire, G., Sarriés, V., Insausti, K., Alfonso, L. 595
- Características físicas y químicas de las principales carnes comercializadas en el NE de Portugal. - Teixeira, A., Rodrigues, S., Pereira, E y Fernandes, A. 598

Calidad de los productos: Pruebas con consumidores

- Encuesta a consumidores. Percepción y hábitos de consumo de carne de cordero congelada. - Muela, E., Sañudo, C., Campo, M.M., Medel, I., Beltrán, J.A. 601
- Percepciones del consumidor sobre la carne de cordero. Encuesta en Aragón. Sañudo, C., Muela, E., Olleta, J.L., Campo, M.M. 604
- Aspectos de calidad relacionados con la producción de carne de cordero: consumidores vs productores. - Sepúlveda, W.S., Maza, M.T., Pardos, L., Suryani, D., Fantova, E. 607
- Motivaciones de los ganaderos relacionados con la producción de corderos acogidos a la IGP Ternasco de Aragón. - Sepúlveda, W.S., Maza, M.T., Pardos, L. 610
- Perfil del consumidor de carne de cerdos en Campinas, Brasil. - Lugnani, C., de Felicio, P.E., Silveira, E.T.F. 613

Calidad de los productos: Calidad de la grasa I

- Efecto de la suplementación de CLA sobre el sistema inmunitario y el perfil de ácidos grasos de la carne de corderos de la raza Ripollesa. - Terré, M., Nudda, A., Boe, F., Gaias, G., Bach, A. 616

- Efecto del nivel de ácido linoleico conjugado (CLA) sobre la composición de ácidos grasos del tejido subcutáneo en cerdo blanco. - Cordero, G., Isabel, B., Morales, J., Daza, A., López-Bote, C. 619
- Efecto de las pasturas sobre la composición química de la grasa intramuscular de cerdos machos enteros y castrados producidos al aire libre en el Uruguay. - Eche-
nique, A., Capra, G., Pardo, G., Grompone, M.A., Urruzola, N. 622
- La calidad de la grasa de la carne de pintadas (Numida meleagris) en dos sistemas de producción extensivo e intensivo. - García-Torres, S., López-Parra, M.M., Osorio, C., Curbelo, P., Tejerina, D. 625

Calidad de los productos: Calidad de la grasa II

- Calidad de la grasa del toro de lidia. - Horcada, A., Criado, M., Polvillo, O., Juárez, M. 628
- Estudio del efecto de la adición de aceite esencial de clavo en el pienso de pollo sobre la calidad de la carne. - Juste, V., Zomeño, C., Moreno, J.R., Hernández, P., Peñalver, P., Hernández, P. 631
- Influencia de la vitamina A sobre el contenido en grasa intramuscular y la composición de ácidos grasos en cerdos de cebo. - Olivares, A., Rey, A.I., Daza, A., Cordero, G., Sanz, E., López-Bote, C. 634
- Incremento de los ácidos grasos n3 en la carne de cordero mediante diversos sistemas de alimentación intensiva. - Cañeque, V., Lauzurica, S., Pérez, C., Díaz, M.T., Sánchez, C.I., Fernández, C., Álvarez, I., De la Fuente, J. 637
- Contribución a la IGP (Indicación Geográfica Protegida) del producto tradicional portugués Capón de Freamude: caracterización sensorial y perfil lipídico. - Vale, A.P., Alonso, M., Casal, S., Oliveira, M.B.P.P., Brito, N.V. 640

REPRODUCCIÓN

Reproducción: Reproducción bovina

- Efecto de la utilización de semen de razas cárnicas sobre la pérdida de gestación durante el inicio del período fetal en vacuno lechero de alta producción. - Bech-Sàbat, G., García-Ispierto, I., Rosselló, M.A., Serrano, B., Nogareda, C., Santolaria, P., Yániz, J.L., López-Gatius, F. 645
- Efecto de la raza del toro empleado en la inseminación sobre el riesgo de aborto asociado a *Neospora caninum* en vacas frisonas. - Yániz, J.L., López-Gatius, F., García-Ispierto, I., Bech-Sàbat, G., Serrano, B., Nogareda, C., Almería, S., Santolaria, P. 648
- La alta titulación de anticuerpos frente a *Neospora caninum* aumenta el riesgo de aborto en vacas pero no en novillas de la raza frisona. - Yániz, J.L., López-Gatius, F., García-Ispierto, I., Bech-Sàbat, G., Serrano, B., Nogareda, C., Almería, S., Santolaria, P. 651
- Efecto de las condiciones climáticas sobre el riesgo de aborto asociado a *Neospora caninum* en vacas lecheras de alta producción. - Yániz, J.L., López-Gatius, F., García-Ispierto, I., Bech-Sàbat, G., Serrano, B., Nogareda, C., Almería, S., Santolaria, P. . . . 654
- Influencia del microclima en una explotación de vacas lecheras de alta producción sobre la pérdida fetal. - Santolaria, P, López-Gatius, F., García-Ispierto, I., Bech-Sàbat, G., Serrano, B., Yániz, J.L. 657

- Factores que afectan a la función reproductiva en vacas nodrizas durante la lactación. - Álvarez-Rodríguez, J., Casasús, I., Sanz, A. 660

Reproducción: Reproducción otras especies

- Influencia de los factores biológicos y ambientales sobre los niveles hormonales de machos en razas ovinas de doble aptitud leche-carne. - Palacios, C., Martín-Gil, J., Hernández-Navarro, S., Correa-Guimaraes, A., García, R.V., Lafuente, M.A. 663
- Fertilidad y capacidad de cría en ciervas ibéricas (*Cervus elaphus hispanicus*). - Carrión, D., Estévez, J.A., Gaspar-López, E., Olguín, C.A., Ceacero, F., Albiñana, B., Gómez, J.A., Landete-Castillejos, T., Gallego, L., García, A.J. 666
- Estacionalidad reproductiva de la chinchilla (*Chinchilla lanigera*) en condiciones de cautiverio. - Nistal, A.J., Di Masso, R.J. 669
- Meta-análisis sobre el efecto de la condición corporal y el flushing en la fertilidad y prolificidad de varias razas ovinas en diferentes épocas de cubrición. Díez, B., Ruiz, R., Villalba, D., Beltrán de Heredia, I. 672
- Evolución de un programa de inseminación en la raza Assaf en la provincia de León. - Álvarez, M., Martínez-Pastor, F., Paz, P., Gomes-Alves, S., López-Urueña, E., Pérez, J.J., Aparicio, N., Nicolás, M., Mata-Campuzano, M., Anel, L. 675
- Efecto del alelo *FecX^F* del gen BMP-15 sobre la tasa de ovulación y la prolificidad en ovejas Rasa Aragonesa. - Lahoz, B., Alabart, J.L., Echegoyen, E., Sánchez, P., Calvo, J.H., Martínez-Royo, A., Jurado, J.J., Fantova, E., Folch, J. 678

Reproducción: Gametos, fecundación y embriones

- Rendimiento de vacas secas no estimuladas sometidas a opu en la obtención de ovocitos para la producción *in vitro* de embriones. - Ruiz, S., Zaraza, J., De Ondiz, A., Rath, D. 681
- Estudio de la actividad mitocondrial de ovocitos de cordera seleccionados mediante el test del BCB (azul de cresol brillante). - Catalá, M., Morat, R., Romaguera, R., Izquierdo, D., Paramio, M.T. 684
- Detección del receptor de leptina en el ovario de coneja e influencia de la leptina sobre la maduración de los oocitos *in vitro*. - Arias-Álvarez, M., García-García, R.M., Rebollar, P.G., Revuelta, L., Lorenzo, P.L. 687
- La β -N-acetil-glucosaminidasa disminuye la unión espermatozoide-zona pelúcida y la penetración *in vitro* en la especie porcina. - Coy, P., de Ondiz, A., Romar, R. 690
- Estudio de diferentes protocolos de fecundación en ovocitos provenientes de ovinos prepúberes. - Catalá, M., Romaguera, R., Izquierdo, D., Morato, R., Paramio, M.T. 693
- Efecto de dosis reducidas de melatonina sobre las tasas de maduración y fecundación *in vitro* de oocitos y sobre el desarrollo embrionario temprano en ganado ovino. - Casao, A., Ait-Amer-Meziane, M., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T., Abecia, J.A., Forcada, F. 696
- Efecto de la adición de insulina-transferrina-selenio y ácido ascórbico en el medio de maduración *in vitro* de ovocitos procedentes de terneras prepúberes. - Córdova, B.L., Morató, R., Izquierdo, M.D., Paramio, M.T., Mogas, T. 699
- Efecto de la simplificación de los protocolos de superovulación sobre la producción y viabilidad de embriones en la raza Ojalada Soriana. - Ait-Amer-Meziane, M., Buffoni, A., Casao, A., Abecia, J.A., Forcada, F., Calvo, J.L., Asenjo, B. 702

- El uso de melatonina exógena tras el parto en ovejas Rasa Aragonesa subnutridas mejora la viabilidad embrionaria durante la estación reproductiva. - Vázquez, M.I., Abecia, J.A., Forcada, F., Casao, A. 705

Reproducción: Semen rumiantes

- Efecto de la criopreservación sobre la integridad de la membrana plasmática y acrosomal de espermatozoides de toros. - Rubio-Guillén, J., Quintero-Moreno, A., Osorio-Meléndez, C., González-Villalobos, D. 708
- Identificación de subpoblaciones espermáticas con patrones de movimiento específicos en eyaculados de toros Holstein. Influencia de la criopreservación. - Muiño, R., Tamargo, C., Hidalgo, C.O., Peña, A.I. 711
- Estudio comparativo de tres diluyentes: Andromed®, Biociphos plus® y Biladyl®. Evaluación de la supervivencia y longevidad espermáticas post-descongelación de espermatozoides bovinos. - Muiño, R., Peña, A.I. 714
- Regulación de la motilidad de espermatozoides ovinos por calcio. - Colás, C., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 717
- Puesta a punto de un método de determinación de espermatozoides con caspasas activas en semen ovino. - Mendoza, N., Pérez-Pé, R., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T. 720
- Cuantificación de melatonina, lípidos y proteínas oxidados en semen ovino de época reproductiva y no reproductiva. - Casao, A, Luna, C., Serrano, E., Pérez-Pé, R., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J.A. 723

Reproducción: Semen monogástricos

- Biometría de la cabeza del espermatozoide del cerdo doméstico según su edad. - Quintero-Moreno, A., Carvalho, J., González, D., Morales, B., Mejía, W., Osorio, C., Rubio, J. 726
- Influencia de la adición de colesterol al semen de verraco y el tiempo de almacenamiento a 16° C sobre la calidad del semen congelado. - Blanch, E., Tomás, C., Mocé, M.L., Viudes de Castro, M.P., Vicente, J.S., Mocé, E. 729
- Evaluación de la motilidad durante el proceso de crioconservación tras la adición o eliminación de colesterol de las membranas plasmáticas de espermatozoides de verraco. - Tomás, C., Blanch, E., Mocé, E. 732
- Entrada de calcio en espermatozoides epididimarios porcinos capacitados *in vitro*. - Matás, C., Sansegundo, M., Atucha, N.T., Vieira, L., Avilés-López, K., Ruiz, S. 735
- Inmunolocalización de las moléculas de ADN exógeno en los espermatozoides porcinos sometidos a diferentes tratamientos. - García-Vázquez, F., Gumbao, D., Gutiérrez-Adán, A., Gadea, J. 738
- Valoración del diluyente de extra-larga duración Duragén®: parámetros reproductivos en cerdas inseminadas con semen de 1, 12 ó 15 días. - Gómez-Rincón, C., Dahmani, Y., García-Tomás, M., Mozo-Martín, R. 741
- Calidad seminal en gallo: efecto del tiempo de conservación y del diluyente. - García-Tomás, M., Dahmani, Y., Francesch, A., Gómez-Rincón, C. 744

JORNADA SATÉLITE: II SIMPOSIO METODOLOGÍAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LA MICROBIOLOGÍA DIGESTIVA

Microbiología digestiva: Ponencia invitada

Microbiota intestinal, metabolismo e inmunidad. Ponente: Yolanda Sanz 749

Microbiología digestiva: Rumiantes

- Estudio del efecto de la ración y la ausencia de protozoos sobre otras poblaciones del ecosistema ruminal. - Belanche, A., Newbold, C.J., De la Fuente, G., Balcells, J. 751
- Aplicación de la técnica de TRFLP para evaluar las variaciones en las comunidades bacterianas del rumen asociadas a la inclusión de aceites de girasol y pescado en la dieta de ovejas. - Belenguer, A., Toral, P.G., Frutos, P., Rabanal, B., Hervás, G. 754
- Aplicación de T-RFLP para estudiar los cambios que se producen en la comunidad bacteriana ruminal de corderos en cebo suplementados con polifenoles. - López-Campos, Ó., Bodas, R., Prieto, N., Giráldez, F.J., Andrés S. 757
- Efecto de la relación forraje:concentrado y del tipo de forraje de la dieta sobre las comunidades bacterianas del rumen de ovejas. - Ramos, S., Ranilla, M.J., Martínez, M.E., Saro, C., Tejido, M.L., Carro, M.D. 760
- Estudio molecular de las comunidades bacterianas del rumen de caprino y de fermentadores de flujo simple continuo. - Cantalapiedra-Hijar, G., Yáñez-Ruiz, D.R., Newbold, C.J., MoliAlcaide, E. 763
- Estudio de las poblaciones microbianas desarrolladas en un sistema de cultivo in vitro no renovado con dietas que incluyen subproductos de invernadero como sustitutivo de la cebada. - Soto, E.C., MoliAlcaide, E., Khelil, H., Yáñez-Ruiz, D.R. 766
- Efecto del pH sobre la cuantificación mediante rt-PCR de bacterias involucradas en los procesos de lipólisis y biohidrogenación ruminal. - Fuentes, M.C., Calsamiglia, S. 769
- Efecto de la relación forraje:concentrado y del tipo de forraje de la dieta sobre las comunidades bacterianas en fermentadores Rusitec. - Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Saro, C., Ramos, S., Tejido, M.L., Carro, M.D. 772
- Efecto de la adición de aceites vegetales al sustrato de fermentación sobre las comunidades de bacterias ruminales en cultivos continuos (Rusitec). - Vargas, J.E., Andrés, S., Yáñez Ruíz, D.R., López, S. 775

Microbiología digestiva: Otras especies

- Evaluación de cuatro métodos de extracción de DNA bacteriano de muestras de contenido ruminal. - Balmes, G., Serrano, A., Bach, A., Arís, A. 778
- Efecto del alpurinol sobre la diversidad de las comunidades bacterianas de la molleja y el ciego en pollos de cebo. - Ranilla, M. J., Arranz, J. J., Klandorf, H., Falkenstein E., Carro M. D. 781
- Comparación del perfil bacteriano del contenido cecal y cecotrófos de conejos en crecimiento alimentados con dos niveles de fibra indigestible. - Rodríguez-Romero, N., Abecia, L., Balcells, J., Fondevila, M. 784
- Propuesta de un protocolo de recogida de muestras para el análisis microbiológico de heces de perro. - González-Ortiz, G., Adelantado, C., Gómez de Segura, A., Herrera, M., Arosemena, E.L., Calvo, M.A., Baucells, M.D. 787

- Estrategias *in vitro* para evaluar la adhesión bacteriana sobre el epitelio intestinal en lechones. - Molist, F., Gómez de Segura, A., Hermes, R.G., Ywazaki, M., Virkola, R., Korhonen, T., Martín-Orúe, S.M., Pérez, J.F. 790
- Efecto de pectic-oligosacáridos del albedo de la naranja sobre la adhesión e invasión de bacterias patógenas sobre células intestinales humanas *in vitro*. - Solanas, E., Hotchkiss, A.T., Rastall, R.A. 793
- Efecto de los productos de fermentación del triptófano en la resistencia eléctrica transepitelial en un modelo *in vitro* de colón. - Abecia, L., McCartney A.L., Klinder, A. 796

Microbiología digestiva: Mesa Redonda

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Abecia, J.A.	696, 702, 705	Arias, M.S.	179
Abecia, L.	274, 784, 796	Arias-Álvarez, M.	687
Adelantado, C.	787	Aris, A.	66, 475, 778
Agostini, P.S.	241, 466	Arosemena, E.L.	787
Aguilera J.F.	244	Arranz, J.J.	27, 30, 51, 781
Aguinaga M.A.	244	Arriaga-Jordán, C.M. ...	361
Ait-Amer-Meziane, M. ..	696, 702	Arroyo, J.M ^a	325, 328
Alabart, J.L.	678	Arruga, M.V.	57
Albanell, E.	358	Asenjo, B.	367, 370, 702
Albertí, P.	532, 553, 556, 559	Askar, A.	313
Albiñana, B.	666	Atucha, N.T.	735
Alcalde, M.J.	493, 589	Ávila, A.	487
Alemaný, A.	164	Avilés-López, K.	735
Alenda, R.	123	Ayuso, D.	247, 451
Alfonso, L.	508, 595	Azor, P.J.	131
Alierta, S.	481, 517, 520	Bach, A.	334, 337, 355, 475, 616, 778
Almería, S.	206, 648, 651, 654	Bach, R.	45
Alonso, M.	640	Badaoui, B.	54, 134
Alonso, V.	571, 583	Balcells, I.	12
Altarriba, J.	33, 81	Balcells, J.	274, 322, 751, 784
Álvarez, I.	129, 131, 637	Balmes, G.	778
Álvarez, M.	675	Barragán C.	69
Álvarez-Rodríguez, J. ..	397, 427, 660	Barroeta, A.C.	268, 271
Alves, E.	9	Baselga, M.	96, 117
Alvir, M.R.	328	Baucells, M.D.	229, 787
Amazán, D.	538, 586	Bayón, Y.	51
Ameen, F.	382	Bazán, J.	247, 451
Améndola, M.R.D.	421	Bech-Sàbat, G.	206, 645, 648, 651, 654, 657
Amills, M.	6, 15, 24, 54, 134	Belanche, A.	322, 751
Ammar, H.	343	Belenguer, A.	364, 754
Amorena, B.	197, 200	Beltrán de Heredia, I. ..	379, 672
Andrés, S.	343, 757, 775	Beltrán, J.A.	526, 529, 571, 583, 601
Andrés, X.	200	Benavides, J.	197
Andrínua, I.	535	Beriain, M.J.	562
Anel, L.	675	Bernués, A.	379, 394, 397, 412, 532
Anguita, M.	268	Blacklaws, B.	200
Aparicio, N.	675	Blanco, A.	33
Arana, A.	562	Blanco, M.	36, 388, 394, 427
Archanco, C.	33		
Arellano, P.	21		
Argente, M.J.	114		
Arias, M.	155, 158, 161		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Blanch, E.	729, 732	Carriedo, J.A.	90
Blasco, A.	114, 592	Carrión, D.	666
Blasco, I.	412	Carrizosa, J.	24
Bodas, R.	286, 349, 424, 757	Carro, M.D.	298, 301, 331, 760, 772, 781
Boe, F.	337, 616	Carvalho, G.	406, 409
Bolás-Fernández, F.	164	Carvalho, J.	726
Bonafonte, J.I.	57	Casado, P.	355
Bouattour, A.	346	Casal, S.	640
Bravo, D.	346	Casao, A.	696, 702, 705, 723
Brito, N.V.	565, 640	Casas, M.	48
Buffoni, A.	87, 702	Casasús, I.	36, 388, 394, 412, 427, 660
Burgueño, F.J.A.	421	Castañón-Ordóñez, L.	149
Caballero de la Calle, J.R.	457	Castillejos, L.	307
Caballero, J.V.	457	Castillo, A.J.	33
Caja, G.	45, 358, 460, 463	Castrillo, C.	229
Calavia, R.	152	Castro, T.	286, 352
Calsamiglia, S.	307, 319, 346, 769	Catalá, M.	684, 693
Calvete, C.	146, 152	Cavini, S.	346
Calvo, J.H.	36, 388, 678	Ceacero, F.	418, 666
Calvo, J.L.	367, 370, 702	Cebrián-Pérez, J.A.	696, 717, 720, 723
Calvo, M.A.	787	Cegarra, E.	295
Calvo, S.	502, 574	Cenoz, A.	197
Calle, M.I.	457	Cerisuelo, A.	250
Cámara, L.	499	Cerqueira, E.	406, 409
Camo, J.	556	Cervantes, I.	87
Campo, J.L.	105	Cienfuegos, S.	143, 179, 194, 203
Campo, M.M.	526, 529, 532, 559, 571, 583, 601, 604	Cirera, M.	241
Candeias, G.	472	Ciria, J.	367, 370
Cano-Ortiz, P.	93	Colás, C.	717
Cánovas, A.	6, 75, 78	Colomer, A.	164
Cánovas, E.	271	Colléll, M.	466
Cantalapiedra-Hijar, G.	316, 763	Conde-Aguilera J.A.	244
Cañeque, V.	637	Congost, S.	412
Capote, J.	54, 134	Cordero, G.	538, 619, 634
Capra, G.	622	Córdova, B.L.	699
Carabaño, M.J.	84, 123	Corral, J.M.	568
Carabias, A.	18	Correa-Guimaraes, A.	663
Cardozo, P.W.	319	Corrent, E.	241
Carné, S.	460, 463	Cortiñas, F.J.	155, 158, 161, 173
Carrasco, C.	18	Corujo, A.	191

AUTORES	Páginas
Coy, P.	690
Crespo, H.	197, 200
Criado, M.	628
Curbelo, P.	625
Chacón, G.	478, 481, 517
Chamorro, S.	188, 191
Chaveinte, C.	499
D'Andrea, S.	134
Dacal, V.	143, 173, 176, 179, 194, 203
Dahmani, Y.	741, 744
Dávila, S.G.	105
Daza, A.	487, 538, 547, 586, 619, 634
de Andrés, D.	197, 200
de Andrés, X.	197
de Blas, C.	188, 191
de Felicio, P.E.	577, 613
de la Fuente, G.	229, 322, 751
de la Fuente, J.	514, 637
de la Fuente, L.F.	30, 51, 90
de la Fuente, M.A.	283
de la Roza-Delgado, B.	289, 292, 340
de la Torre, J.L.	475
de Ondiz, A.	681, 690
de Pedro, E.	541
de Vega, A.	313
Delgado, J.	54
Delgado, J.V.	134
Devant, M.	334, 475
Di Masso, R.J.	669
Días, M.P.	577
Díaz, C.	84, 123
Díaz, I.	6
Díaz, M.T.	514, 637
Díaz, P.	143, 173, 176, 179, 203
Díaz-Bueno, E.	340
Díez, B.	379, 672
Díez, P.	143, 424
Díez-Baños, N.	176

AUTORES	Páginas
Díez-Baños, P.	161, 173, 176, 179, 203
Doce, R.R.	364
Domingo, V.	33
Doran, O.	78
Echegoyen, E.	678
Echenique, A.	622
Eguinoa, P.	436
Eliceits, P.	430, 433
Eras, J.	544
Escós, J.	481
Escribano, A.	385
Escribano, M.	385
Escriche, N.	102
Espejo, A.M.	415
Espejo, M.	415
Espinoza-Ortega, A.	361
Esquivelzeta, C.	45
Estany, J.	78, 120, 544
Esteve, A.	137
Estévez, J.A.	418, 666
Fàbregas, X.	164
Falkenstein, E.	781
Famularo, M.R.	149
Fandiño, J.I.	307
Fantova, E.	607, 678
Felício, P.E.	580
Fernandes, A.	598
Fernandes, A.A.O.	400
Fernández, A.	9, 18, 69
Fernández, A.I.	12, 69
Fernández, A.M.	490
Fernández, C.	250, 637
Fernández, E.	469
Fernández, G.	143, 173, 194, 203
Fernández, I.	129, 131
Fernández-Fígares, I.	253, 256, 259
Fernández-Pato, N.	149
Fernández-Rodríguez, A.	12, 69, 72
Ferrando, A.	48, 134
Ferrer, J.	388
Ferrer, L.M.	152

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Ferret, A.	307, 346	García-Tomás, M.	741, 744
Fina, M.	39, 45	García-Torres, S.	625
Flamarique, F.	508	García-Vázquez, F.	738
Folch, J.	678	Garrido, A.	541
Folch, J.M.	63, 137	Gasa, J.	232, 235, 241, 250, 268, 271, 448, 466
Fondevila, M.	274, 784	Gaspar, P.	385
Forcada, F.	696, 702, 705	Gaspar-López, E.	418, 666
Francesch, A.	744	Gianola, D.	126
Francisco, I.	155, 158, 161, 179	Gil, M.G.	105
Francisco, R.	155, 161, 173	Giráldez, F.J.	349, 757
Frikha, M.	223, 262	Glaría, I.	197, 200
Frutos, P.	283, 364, 754	Gomes-Alves, S.	675
Fuentes, M.C.	319, 769	Gómez de Segura, A.	232, 235, 787, 790
Fuentetaja, A.	499	Gómez, E.	439
Gadea, J.	738	Gómez, E.A.	42, 60
Gaias, G.	616	Gómez, J.A.	666
Galvani, D.B.	511	Gómez, M.D.	108
Gálvez, A.	57	Gómez-Cortés, P.	283
Gallardo, D.	3, 6, 24	Gómez-Rincón, C.	146, 741, 744
Gallego, L.	418, 666	González de Chávarri, E.	514
García Molina, P.	541	González- Recio, O.	126
García S.	517	González, A.	289, 292
García, A.	18	González, D.	726
García, A.J.	418, 666	González, E.	550
García, C.B.	57	González, J.	325, 328
García, I.	469	González, J.S.	343, 349
García, L.	391	González, M.	211, 214, 220
García, M.L.	96, 114	González, M.J.	391
García, M.T de J.	469	González-Ortiz, G.	787
García, R.V.	663	González-Recio, O.	123
García, S.	481	González-Valero, L.	253, 259
García-Belenguer, S.	478	González-Villalobos, D.	708
García-Cachán, M.D.	490	Goyache, F.	87, 129, 131
García-Fernández, M.	27, 30	Gracia, M.I.	574
García-Gámez, E.	27, 30	Graus, J.	57
García-García, R.M.	687	Griebler, L.	511
García-Ispierto, I.	206, 645, 648, 651, 654, 657	Grilló, M.J.	197, 200
García-Marín, J.F.	197	Grimal, A.	42, 60
García-Nogales, P.	66	Grompone, M.A.	622
García-Rebollar, P.	217, 226	Guada, J.A.	313
García-Ruiz, A.I.	188		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Guerra, V.	131	Juárez, M.	283, 628
Guerrero, J.	325, 328, 541	Jurado, J.J.	93, 678
Gumbao, D.	738	Juste, V.	631
Gutiérrez, J.P.	87, 129, 131	Kamoun, M.	343
Gutiérrez, S.	66	Keli, A.	313
Gutiérrez-Adán, A.	738	Khelil, H.	766
Gutiérrez-Gil, B.	27, 30, 51	Klandorf, H.	781
Habboul, M.	262	Klinder, A.	796
Harkiss, G.	200	Köhler, S.	167
Heredia-Nava, D.	361	Korhonen, T.	790
Hermes, R.G.	232, 235, 790	Laborda, P.	111
Hermida, M.	211, 220, 223, 226, 295	Lacasta, D.	152
Hernández, A.	550	Lachica, M.	253, 256, 259
Hernández, M.M.	197	Lafuente, M.A.	663
Hernández, P.	592, 631	Lago, N.	143, 194, 203
Hernández-Navarro, S.	663	Lahoz, B.	678
Hernández-Ortega, M.	361, 421	Láinez, M.	250, 442, 445
Hervás, G.	283, 364, 754	Landete, T.	418
Hervera, M.	787	Landete-Castillejos, T.	666
Hidalgo, C.O.	711	Lara, L.	253, 256
Horcada, A.	493, 589, 628	Latorre, M.A.	502, 574
Hotchkiss, A.T.	793	Lauzurica, S.	514, 637
Huerta, B.M.	421	Lavara, R.	96
Ibáñez, M.A.	188	Lavín, P.	391, 424
Iglesias, A.	295	Laviña, A.	21
Indurain, G.	535	Lázaro, R.	214, 217, 226, 238
Insausti, K.	535, 562, 595	Lemos, D.	481
Ipharraguerre, I.	337	López de Maturana, E.	84, 102
Isabel, B.	352, 538, 619	López, A.	541
Izquierdo, D.	684, 693	López, C.	143, 176, 194, 203
Izquierdo, M.	247, 451, 568	López, J.E.	418
Izquierdo, M.D.	699	López, L.	340
Jaime, I.	523	López, S.	164, 343, 349, 775
Jauregi, F.	535	López-Bote, C.	538, 547, 586, 619, 634
Jáuregui, P.	197	López-Campos, Ó.	349, 757
Jiménez de Bagüés, M.P.	167, 170	López-Carrasco, C.	487
Jiménez-Moreno, E.	262	López-Gatius, F.	206, 645, 648, 651, 654, 657
Jimeno, V.	286, 352	López-Parra, M.M.	625
Jordana, J.	24, 48, 134	López-Urueña, E.	675
Joy, M.	394, 397, 412, 553, 556	Lorenzo, L.	129

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Lorenzo, P.L.	277, 280, 687	Matás, C.	735
Lugnani, C.	613	Mateos, A.	547
Luján, L.	200	Mateos, G.G.	211, 214, 217, 220, 223, 226, 238, 262, 265, 499
Luna, C.	723	Maza, M.T.	607, 610
Lurueña-Martínez, M.A.	523	McCartney, A.L.	796
Macarulla, J.M.	388	Medel, I.	526, 529, 583, 601
Macías, A.	21	Mejía, W.	726
Madruga, C.	45	Melo, C.	15
Mainar-Jaime, R.C.	182, 185	Mendizábal, J.A.	535
Mainau, E.	448	Mendoza, N.	720
Mandaluniz, N.	430, 433	Mesías, F.J.	385
Manrique, E.	382, 403	Miguel, J.A.	367, 370
Manso, T.	286, 352	Millán P.	277, 280
Manteca, X.	448, 475, 478	Miranda, G.	481, 517, 520
Mantecón, A.R.	286, 349, 364, 391, 424,	Mitjana, O.	167, 170
Marchán, F.	277, 280	Mocé, E.	42, 96, 729, 732
Margüenda, I.	191	Mocé, M.L.	111, 729
María G.A.	481, 520, 517	Mochales, E.	155, 161, 173
Marletta, D.	63	Mogas, T.	699
Marmi, J.	48	MoliAlcaide, E.	763, 766
Marqués, M.	75	Molina, A.	108
Martí, S.	475	Molina-Alcaide, E.	304, 310, 316
Martín, E.	21	Molist, F.	232, 235, 790
Martínez, A.	54, 134, 418	Monge, P.	517, 520, 583
Martínez, G.	406, 409	Monteagudo, L.V.	21
Martínez, H.P.A.	421	Montejo, A.	535
Martínez, M.	442, 445	Montoro, C.	337
Martínez, M.E.	298, 301, 331, 760, 772	Morales, B.	726
Martínez, Y.	424	Morales, J.	619
Martínez-Fernández, A.	289, 340	Morales-Almaráz, E.	289, 292
Martínez-Giner, M.	72	Morat, R.	684
Martínez-Morentin, C.G.	191	Morato, R.	693, 699
Martínez-Pastor, F.	675	Moreno, C.	33, 81
Martínez-Royo, A.	678	Moreno, J.R.	631
Martínez-Sañudo, M.J.	57	Morrondo, P.	143, 158, 173, 176, 179, 203
Martínez-Valladares, M.	149	Moset, V.	250
Martín-García, A.I.	310	Moubi, R.	325, 328
Martín-Gil, J.	663	Moya, D.	307
Martín-Orué, S.M.	241, 790	Mozo-Martín, R.	741
Mata-Campuzano, M.	675		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Muela, E.	520, 526, 529, 556, 583, 601, 604	Opsi, F.	343
Muelas, R.	114	Osorio, C.	625, 726
Muiño, R.	711, 714	Osorio-Meléndez, C. ...	708
Muiño-Blanco, T.	696, 717, 720, 723	Óvilo, C.	9, 12, 18, 69
Mula, P.	155, 158, 161	Padilla, J.A.	568
Muns, R.	241, 466	Painceira, A.	176, 203
Muñoz, G.	9	Palacio, J.	478
Muñoz, I.	105	Palacios, C.	523, 663
Muñoz, M.	9	Panadero, R.	143, 176, 203
Muñoz, R.	544	Panea, B.	493, 532, 553, 556, 589
Muriel, A.	454	Paniagua, M.	247, 451
Murillo, S.	21	Paramio, M.T.	684, 693, 699
Nafrarías, M.	334	Pardo, G.	622
Naya, H.	126	Pardos, L.	607, 610
Newbold, C.J.	304, 751, 763	Paredes, J.	415
Nicodemus, N.	188, 191, 277, 280	Parera, N.	238
Nicolás, M.	675	Parés, P.M.	48
Niesalla, H.	200	Pascual, M.	439, 481
Nieto, M.	69	Pato, F.J.	173, 176, 194
Nieto, R.	244	Pato, J.	143, 179, 203
Nieto, B.	87	Payeras, L.	129
Nistal, A.J.	669	Paz, A.	179
Nofrarías, M.	268	Paz, P.	675
Nogal, J.J.	164	Paz-Silva, A.	155, 158, 161
Nogal, R.	117	Peinado, J.	505, 508
Nogales, R.	310	Peiró, R.	117
Nogareda, C.	206, 645, 648, 651, 654	Pena, J.	123
Noguera, J.L.	6, 12, 72, 102	Pena, R.	6
Nudda, A.	616	Pena, R.N.	3, 72, 75, 78
Núñez-Romero, N.	217, 226	Peña, A.I.	711, 714
Ojeda, A.	63, 137	Peña, J.C.	457
Olaizola, A.M.	382	Peñalver, P.	631
Olguín, C.A.	418, 666	Pereira, E.	496, 598
Oliván, A.	583	Pérez de Muniain, A. ...	436
Olivares, A.	487, 586, 634	Pérez, C.	514, 637
Olivas, I.	250	Pérez, J.F.	232, 235, 241, 265, 790
Oliveira, F.	511	Pérez, J.J.	675
Oliveira, M.B.P.P.	640	Pérez, M.	200, 331
Oliver, L.	33	Pérez, V.	197
Olleta, J.L.	520, 556, 559, 604	Pérez-Cabal, M.A.	87

AUTORES	Páginas
Pérez-Calvo, E.	229
Pérez-Enciso, M.	63, 137
Pérez-Guzmán, M.D. ...	93
Pérez-Marín, D.	541
Pérez-Montarelo, D.	69
Pérez-Pardal, L.	129, 131
Pérez-Pé, R.	720, 723
Pérez-Serra, A.	54
Pflanzer, S.B.	577, 580
Picazo, R.	412
Piedrafita, J.	39, 45
Piles, M.	99
Pilla, F.	134
Pimienta, J.	550
Piquer, O.	250
Pirés, C.	511, 583
Pla, C.	54
Polvillo, O.	628
Polledo, L.	197
Ponz, R.	21
Prado, J.	161
Prieto, N.	757
Prieto, P.M.	415
Pulido, A.	385
Pulido, F.	385
Purroy, A.	562
Quintanilla, R.	3, 6, 15, 75
Quintero-Moreno, A.	708, 726
Rabanal, B.	754
Rafel, O.	99
Ragab, M.	117
Ralha, V.M.	358
Ramírez, H.	197, 200
Ramon, J.	99
Ramón, M.	93
Ramos, J.J.	152
Ramos, S.	63, 298, 301, 331, 760, 772
Ranilla, M.J.	298, 301, 331, 760, 772, 781
Rastall, R.A.	793
Rath, D.	681

AUTORES	Páginas
Rebollar, P.G.	214, 277, 280, 687
Reecy, J.M.	75
Reina, R.	197, 200
Reixach, J.	6, 120
Revilla, I.	523
Revilla, R.	36, 388, 412, 427
Reuelta, L.	687
Rey, A.I.	487, 586, 634
Rincón, C.	129, 131
Ripoll, G.	412, 493, 553, 556, 574, 589
Robina, A.	505
Rodellar, C.	36
Rodrigues, S.	496, 598
Rodríguez, E.	352
Rodríguez, A.	18
Rodríguez, M.C.	12, 18, 69
Rodríguez, M.L.	292
Rodríguez, R.	274
Rodríguez-López, J.M.	253, 259
Rodríguez-Romero, N.	274, 784
Rodríguez-Sánchez, J.A.	502, 574
Rojas-Cano, M.L.	253, 256
Rojas-Olivares, M.A.	460, 463
Rojo-Vázquez, F.A.	149
Romaguera, R.	684, 693
Román, T.	286
Romar, R.	690
Romasanta, A.	158
Romero, C.	188, 191
Romero, J.	424
Romero-Huelva, M.	310
Roncalés, P.	556, 571
Rosa, G.J.M.	126
Rosselló, M.A.	645
Rovira, J.	523
Royo, L.J.	129, 131
Rubio, J.	726
Rubio-Guillén, J.	708
Ruiz de la Torre, J.L.	478
Ruiz, J.	505
Ruiz, J.A.	481

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Ruiz, R.	379, 430, 433, 535, 672	Serrano, M.	93
Ruiz, S.	681, 735	Serrano, M.P.	211, 214, 217, 220, 223, 226, 238, 262, 499,
Ruíz-de-Arkaute, M.	152	Serrano, P.	439
Ruiz-de-la-Torre, J.L.	448	Sierra, I.	21
Salama, A.A.K.	460, 463	Silió, L.	9, 18, 69
Salari, S.	271	Silva, J.M.	472, 565
Saleh, K.	117	Silveira, E.T.F.	613
Salgado, C.	87	Silveira, V.C.P.	394, 397
San Primitivo, F.	30, 90, 51	Solanas, E.	793
San Román, B.	197	Sola-Oriol, D.	241, 265, 268, 466
Sánchez, C.I.	637	Soldado, A.	289, 340
Sánchez, J.	550	Solé, M.	6
Sánchez, J.A.	155, 158, 161	Soto E.C.	304, 766
Sánchez, J.P.	30, 51, 90	Suárez, J.L.	155, 158, 161, 173
Sánchez, M.	490, 505, 508, 514	Sueiro, S.	211, 214, 220, 223
Sánchez, P.	678	Suryani, D.	607
Sánchez-Andrade, R.	155, 158, 161, 179	Tamargo, C.	711
Sánchez-Vera, E.	361	Tarrés, J.	39
Sansegundo, M.	735	Teixeira, A.	400, 496, 598
Santacreu, M.A.	111, 114	Tejeda, J.F.	550
Santolaria, P.	206, 645, 648, 651, 654, 657	Tejedor, M.T.	21
Santos N.	364	Tejerina, D.	625
Santos, M.V.	511	Tejido, M.L.	298, 301, 331, 772, 760
Sanz, A.	36, 427, 660	Tena, B.	33
Sanz, E.	18, 508, 634	Terré, M.	355, 616
Sanz, Y.	749	Tomàs, A.	72
Sañudo, C.	493, 520, 526, 529, 559, 583, 589, 601, 604	Tomás, C.	729, 732
Saro C.	301, 331, 760, 772	Tor, M.	78, 120, 544
Sarriés, V.	562, 595	Toral, P.G.	283, 754
Scala, A.	155, 158	Toro M.A.	69
Secchi, S.	66	Torrallardona, D.	235
Segarra, A.	33	Torres, A.	250, 442, 445
Selaive, A.B.S.	400	Tusell, LL.	99
Sepúlveda, W.S.	607, 610	Ugarte, E.	123, 535
Serrano, A.	66, 454, 475, 778	Uriarte, J.	146, 152, 161, 176
Serrano, B.	206, 645, 648, 651, 654, 657	Urrutia, B.	24
Serrano, E.	723	Urruzola, N.	622
		Valderrábano, J.	146, 152
		Vale, A.P.	640

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Valencia, D.G.	238	Vilaró, F.	544
Valera, M.	108	Villadangos, B.	391
Vaquero, M.	514	Villagrà, A.	250
Vargas, J.E.	775	Villalba, D.	36, 379, 388, 672
Varona, L.	33, 81, 102, 108	Villanueva, M.	436
Vásquez-López, F.	403	Villarroel, M.	517
Vázquez, L.	143, 155, 173, 176, 179, 194, 203	Viña, M.	143, 194
Vázquez, M.A.	469	Virkola, R.	790
Vázquez, M.I.	705	Viudes de Castro, M.P.	42, 60, 729
Velarde, A.	475	Vivar-Quintana, A.M.	523
Viana, J.M.	295	Weigel, K.A.	126
Vicente, F.	289, 292	Wilches, D.	523
Vicente, J.G.	538	Wommer, T.P.	511
Vicente, J.S.	42, 96, 729	Yáñez Ruíz, D.R.	304, 316, 364, 763, 766, 775
Vicente-Mainar, F.	340	Yániz, J.L.	206, 645, 648, 651, 654, 657
Vico, J.P.	182, 185	Yoon, I.	307
Vidal, L.	469	Younis, H.	117
Vidal, O.	54, 134	Ywazaki, M.	232, 235, 790
Vieira e Brito, A.N.	406, 409, 472	Zaragoza, P.	36
Vieira, C.	490, 514	Zaraza, J.	681
Vieira, L.	735	Zidi, A.	15, 24
Vigil, E.	21	Zomeño, C.	592, 631
Viguera, J.	505, 508	Zudaire, G.	595
Vila, C.	164		

Sistemas ganaderos
Economía y gestión

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MESMIS PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA OVINO DE RAZA LATXA

Díez, B.¹, Beltrán de Heredia, I.¹, Villalba, D.², Bernués, A.³, Ruiz, R.¹

NEIKER-Tecnalia, Apdo. 46, 01080, Vitoria-Gasteiz. bdiez@neiker.net. ²Universitat de Lleida, Avda. Rovira Roure, 177, 25198, Lleida. ³CITA de Aragón (CITA). Avda. Montañana, 930, 50059, Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

En el sistema de ovino lechero de raza Latxa del País Vasco se han identificado 4 tipologías de manejo de acuerdo a la distribución de los partos (Ruiz et al., 1997), habiéndose encontrado diferencias significativas en la fertilidad del rebaño, el uso de pastos de montaña o la producción lechera. Las explotaciones de partos concentrados tienden a ubicarse en zonas de montaña y presentan un carácter más estacional y tradicional, mientras que las de parideras dispersas lo hacen en zonas de valles atlánticos y presentan un mayor nivel de intensificación. Los cambios observados durante los últimos años en las condiciones socio-económicas y la aplicación de las políticas agrarias han supuesto la intensificación de ciertos sistemas ganaderos, y la desaparición de otros más extensivos.

El objetivo del presente trabajo es poner a punto la metodología MESMIS (López-Ridaura et al., 2002) para evaluar la sostenibilidad del sistema de producción de la oveja Latxa desde el punto de vista técnico-económico, medioambiental y social a partir de la comparación de dos explotaciones representativas de tipologías de manejo diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

De acuerdo a la metodología que plantea MESMIS, se realizó una caracterización del sistema de producción seguida de la identificación de sus puntos críticos mediante un análisis DAFO, para lo cual se utilizaron metodologías participativas. De acuerdo a los puntos críticos, se seleccionaron un conjunto de indicadores relativos a los atributos de sostenibilidad propuestos por MESMIS: Productividad, Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia, Adaptabilidad, Equidad y Autosuficiencia. La información necesaria para estimar el valor de los indicadores se obtuvo mediante encuesta directa, control lechero y gestión técnico-económica. Posteriormente se relativizó el valor inicial de cada indicador con relación a un rango de referencia.

Tabla 1. Principales características de las explotaciones evaluadas

Características del agroecosistema	Sistema 1: partos concentrados	Sistema 2: partos dispersos
Edad del titular de la explotación (años)	38	60
Disponibilidad de mano de obra (n UTA)	1,5	2,5
Tamaño del rebaño (nº ovejas)	200	320
Elaboración de queso	Si	Si
SAU propia + arrendada (Ha)	0 + 8,0	16,4 + 3,0
Superficie comunales (Ha)	14,41	0
Época de partos (Fecha media parto)	Enero-Marzo (25 Ene)	Octubre-Marzo (22 Dic)
Duración Campaña de ordeño (días)	140	235
Fecha de secado del rebaño	20 Junio	10 Julio
Fecha de Inseminación Artificial (IA)	7/08/07	28/05/07 y 23/08/07
Fertilidad de IA (%)	24,75	53,74
Trasterminancia (días)	137	0
Duración estabulación invernal	4 meses	3 meses
Tasa de reposición (%)	27	31

Los criterios seguidos para fijar los valores máximos y mínimos de los rangos de referencia se obtuvieron de:

- Datos técnico-económicos del sistema de la raza Latxa (Legarra et al., 2005).

- Datos del programa de control lechero (CONFELAC, 2008).
 - Conocimiento y opinión de expertos.
 - Escalas de Likert para el desarrollo de indicadores sociales.
- Finalmente, los indicadores se agregaron para facilitar la comprensión de los resultados en un mapa de evaluación de sostenibilidad.
- Las características de las explotaciones que se tomaron como referencia son (Tabla 1):
- Rebaño 1: sistema transterminante con paridera concentrada al final del invierno y un manejo de la alimentación y la reproducción tradicional y extensivo
 - Rebaño 2: sistema estante con partos dispersos durante el otoño-invierno, con mayor uso de la inseminación artificial, y un manejo reproductivo y alimenticio más intensificado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se describen los 42 indicadores evaluados y la denominación bajo la que se han agregado para facilitar su interpretación.

Tabla 2. Indicadores medidos y agregados utilizados para la evaluación de sostenibilidad

Atributo	Indicador Agregado	Indicadores Medidos
Productividad	Reproductivo	Fertilidad adultas, Fertilidad corderas, %Partos 1,5 meses
	Productividad Animal y Tierra	Cordero/ Oveja, l/ Oveja, Kg. pienso/ Oveja, PFA/ ha, MN/ Alimentación Comprada
	Productividad Mano Obra	€/litro, Ovejas/ UTA, MN/ UTA
Adaptabilidad	Extensificación	Trashumancia, Carga ganadera, UFL pasto/ UFL totales
	Diversificación	Fuentes de ingreso, N° de especies, % PFA Máximo/ PFA
	Formación, acceso a suelo y opciones de mercado	Presión suelo, Km. núcleo >10000 habitantes, Km. matadero, Grado de formación, Acceso a terreno en alquiler
Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia	Amenazas a la continuidad	Días de batidas, Miembros trabajan fuera, Ingresos Externos/ Ingresos Totales
	Continuidad Potencial	Edad, Continuidad a 15 años, Grado de asesoramiento
Equidad	Equidad Interna	MN/ UTA/ Referencia, MN/ Hora, Vacaciones, Satisfacción
	Equidad Externa	l gasoil/ oveja presente, Número de personas contratadas, UFL pasto monte / UFL totales
Autogestión	Autosuficiencia Forrajera	UFL Comprada/ Necesidades, Coste alimentación/ Oveja, Kg. forraje propio/ Oveja
	Dependencia	UTA Familiares/ UTA Total, €/Cordero/ Precio de referencia, €/litro de leche/precio de referencia, Subvención/ MN

Tal como se puede observar en la Figura 1, en el aspecto Productivo la explotación 1 presenta un resultado inferior debido a una menor producción de leche y de corderos por oveja, lo que se refleja en un MN inferior. En términos de Adaptabilidad la explotación 1 presenta valores superiores de extensificación. Sin embargo su nivel de especialización es mayor en comparación con la explotación 2, más diversificada en lo relativo a fuentes de ingresos. En relación a la Estabilidad, Confiabilidad y Resiliencia se observan valores superiores que en el resto de atributos ya que en estas explotaciones la continuidad está asegurada, y no se han observado de momento amenazas por fauna salvaje. Los indicadores de Equidad muestran resultados bajos en la explotación 1 debido a un escaso MN/UTA, si bien el grado de satisfacción es alto (al igual que en la explotación 2). Respecto a la autogestión, la explotación 2 presenta mayor dependencia de la alimentación comprada que la explotación 1, sin embargo su dependencia de subvenciones es menor.

Como conclusión, la metodología empleada permite realizar un estudio comparativo de la sostenibilidad de las explotaciones, así como identificar aspectos de manejo susceptibles de ser modificados. En el caso de la explotación 1 convendría hacer una mayor presión de

selección genética para aumentar el potencial productivo de las ovejas, mejorar la alimentación previa al parto y al inicio de lactación, y reducir gastos asociados a la alimentación de las corderas. En la explotación 2 convendría tratar de optimizar el manejo del pastoreo, y la realización de lotes para reducir gastos. Sin embargo se han identificado otros aspectos críticos, aparentemente con menor capacidad de ser modificados desde la explotación como el precio de los insumos (piensos, energía, etc.), del cordero o la accesibilidad a pastos comunales.



Figura 1. Mapa de evaluación de sostenibilidad de los sistemas comparados

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONFELAC, 2008.
- Legarra, A., Ramón, M., Ugarte, E., Pérez-Guzmán, M.D. 2005. ITEA Vol. Extra nº 26 (I): 132-134.
- López-Ridaura, S., Masera, O., Astier, M. 2002. Ecol. Indic. 2: 135-148.
- Ruiz R., Oregui L.M., Bravo M.V. 1997. ITEA Vol.extra nº 18: 785-787

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del INIA tanto del proyecto N°: RTA2006-00170-C03 como de la beca predoctoral concedida a Begoña Díez.

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF THE LATXA BREED DAIRY SYSTEM IN THE BASQUE COUNTRY USING MESMIS METHODOLOGY

ABSTRACT: MESMIS methodology (Ridaura et al., 2002) has been tested to assess sustainability of two different commercial flocks within the breeding scheme of the Latxa sheep in the Basque Country. The evaluation is based on technical, economical, environmental and social indicators derived from a SWOT analysis of the system. The assessment has been made by the comparison of two commercial flocks managed under different environmental conditions by means of specific nutrition and reproduction practices. To do so, data were collected from the farms (surveys, milk recording, advisory programmes); indicators values were estimated and scored between certain minimum and maximum values according to data from the existing literature and experts' opinion. MESMIS methodology allowed identifying the features contributing to sustainability in relation to productivity, confiability, stability, resilience, adaptability, equity and self-sufficiency, as well as proposing guidelines for improvement.

Keywords: sustainability, indicators, dairy, sheep.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS OVINOS DEL PARQUE NATURAL “SIERRA DE GUARA”

Ameen, F., Manrique, E. y Olaizola, A.M.

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

INTRODUCCIÓN

Desde la publicación del informe Brundtland sobre desarrollo sostenible (WCDE, 1987) se han propuesto numerosas definiciones del concepto de sostenibilidad, podríamos decir que el concepto de agricultura sostenible se refiere a una forma de explotación que asegure la sostenibilidad de los recursos y la preservación del paisaje, económicamente viable y justa desde el punto de vista social y humano (Boyazoglu, 1998, Gibon *et al*, 1999). Para evaluar la sostenibilidad se han desarrollado diversas metodologías que suelen considerar las tres funciones, medioambiental, económica y social desarrolladas por los agro-ecosistemas (Van Cauwenbergh *et al.*, 2007). Estos autores realizan una revisión de los métodos de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrarios y proponen un marco de principios, criterios e indicadores, clasificados en tres pilares (medioambiental, económico y social) denominado SAFE. En este contexto y en el marco de un trabajo más amplio sobre la sostenibilidad de los sistemas ovinos que utilizan el Parque Natural de la Sierra de Guara (PNSCG), el objetivo de esta comunicación es presentar una primera aproximación a la evaluación de la sostenibilidad económica en dichos sistemas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la caracterización de los sistemas ovinos que utilizan el PNSCG, se estableció una tipología en función de variables estructurales, de localización en el PNSCG y de disponibilidad de recursos pastorales (Bernués *et al.*, 2004), obteniéndose cuatro tipos de sistemas ovinos. Posteriormente, se realizó una encuesta (2002) en profundidad a los titulares de 11 explotaciones ovinas representativas de dichos sistemas. A partir de dicha información, se elaboraron para cada explotación doce indicadores de la sostenibilidad económica de las explotaciones. Para seleccionar los indicadores finalmente utilizados (Tabla 1), se calcularon las correlaciones entre algunos de ellos, eliminando los que teniendo un significado similar presentaban un alto grado de correlación. Todos los indicadores se llevaron a una escala de 1 a 5 (de menor a mayor contribución a la sostenibilidad económica de los sistemas, en algunos indicadores una puntuación de 5 coincidiría con el menor valor, como por ejemplo los que se refieren a dependencia externa), en función de la distribución de los valores en la muestra estudiada. Finalmente, se han calculado los valores medios de los indicadores para cada uno de los grupos ovinos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los valores medios de los indicadores de sostenibilidad económica obtenidos para cada tipo de sistema ovino pone de manifiesto lo siguiente: *El Grupo 1* formado por sistemas ovinos de escasa dimensión física y ganadera y con la mayoría de su superficie localizada dentro del PNSCG, presenta la menor dependencia externa en la adquisición de insumos (CVganado/Oveja), así como respecto a las subvenciones (% Subvenciones/VAN) y poseen las instalaciones más adecuadas (Tabla 2). Sin embargo, los indicadores de la productividad del ganado (PFA/Oveja) y de la mano de obra son de los más bajos (VAN/UTA). Globalmente sería el grupo que presenta un mayor grado de sostenibilidad económica junto con el Grupo 4. *El Grupo 2* compuesto por sistemas de gran dimensión física, en los que el pastizal ocupa más del 80 % de su superficie, contrariamente a los cultivos agrícolas y con una dimensión de rebaño intermedia, son los que presentan la mayor productividad del la mano de obra, pero son los más dependientes de las subvenciones (% Subvenciones/VAN) junto con el siguiente grupo. Así mismo, son los menos diversificados en sus actividades agroganaderas si bien sus instalaciones se encuentran en una situación intermedia. *El Grupo 3* formado por sistemas ovinos de dimensión física intermedia, rebaños de tamaño intermedio-elevado, poseen superficies de la explotación tanto dentro del PNSCG como en la Zona de Protección Periférica y

presentan cierta importancia de los cultivos agrícolas, son los que presentan una menor grado de sostenibilidad económica. Son sistemas que obtienen la menor productividad del ganado (PFA/Oveja), son los menos eficientes desde el punto de vista económico (PFA/Costes Totales) y los que obtienen la menor productividad de la mano de obra (VAN/UTA). *El Grupo 4* constituido por sistemas ovinos de menor dimensión física, con gran importancia de los cultivos agrícolas y situados fundamentalmente en la Zona de Protección Periférica, serían los que presentan un mayor grado de sostenibilidad económica junto con el primer grupo. Son sistemas que tienen un alto grado de diversificación en sus actividades agroganaderas, obtienen la mayor productividad del ganado, siendo también los más eficientes desde el punto de vista económico (PFA/Costes Totales). No obstante, son los que poseen las instalaciones en peores condiciones. Este primer análisis se ha realizado comparando los indicadores de sostenibilidad entre los diferentes sistemas ovinos, sin embargo sería necesario establecer valores de referencia para los indicadores calculados. En el caso de los indicadores económicos no es posible definir valores de referencia absolutos, pero si podrían utilizarse por ejemplo valores medios regionales, sin embargo no se dispone de dicha información. La evaluación económica presentada constituye un análisis parcial de la sostenibilidad de estos sistemas ovinos que se completará con el cálculo de indicadores para evaluar su sostenibilidad medioambiental y social.

Tabla 1. Indicadores utilizados para medir la sostenibilidad económica.

Criterio / Indicador	Expresión
1. Producción Final Agraria (PFA)/Oveja	Productividad económica del ganado
2. Costes variables específicos ganado (CVganado) /Oveja	Dependencia externa adquisición de insumos. (Valor elevado menor sostenibilidad)
3. PFA / Costes Totales	Eficiencia económica de la explotación
4. Valor Añadido Neto (VAN)* /Unidad Trabajo Año (UTA)	Productividad de la mano de obra
5. % Subvenciones /VAN	Dependencia de las subvenciones. (Valor elevado menor sostenibilidad)
6. Diversificación actividades agroganaderas (Diversificación)	Grado de diversificación de los productos agrícolas y ganaderos comercializados.
7. Adecuación Instalaciones	Grado de antigüedad y número de establos.

*VAN= Producción Final Agraria – (Costes de fuera de la explotación + impuestos directos + amortizaciones)

Tabla 2. Valores medios de los indicadores de sostenibilidad económica en los sistemas ovinos de la "Sierra de Guara".

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Número de explotaciones	3	3	3	2
PFA / Oveja	2,67	3,00	2,00	3,50
C Variables ganado / Oveja	4,00	3,00	2,33	3,50
PFA / Costes Totales	2,67	2,67	2,00	3,00
VAN / UTA	2,67	3,67	2,00	3,00
%Subvenciones / VAN	3,33	2,67	2,67	3,00
Diversificación	3,00	2,33	4,00	4,50
Adecuación Instalaciones	4,00	3,00	3,33	1,50

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WCDE. 1987. Oxford University Press, Oxford, 383 pp.
- Bernués, A. Olaizola A. Casasús I., Ammar A., Flores N., Manrique E. 2004. Cahiers Options Méditerranéennes 62: 195-198.
- Boyazoglu, J. 1998. Lives. Prod. Sci 57: 1-14.
- Gibon A., Sibbald A. R., Thomas, C. 1999. Lives. Prod. Sci. (61): 107-110.
- Van Cauwenbergh N., Biala K., Bielders C., Brouckaert V.,

Franchois L., Garcia Ciudad V., Hermy M., Mathijs E., Muys B., Reijnders J., Sauvenier X., Valckx J., Vanclooster M., Van der Veken B., Wauters E., Peeters A. 2007. Agr. Ecosyst. Environ. 120: 229–242.

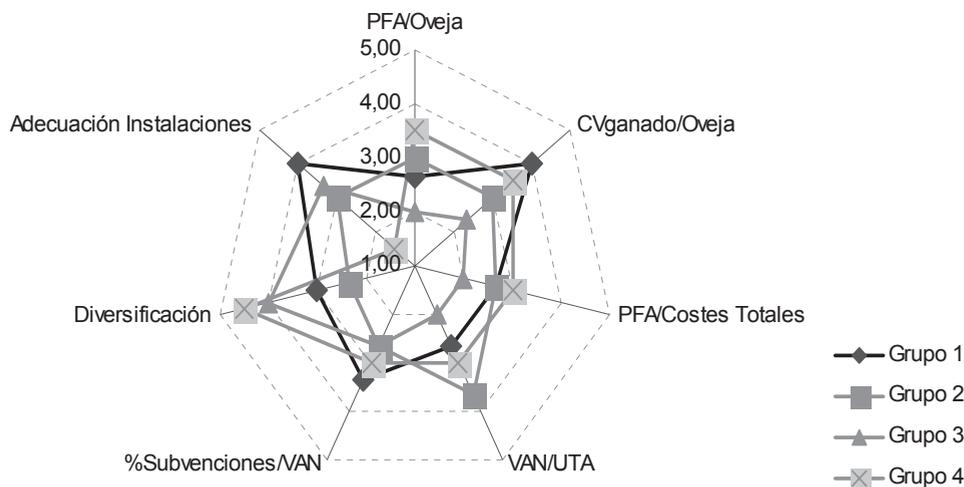


Figura 1. Diagrama de la evaluación de la sostenibilidad económica en los sistemas ovinos de la “Sierra de Guara”.

Agradecimientos: El trabajo se enmarca en el Proyecto INIA RTA2006-00170-C03. Se agradece especialmente la participación de los ganaderos del Parque de Guara.

ECONOMIC SUSTAINABILITY EVALUATION OF SHEEP FARMING SYSTEMS IN THE NATURAL RESERVE “SIERRA GUARA”

ABSTRACT: To assess the sustainability of agricultural systems various methodologies have been developed. Usually, the three functions, environmental, economic and social developed for agro-ecosystems are considered. The objective of this paper was to present a first approach for assessing the economic sustainability of sheep farming systems using the Natural Reserve of “Sierra de Guara” (PNSCG). Based on a typology of the sheep farming systems using the PNSCG, a direct survey on eleven sheep farms representing the four types of sheep farming systems established was carried. For each farm several indicators of economic sustainability were elaborated. Afterwards, the average values of these indicators for each type of sheep system were calculated. Group 1 (sheep farming systems, small size and with most of its area within the PNSCG) and group 4 (smaller physical size, importance of agricultural crops and located in the Peripheral Zone of Protection) had a greater degree of economic sustainability. On the contrary, Group 3 (intermediate size, located within the PNSCG and in the Peripheral Zone of Protection) presented the lower degree of economic sustainability.

Keywords: Mediterranean mountain areas, sheep, economic sustainability

CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE SISTEMAS CAPRINOS EN LA ZONA DE LA DOP “QUESO IBORES”

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

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra. Cáceres s/n 06071 Badajoz. pgaspar@unex.es

²Departamento de Economía. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra. Cáceres s/n 06071 Badajoz.

INTRODUCCIÓN

El sector caprino se localiza en la comarca extremeña de Ibores-Villuercas en medios de difícil orografía y climatología, principalmente en zonas deprimidas, con bajos indicadores de renta y de densidad de población. Sin embargo, la producción caprina contribuye notablemente al desarrollo económico y social del medio rural de dicha comarca, constituyendo una herramienta eficaz en la fijación de la población, todo ello bajo un prisma de sostenibilidad y complementariedad (Rodríguez de Ledesma y Pulido, 1996). Estos hechos se fundamentan en que la ganadería caprina mantiene buenas expectativas económicas, al ser compatible con las acciones de desarrollo equilibrado o sostenible y de conservación de la naturaleza que promueve la nueva PAC, y que fija población evitando el abandono de áreas desfavorecidas o marginales (Boyazoglu et al., 2005; Canali, 2006; Rancourt et al., 2006).

Por otro lado, la explotación caprina de Ibores-Villuercas tiene importantes problemas que resolver y muchos parámetros que mejorar. Entre ellos los derivados de la estacionalidad de las producciones, que redundan en una menor productividad, debiéndose básicamente al sistema de explotación y al manejo. A estos problemas se añaden otros, como la deficiente estructura empresarial, la escasa formación de los titulares y el bajo grado de asociacionismo, que impiden la inversión en mejoras tecnológicas y de comercialización de las producciones, representando serias limitaciones en su productividad y resultando una menor competitividad, en comparación con la de otras zonas y sistemas productivos ganaderos.

No obstante, el sector caprino de Ibores-Villuercas tiene por delante un prometedor futuro, debido a la creciente demanda por los consumidores de productos tradicionales y naturales, además de por su vinculación con la conservación de un entorno natural de gran valor, aspecto éste cada vez más apoyado en la Unión Europea.

Con este trabajo se pretende conocer la estructura técnica y económica que presentan en el momento actual las explotaciones caprinas de la comarca Ibores-Villuercas, con el fin de solventar los problemas que limitan el aprovechamiento del potencial socioeconómico que tiene el sector caprino en dicha comarca.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método de trabajo utilizado contiene el análisis de la estructura productiva de las explotaciones caprinas mediante el desarrollo de una encuesta a las explotaciones ganaderas inscritas en la DOP “Queso Ibores” y a una muestra de explotaciones caprinas no acogidas a la DOP, pero situadas en los términos municipales del su área de influencia que abarca 33 municipios de la provincia de Cáceres. La toma de datos se realizó durante el año 2006 a 61 explotaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 refleja los estadísticos relativos al manejo técnico-económico de las explotaciones. De los datos recogidos destaca el valor medio de 264 cabras/explotación, pero con un nivel de variación importante, que va de 100 a 1.000 hembras. Estas explotaciones poseen una tasa de reposición del 15,5%, siendo su estructura pecuaria de 28,66 hembras por cada macho reproductor. El número medio de crías por explotación es de 248,68 practicándose, por término medio, la primera cubrición a los 10,7 meses de edad, dándose en el 64,45% de las explotaciones tan sólo una paridera al año. Por otra parte, en cuanto a la gestión de la producción, se observa que la edad de venta media de los cabritos

es de 44,20 días, con un peso de 9,24 kg, que se mantienen con las madres hasta el momento de venta, ya que en el 94,4% de las explotaciones no se realiza lactancia artificial. De la producción lechera es preciso destacar que la media de leche por cabra es de 235 litros, para un periodo medio de 229 días de ordeño por ciclo de lactación. Los niveles de máxima producción lechera se dan en primavera (el 80% de los casos). En relación al sistema de recogida de la leche, el 22,8% de las explotaciones lo realiza con camión cisterna cada dos días, un 7% en camión cisterna cada tres días, un 3,5% en camión cisterna diario, y un 31,6% transporta la leche con cántaras a la industria.

A la vista de estos resultados, puede decirse que los sistemas de explotación que se dan en la zona siguen siendo tradicionales, basados en una paridera en otoño con destete de los cabritos a los 30-40 días de edad para su venta en Navidad, donde alcanzan mejores precios. Los ganaderos siguen buscando un parto por cabra y año. La principal consecuencia derivada de este tipo de manejo es la fuerte estacionalidad de la producción lechera, con unos períodos de ordeño que se agrupan, en la mayoría de las explotaciones, desde diciembre hasta junio, y con un brusco descenso en el período junio-octubre.

En cuanto a la alimentación, hay que señalar que los rebaños caprinos en Ibores-Villuercas obtienen en su mayor parte el alimento mediante el pastoreo, en la mayoría de los casos (73%) con pastoreo rotacional en cercas en las fincas, aunque un 27% de las explotaciones realiza pastoreo guiado con pastor.

Los rebaños caprinos se localizan fundamentalmente en fincas particulares pastoreando en las zonas más abruptas de las mismas, donde no existen instalaciones o, si las hay, están en deficiente estado. La mayoría de esas fincas particulares se aprovechan en régimen de arrendamiento (62% de las explotaciones encuestadas). En las fincas o dehesas comunales (aprovechamiento que también aparece en la muestra), no suelen encontrarse instalaciones, y en los casos en los que las hay, la excesiva carga ganadera de las mismas no permite un uso compartido.

Para conocer el nivel de equipamiento de las instalaciones, se preguntó a los encuestados sobre la existencia de agua, electricidad, tanque de frío y ordeñadora, ya que suponen una mejora importante de las estructuras productivas dentro de la explotación. Las explotaciones situadas en los pequeños núcleos urbanos poseen agua corriente por estar conectadas a la red municipal, pero no ocurre lo mismo con la electricidad. Atendiendo al grado de mecanización, el 68,9% de las explotaciones carecen de tractor. El 63,4% de las explotaciones tiene la sala de ordeño enlucida o alicatada. El ordeño es mecánico en el 73,8% de los casos, donde un 54,5% carece de tanque de frío, dato razonable si se tiene en cuenta que un 82,8 % de las explotaciones no disponen de electricidad y un 75,8% de red de abastecimiento de agua. Estos aspectos muestran la precariedad manifiesta de las explotaciones, sobre todo cuando se trata de explotaciones lecheras donde la electricidad y el agua son aspectos básicos y su carencia es un indicador de la marginalidad del sistema.

Las explotaciones caprinas de Ibores-Villuercas son en el 96,2% de los casos de carácter familiar y utilizan de forma mayoritaria mano de obra propia. Al cabrero le suele ayudar su esposa y alguno de los hijos, fundamentalmente en las explotaciones de mayor dimensión. El número medio de UTAs por explotación es de 1,61 de las cuales el 87% corresponden a mano de obra familiar. Dentro de las características del titular de las explotaciones destaca que el nivel de formación de los titulares es muy bajo, pues tan sólo el 14,5% tiene estudios de bachiller y el 3,6% universitarios. A estas circunstancias se suma que la producción caprina es su única actividad (el 84,9% de los entrevistados).

En cuanto a la mano de obra asalariada, puede comprobarse que su presencia es escasa y que ésta se encuentra principalmente en las explotaciones de más de 300 reproductoras. La relación mano de obra familiar/mano de obra asalariada se incrementa a medida que aumenta el tamaño del rebaño. El problema de la falta de cabreros jóvenes está afectando sobre todo a aquellas explotaciones con cabreros asalariados, provocando su progresiva desaparición. Ésta es una de las causas fundamentales que determina que la mayoría de las explotaciones caprinas sean de carácter familiar. Hay que tener en cuenta que el 70,6% de las explotaciones tiene una antigüedad superior a los diez años y aunque un 73,7% de los casos manifiestan que tienen expectativas de seguir más de 5 años, la edad media de los titulares es de 47,7 años. En la mayoría de los casos (55,7% de las explotaciones) no sólo no se han realizado mejoras en los últimos 5 años sino que tampoco tienen intención de hacerlas, ante la imposibilidad de garantizar la continuidad de la explotación, ni por los hijos,

ni por parte de nuevos cabreros jóvenes que pretendan iniciarse en la actividad. Todo ello pone de manifiesto las dificultades que se presentan a la hora de producirse el relevo generacional.

En consecuencia, se observa un panorama incierto donde es necesario, si se quiere potenciar el sector y así garantizar la continuidad de las explotaciones, introducir mejoras tecnológicas de base, que garanticen una adecuada gestión del ordeño y establecer una base de gestión y manejo de las explotaciones, ya que se ponen de manifiesto unas carencias importantes en el manejo y en la gestión de la reproducción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I., Morand-Fehr, P., 2005. Small Rum. Res. 60, 13–23. ● Canali, G., 2006. Small Rum. Res. 62, 207–213. ● Rancourt, M., Fois, N., Lavin, M.P., Tchakérian, E., Vallerand, F., 2006. Small Rum. Res. 62, 167–179 ● Rodríguez de Ledesma, A., Pulido, F. 1996. Producción y comercialización de la leche y el queso de cabra en Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura. Badajoz. 114 págs.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los principales indicadores técnicos cuantitativos

Indicadores	Media	ESM		Media	ESM
Nº de cabras/explotación	263.80	21.83	Litros de leche/cabra	235.00	17.21
Tasa de reposición	0.16	0.01	Número de días de ordeño	229.54	6.05
Número de cabras/macho	28.66	12.29	UTAs familiar/UTAs total	0.87	0.04
Número de crías	248.68	22.22	UTAs/explotación	1.61	0.09
Edad en meses de la primera	10.70	0.38	Gastos totales en alimentación	22.661	1.966
Porcentaje de partos dobles	49.91	3.16	Gastos arrendamientos	3.499	770
Cabezas bovino	10.25	0.94	Leche total vendida (litros)	52.699	5.167
Porcentaje de mortalidad	15.91	1.80	Ingresos venta de leche	28.474	4.119
Edad en días de venta de cabritos	44.20	0.90	Ingresos totales venta animales	18.770	2.239
Peso cabritos a la venta	9.24	0.06	Primas (total percibido)	8.825	1.331

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural de la Junta de Extremadura

TECHNICAL AND ECONOMIC CHARACTERIZATION OF DAIRY GOAT SYSTEMS IN THE PROTECTED DESIGNATION OF ORIGIN “IBORES CHEESE” AREA

ABSTRACT: This paper analyses the goat farms that are located in the area of influence of the PDO "Ibores Cheese" (Cáceres, Spain). This area is characterized by a difficult orography and climatology and by having low income indicators and low density of population. Nevertheless, the goat production of the area contributes remarkably to the economic and social development of this rural region. Information was obtained through direct interviews with 61 goat farmers using a structured questionnaire. The results show that the operations make a management based on traditional farming systems. Due to this management, there are some problems that need to be solved, indicating that some practices could be improved. Among them, we emphasize: production (milk and kids) is very seasonal, which renders as a result lower productivity; deficient enterprise structure; low level of education of the farmers; and high level of rented land. These characteristics impair the investment in technological improvements and the commercialization of the production, limiting the competitiveness in comparison with other areas and other livestock production systems.

Keywords: Dairy goat Systems, Designation of origin, technical and economic indicators.

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DE RAZA PARDA DE MONTAÑA EN ARAGÓN

Blanco M.¹, Villalba D.², Ferrer J.¹, Calvo J.H.¹, Macarulla J.M.³, Revilla R.⁴ y Casasús I.¹
¹CITA-Aragón, ²Universitat de Lleida, ³ARAPARDA, ⁴CTA Gob. Aragón mblanco@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En el marco de un proyecto de investigación cuyos objetivos son la caracterización morfológica y genética de la raza Parda de Montaña se han realizado encuestas a ganaderos inscritos en la Asociación Aragonesa de Criadores de esta raza (ARAPARDA). El objeto de las mismas era conocer la situación actual de las explotaciones principalmente sobre el censo, sistema de explotación, manejo reproductivo y origen de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La encuesta se realizó a 181 ganaderos inscritos en ARAPARDA en Aragón, lo que representó al 47,8% de los asociados. El cuestionario incluyó información sobre el censo, razas, tipo de explotación, superficies forrajeras y aprovechamiento, tipo de estabulación y duración, pauta de suplementación a las vacas, manejo de los terneros y momento de venta. Además se preguntó sobre la antigüedad de la explotación, origen del rebaño, criterios de reposición y desvieje y manejo reproductivo del rebaño, y perspectivas de futuro. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y de frecuencias con el programa SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El censo de las explotaciones encuestadas fue de 9694 vacas, 2076 novillas, 348 toros y 1631 terneros de cebo, de los cuales son de raza Parda de Montaña el 92,4% de las vacas, 95,3% de las novillas, 65% de los toros y 84,1% de los terneros (Tabla 1).

Tabla 1. Censo total de la población encuestada

	Parda de Montaña	otras razas
vacas	8959	735
novillas	1978	98
toros	227	121
terneros cebo	1372	259

El 59,8% de las explotaciones tiene únicamente vacas de raza Parda de Montaña. En las explotaciones donde existen vacas de otras razas, las vacas de raza Parda de Montaña suponen el 81,4% del censo total de vacas, siendo cruzadas la mayoría de las otras vacas. En el caso de los toros, 232 son de raza Parda de Montaña (76% de las explotaciones) mientras que 116 son de otras razas, siendo las mayoritarias Limusina (en el 26% de las explotaciones), Charolesa (9% de las explotaciones) y Blonda de Aquitania (8% de las explotaciones). El 53% de las explotaciones tiene únicamente toros de raza Parda de Montaña, el 21% únicamente toros de otras razas y el 26% cuenta con toros de raza Parda de Montaña y de otras razas.

El número medio de vacas por explotación es de 53,6 ($\pm 2,25$), el de novillas es de 11,6 ($\pm 0,90$), el de toros 2,0 ($\pm 0,1$) y el de terneros de 9,0 ($\pm 1,86$). En zonas de montaña de La Rioja el tamaño es similar (63 vacas) (Manrique et al., 2006) mientras que en las de Asturias, Cantabria y Castilla-León es inferior (Serrano et al., 2002; Lavín et al., 2009). El 26,1% de las explotaciones tienen menos de 32 vacas, el 69,9% son de tamaño intermedio (entre 32 y 90), el 10,0% más de 90 vacas, datos similares a los recogidos en el Pirineo oscense por García-Martínez (2008). Sin embargo, el tamaño de las explotaciones se ha incrementado desde los años 90, cuando el 46% de las explotaciones en estas zonas era de tamaño pequeño (Manrique et al., 1992).

El 92,3% de las explotaciones están ubicadas en áreas de montaña, el 16,6% en secanos y el 6,1% en regadíos. Además el 18% de las explotaciones declaran tener otra actividad ganadera, siendo en el 61% de los casos el ovino.

Desde enero a marzo la mayoría de las explotaciones (>80%) estabulan o suplementan a sus animales, algunas explotaciones mantienen a las vacas en prados naturales (10,4-14,4% de las explotaciones, según el mes), pastos arbustivos (8-10,9%) o forestales (6,9-9,7%). Con la mejoría de las condiciones climatológicas, se incrementa la proporción de explotaciones que tienen a los animales en prados naturales (42,9%) y en cultivos forrajeros (18,6%), principalmente alfalfa, veza y esparceta. En mayo tiene lugar el aprovechamiento máximo de los prados naturales (71,4%) y cultivos forrajeros (20,3%), comenzando además el periodo de pastoreo en puerto en el 22% de las explotaciones. Desde junio a octubre la mayoría de las explotaciones mantiene al ganado en los pastos de puerto (72-98,6%), aunque en algunas explotaciones también se aprovechan pastos arbustivos (7,7-11%) y forestales (14,8-17,6%). En noviembre, la mayoría de las explotaciones tiene a los animales en prados naturales (74,4%), reduciéndose esta proporción en diciembre (50,3%) al incrementarse el número de explotaciones que estabulan a los animales (58,1%).

La duración promedio de la estabulación/suplementación del ganado es de 4 ($\pm 0,2$) meses, valor similar al encontrado por Lavín et al. (2009) en zonas de montaña de Castilla-León, Asturias y Cantabria. García-Martínez (2008), que computó únicamente la estabulación y no la suplementación, encontró duración media de 2 meses. La estabulación en el Pirineo se ha acortado en más de 1 mes desde 1992 (Manrique et al., 1992). El 17,8% de las explotaciones no estabulan ni suplementan a las vacas en ningún momento del año mientras que el 48,9% de las explotaciones estabulan o suplementan durante 4-5 meses a todo o parte del rebaño. En las explotaciones se aportó heno (66,9%), paja (57,5%), silo (30,4%), pienso compuesto (35,4%) y cereal (11,6%). Sin embargo, el 97,3% de las explotaciones en las Sierras de La Rioja ofrecían pienso a las vacas durante la estabulación (Casasús et al., 2003), práctica que podría haber disminuido en la actualidad por su precio.

La mayoría de las explotaciones venden terneros tras el destete (74,6%) y únicamente el 23,8% de las explotaciones venden terneros cebados en la propia explotación. En 2004, el porcentaje de explotaciones que vendían el ternero tras el destete era ligeramente inferior (68%) y las explotaciones que cebaban terneros están ligadas a marcas de calidad (García-Martínez, 2008). En el caso de las explotaciones en las Sierras de La Rioja, el porcentaje de terneros vendidos tras el destete ascendía al 84,7% (Casasús et al., 2003). Sin embargo, el porcentaje de terneros cebados en la propia explotación o en cooperativas se ha incrementado en la montaña leonesa y en la Dehesa (74,6% de las explotaciones de razas autóctonas) ligado a la venta de carne bajo marcas de calidad (Milán et al., 2006; Serrano et al., 2002). En cuanto al manejo del ternero, la edad promedio al destete es 5,5 meses, y la mayoría han recibido pienso durante la lactación (63%). Con respecto a la antigüedad del rebaño, en el 35,4% de las ganaderías es superior a dos generaciones, dos en el 18,2%, una en el 27,1%, y el 16,6% las inició el titular actual.

El 47,5% de las explotaciones habían ordeñado en épocas anteriores, teniendo lugar el abandono antes de 1990 en el 50,6% de las explotaciones mientras que el 45,7% lo abandonó posteriormente. En la actualidad sólo se ordeña en el 1,7% de las explotaciones, mientras que al inicio de los 90 se ordeñaba en el 65,5% de las explotaciones de vacuno del Pirineo (Manrique et al., 1992). Tendencias similares aunque con un menor abandono de la producción láctea han tenido lugar en la montaña de León (Lavín et al., 2009).

El rebaño actual es de origen propio mayoritariamente en el caso de las vacas (74,2%) mientras que sólo el 31,4% de los toros de raza Parda de Montaña son de origen propio. En cuanto a las novillas, el 50,8% de las explotaciones declara criar su propia reposición, el 1,7% únicamente compra novillas, mientras que el resto de explotaciones combina ambos orígenes o decide según años. Sin embargo, estos porcentajes difieren de los encontrados por García-Martínez (2008), en los que el porcentaje de recría propia oscilaba entre 66,7 y 90,9% y de ambos tipos entre 9,1 y 33,3%. Con respecto a la importancia de los criterios de selección de las novillas, se considera de alta importancia la facilidad al parto (90%) y la genealogía (82,6%); de importancia media-alta el crecimiento en lactación, temperamento, capa y altura; y de baja importancia la producción lechera. En cuanto al formato, destacan la conformación (53,6%) y la longitud (34%). Entre los criterios de desvieje se consideran de alta importancia la fertilidad (60%), dificultad al parto (50,6%) y la edad (48,9%).

Con respecto a la venta de animales para vida, 29,8% explotaciones vendieron 218 toros a distintos orígenes. El 91% de estas explotaciones vendieron los toros en Aragón, mientras que el resto se vendieron en Navarra, León, Palencia y País Vasco. En cuanto a la venta de novillas y terneras, 19 explotaciones (10,5%) vendieron 884 novillas y 40 explotaciones (22,1%) 1644 terneras.

En relación al manejo reproductivo del rebaño, el 38,6% de las explotaciones usa únicamente toros propios, el 5,1% sólo toros comunales, y el 56,3% usa ambos tipos. El 51,4% de las explotaciones utiliza un toro específico para novillas (74,2%), con probada facilidad de parto, o para mejorar genéticamente a la reposición (18,3%). Únicamente el 12,2% de las explotaciones utiliza la inseminación artificial en la actualidad, mientras que el 42,0% declara haberla usado en el pasado, ligada posiblemente a la orientación de las explotaciones a la producción lechera ya que en ellas se inseminaba al 53,3% de las vacas (Manrique et al., 1992). La mayoría de explotaciones realiza monta controlada (66,5%) evitando los partos durante el verano o en puerto, seguido de monta continua (33,5%). Sin embargo, en las Sierras de la Rioja era mayoritaria la monta continua (Manrique et al., 2003), diferencia ligada al distinto aprovechamiento de las superficies pastorales. La edad mayoritaria de las novillas al primer parto es 24-32 meses (69,1%), con menor proporción de 33-40 meses (14,9%). El adelantamiento de la edad al primer parto a los 24-32 meses frente a 33-40 meses está recomendado en esta raza si se mantiene una ganancia de peso de 500 g durante la recría y la alimentación durante la primera lactación no es limitante con objeto de no tener repercusiones negativas en la vida productiva del animal (Revilla et al., 1992).

Por último, el 61,9% de las explotaciones indican que mantendrán el número de vacas de raza Parda de Montaña mientras que el 29,3% lo aumentarán y el 3,9% lo reducirán. En las explotaciones que tienen vacas de otras razas, el 47,5% disminuirá el número de vacas de las otras razas, el 27,4% lo mantendrá y el 5,5% lo aumentará. Por todo ello puede considerarse que el censo de Parda de Montaña presenta una ligera tendencia al alza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casasús, I., Manrique, E., & Revilla, R. 2003. ITEA 24: 791-793
- García-Martínez, A. 2008. Tesis. Univ. Zaragoza
- Lavín M.P., García L., Villadangos B., González M.J., Mantecón A.R. 2009 ITEA
- Manrique, E., Revilla, R., Olaizola, A. & Bernués, A. 1992. Bovis 46: 9-44
- Manrique, E., Casasús, I., Olaizola, A., Medel, I. & Revilla, R. 2003. SEEP 333-334
- Milán, M.J., Bartolomé, J., Quintanilla, R., García-Cachán, M.D., Espejo, M., Herráiz, P.L. Sánchez-Recio, J.M. & Piedrafita, J. 2006. Livest. Sci. 99: 197-209
- Revilla, R., Olleta, J.L., San Juan, L. & Blasco, I. 1992. Bovis 46: 45-65
- Serrano, E., Lavín, M.P. & Ruiz, A. 2002. Valles del Esla

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por INIA (proyectos RZP 2004-00008 y RZ 2006-00007).

PRELIMINARY CHARACTERISATION OF PARDA DE MONTAÑA BEEF CATTLE FARMS IN ARAGON

ABSTRACT: A survey that gathered information about farm structure, grazing system, feeding and reproductive management was conducted in 181 farms. Parda de Montaña is the main breed regarding cows (92.4%), heifers (95.3%) and calves (84.1%). Bulls belong to Parda de Montaña (65%) breed but also Limusine, Charolaise and Blonde d'Aquitaine. Farms had an average size of 53.6 cows. Feeding depends largely on grazing in different forage resources, from June to October in high mountain ranges, in spring and autumn in natural meadows and forage crops. In winter most farms kept cattle indoors, where cows are fed hay, straw or silage. Most of the farms sell calves after weaning (5.5 months) and grow their heifers for replacement. Cows are mainly bred by natural service with bulls, which are from own farm or shared. Calving is prevented during the summer period. Age at first calving is 24-32 months. Most of the farms intend to maintain the herd size whereas 29.3% mean to increase it.

Keywords: *beef cattle; livestock farming systems; characterisation*

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DE RAZA PARDA DE MONTAÑA EN ASTURIAS, CANTABRIA Y CASTILLA Y LEÓN

Lavín P.¹, García L.¹, Villadangos B.¹, González M.J.², Mantecón A.R.¹

¹IGM (CSIC) 24346 Grulleros (León), ²FERPAM. paz.lavin@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

La raza Parda de Montaña, explotada por su aptitud cárnica ha sido incluida en el año 2002 en el “Catálogo de Razas Españolas”. Esta raza presenta en las áreas de montaña de las comunidades de Aragón, Cantabria, Castilla y León y Asturias, un destacado papel socioeconómico y medioambiental con el aprovechamiento de pastos-puertos de montaña (Sánchez Belda, 2002), tomando un camino diferente al marcado para la raza Parda Alpina con más clara especialización lechera. Para poder establecer esquemas de selección acordes con la orientación cárnica de la raza, en función de los intereses productivos de las diversas zonas de producción, es necesario disponer de datos que permitan conocer la situación actual de los sistemas productivos en que es explotada la raza Parda de Montaña. El objetivo del presente trabajo fue la caracterización preliminar de las explotaciones de raza bovina Parda de Montaña, en las Comunidades de Asturias, Cantabria y Castilla y León.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados han sido obtenidos de una encuesta realizada a un total de 141 ganaderos inscritos en la Federación Española de Asociaciones de Criadores de Raza Parda de Montaña (FERPAM), localizados en las Comunidades Autónomas de Asturias (15 encuestas), Cantabria (89 encuestas) y Castilla y León (León -28 encuestas; Palencia -7 encuestas y Zamora -2 encuestas), iniciando las entrevistas en el verano de 2007 y finalizando en la primavera del 2008. En la encuesta se ha recogido información referente a la estructura de la población, al sistema de explotación, al origen y manejo reproductivo del rebaño así como opiniones del ganadero en cuanto al futuro de la raza. Para el análisis de los datos, las explotaciones se agruparon en función de la Comunidad Autónoma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de encuestas realizadas se puede considerar representativo (73,4%) de las 192 explotaciones inscritas en la FERPAM, en el año 2007 en la zona de estudio (ver tabla 1).

Es de destacar en la estructura de la población la diversidad racial existente en las explotaciones, de forma que, aunque es mayoritario en su conjunto el censo de vacas de raza Parda de Montaña (57,4%), los animales fruto de diversos cruzamientos representan el 25,2% de las vacas adultas, conviviendo, así mismo, con otras razas puras como Parda (5,9%), Limusín (2,2%), Frisona (1,9%), Asturiana de los Valles (1,7%) y Tudanca (1,1%), como más representativas. El predominio de una u otra depende de la localización, de forma que la raza Asturiana representa el 14,5% del censo de vacas en Asturias y la raza Parda el 8,1% en Castilla y León. Son minoritarias (24,1%) las explotaciones dedicadas en exclusividad a la cría de animales de raza Parda de Montaña, con un máximo de representación en Asturias (26,7%) a un mínimo en Castilla y León (18,9%). Siendo los valores indicados para Aragón (Blanco et al., 2009) muy superiores (59,8%).

Dentro del mosaico racial existente en los sementales, los de raza Parda de Montaña tienen un predominio (52,9%) sobre las otras razas y están presentes en el 57% de las explotaciones encuestadas (ver tabla 1). Sin embargo, sólo el 29,8% de las explotaciones poseen toros de raza Parda de Montaña como únicos sementales.

El tamaño del rebaño, factor determinante del futuro de las explotaciones, presenta un amplio rango desde un mínimo de 4 vacas a un máximo de 300, con un valor medio de $42,6 \pm 3,37$ vacas/explotación, de las que algo más de la mitad ($24,5 \pm 1,81$) son de raza Parda de Montaña. Por Comunidades, el tamaño medio del rebaño varía desde un mínimo en Asturias ($32,1 \pm 5,94$ vacas/explotación), seguido de Cantabria ($35,3 \pm 2,43$ vacas/explotación) a un máximo ($64,6 \pm 10,49$ vacas/explotación) en Castilla y León. Las

explotaciones que crían la raza Parda de Montaña en exclusividad tienen un tamaño medio de $24,7 \pm 2,60$ vacas.

Tabla 1. Distribución de las encuestas realizadas y estructura de la población de animales por regiones.

	Asturias	Cantabria	Castilla y León	Total
Representación encuestas (n°)				
Ganaderos Asociados	22	117	53	192
Ganaderos Encuestados	15	89	37	141
Estructura de la población (n°)				
Vacas totales	482	3143	2389	6014
Novillas totales	163	773	479	1415
Toros totales	28	145	65	238
Vacas de raza Parda de Montaña	308	1968	1178	3454
Novillas de raza Parda de Montaña	113	540	293	946
Toros de raza Parda de Montaña	19	74	33	126

Las explotaciones están localizadas, fundamentalmente, en zonas de Montaña (95,0%), sólo el 8,1% de las explotaciones de Castilla y León y el 4,5% de Cantabria se encuentran fuera de esta localización. El 20,6% de las explotaciones compaginan la cría de ganado vacuno con otras especies ganaderas (ganado ovino, equino y caprino, fundamentalmente). En cuanto al manejo del rebaño, el ganadero busca el máximo aprovechamiento de los recursos pastables disponibles, estabulando los animales únicamente cuando las condiciones climatológicas son adversas (Serrano et al., 2002). Es el inicio de las primeras nevadas el factor que determina el comienzo de este periodo, de forma que el 22,7% de las explotaciones comienzan a estabular el ganado en el mes de noviembre, representando el 73% en el mes de diciembre, hasta máximos de estabulación por encima del 90% de las explotaciones en los meses de enero y febrero, a partir de donde comienza a disminuir hasta mínimos del 0 a 5% en los meses de mayo a octubre. El ganado permanece estabulado una media de $3,7 \pm 0,13$ meses. Un pequeño número de explotaciones (2,1%) recogen el ganado por la noche durante todo el año. Es interesante destacar que aunque el tipo de estabulación más frecuente es la trabada en plaza convencional (71,6% de las explotaciones), un 7,8% no estabulan jamás el ganado permaneciendo al aire libre durante todo el año.

El aprovechamiento de los pastos presenta una marcada estacionalidad. Los prados naturales son utilizados por los animales durante todo el año con una mayor intensidad en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre (más del 70% de las explotaciones). El periodo de utilización de los puertos es de abril a noviembre, con una mayor presión en los meses de junio a septiembre (más del 60% de las explotaciones). Un pequeño número de explotaciones utilizan pastos forestales y arbustivos durante el periodo de abril a diciembre. Son pocos los ganaderos (20,6%) que comercializan todos los terneros una vez cebados, cifra que alcanza mayor porcentaje 46% en la comunidad de Castilla y León. La situación más frecuente es la venta de los animales como pasteros en el momento del destete (33,3%) y en los 2 primeros meses de vida (19,9%), el resto de explotaciones (26,2%) combinan las posibilidades anteriormente descritas. La edad media de destete de los terneros oscila entre los $6,5 \pm 0,14$ meses en Asturias a los $5,5 \pm 0,14$ meses en Cantabria, con un valor intermedio en Castilla y León ($6,0 \pm 0,18$ meses).

En cuanto al origen del rebaño, la mayoría de las explotaciones (92,8%) han comenzado la actividad con el ganado vacuno en generaciones anteriores. El inicio en la explotación de la raza Parda ha sido en el 81,9% de los casos heredada de sus antepasados y el 18,1% de las explotaciones la inició el propio titular. El origen de las vacas actuales existentes en los rebaños provienen, en la mayoría de las explotaciones (83,7%), de la cría propia, mientras que un 15% obtienen la reposición comprando animales, el resto de explotaciones combinan las dos opciones.

En lo referente a la orientación productiva de los animales, de las explotaciones consideradas el 26,2% no han ordeñado nunca a sus animales, destacando Asturias donde esta cifra alcanza el 53,3% de las explotaciones. Las explotaciones que aún ordeñan representan el 18,4%, localizadas con mayor intensidad en Castilla y León donde suponen el 32,4% del total. Es de destacar que el 12,8% de explotaciones ordeñan actualmente los animales de raza Parda de Montaña. La situación más frecuente que ha vivido el 55,3% de las explotaciones es el abandono del ordeño de sus animales, con valores que oscilan desde un máximo de 61,8% en Cantabria y mínimo de 33,3% en Asturias (en Castilla y León han abandonado el 48,6% de las explotaciones) producido en la mayoría de los casos después de 1990.

El criterio más importante que el ganadero tiene en cuenta en la elección de las novillas que deja de reposición es la genealogía (considerado como prioritario en el 79,4% de explotaciones), seguido del formato (51,8%) y el crecimiento de los animales lactantes (47,5%). El temperamento y la capa de los animales son criterios considerados como prioritarios por un menor número de ganaderos (34,8 y 35,5%), así como el carácter lechero de los animales (18,4%). Dentro del formato de los animales, es la conformación el aspecto más tenido en cuenta a la hora de realizar la elección de las novillas que se dejan de reposición en la explotación (72,3%), mientras que aspectos como la altura (17,0%) y la longitud (27,7%) tienen un menor valor en la elección de la reposición.

Las opiniones de los ganaderos en cuanto al futuro próximo de su explotación indican una intención de aumentar el número de animales de raza Parda de Montaña en el 64% de los casos, mientras que un 7,2% piensa disminuir el número o abandonar la actividad, representando estas últimas un 11,8% de las explotaciones de Castilla y León consideradas en este trabajo. Se ha producido una distinta evolución según la zona de distribución de la raza, de forma que en el norte de las provincias de León y Palencia, con 150 explotaciones registradas en el año 2002 (año de creación de la FERPAM) han pasado a 45 explotaciones inscritas en el año 2007, lo que determina un futuro incierto de esta raza en esta zona. Por el contrario, la Comunidad Cántabra presenta un gran desarrollo y dinamismo pasando de 41 explotaciones en el año 2002 a 117 explotaciones registradas en el año 2007, lo que puede ser explicado por las subvenciones existentes en la Comunidad Cántabra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, M., Villalba, D., Ferrer, J., Calvo, J.H., Macarulla, J.M., Revilla, R., Casasús, I. 2009. ITEA. En prensa.
- Sánchez Belda, A. 2002. Edit. FEAGAS-MAPA.
- Serrano, E., Lavín, .P., Mantecón, A.R. 2002. Edit. Valles del Esla, S.A.

Agradecimientos: Proyecto INIA Nº: RZ2006-00007-C03-02.

PRELIMINARY CHARACTERISATION OF PARDA DE MONTAÑA BEEF CATTLE FARMS IN ASTURIAS, CANTABRIA AND CASTILLA Y LEÓN

ABSTRACT: Surveys were conducted to 141 farmers registered in the FERPAM at Asturias (A), Cantabria (C) and Castilla and Leon (CL) regions, with the aim to know animal production system characteristics. Racial diversity was high (57.4% of the cows are "Parda de Montaña" (PM) and the 25.2% are cross with other breeds) and only 24.1% of farms have PM pure-breed animals. The average herd size was 32.1 cows in A, 35.3 in C and 64.6 in CL. The 95% of farms are located in mountain areas. The animals are kept indoors 3.7 months/year, as average. The average age of calves weaning was 5.8 months. The 33.3% of farms sold calves as weaned (5-7 month old), 20.6% of farms finished animals until slaughter and 19.9% sold calves at the first 2 months of life. In the 83.7% of the farms the cows come from own animals. The genealogy is the most important factor to maintain reproductive cows (79.4% of farms). The 64% of farmers are thinking to increase the herd size of PM cows.

Keywords: *beef cattle; Parda de Montaña, farming systems; characterisation*

APLICACIÓN DEL MODELO “PAMPA-CORTE” EN DIFERENTES SISTEMAS DE CEBO DE TERNEROS

Silveira, V.C.P.¹, Casasús, I.², Blanco, M.², Joy, M.² y Bernués A.²

¹DEAER, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: ycpsilveira@gmail.com

²CITA Gobierno de Aragón, Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Los modelos de simulación son herramientas útiles, entre otros, para reducir el tiempo y el costo de la experimentación empírica. El modelo “Pampa-Corte” fue desarrollado con la finalidad de simular el crecimiento de bovinos de carne en pastoreo de manera dinámica y mecanicista. El comportamiento animal individual es generado a partir de dos sub-modelos: el primero simula el consumo y digestión del alimento y genera las producciones diarias de energía y proteína metabólica; el segundo considera estas producciones y simula los cambios de peso vivo del animal (Silveira, 2002). Pampa-Corte considera principalmente el limitante físico para el consumo animal, así sistemas de cebo con pienso nos pueden servir para verificar su robustez. El modelo fue testado con datos experimentales (Silveira y Vargas, 2003) y disponibles en literatura (Trevisan, 2009) con resultados satisfactorios en Brasil. El objetivo de este trabajo es verificar el comportamiento predictivo del modelo Pampa-Corte en sistemas convencionales y alternativos de cebo de terneros en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la evaluación del modelo se utilizaron los datos experimentales de Blanco et al. (2005). Se utilizaron 21 terneros de raza Parda de Montaña, de igual edad y peso al destete, que se sacrificaron en diversas fechas, cuando alcanzaron individualmente el peso objetivo de 450 kg. Tras al destete, los animales se repartieron al azar en tres lotes: ALF – pastoreo de alfalfa y suplementación diaria con 2 kg de cebada hasta el sacrificio; ALF+ACB – pastoreo de alfalfa y suplementación diaria con 2 kg de cebada hasta 107 días y acabado en establo con pienso comercial y paja a voluntad durante 58 días; y INT – cebo intensivo convencional en establo con pienso comercial y paja a voluntad. Los principales datos relativos a los animales necesarios para testar el modelo son: grupo genético (raza), peso inicial, pesos intermedios y final. En relación a los alimentos, se requiere el porcentaje de fibra neutro detergente (FND), proteína bruta (PB), degradabilidad de la PB y la FND, considerando una tasa de paso de 5% por hora. Además, en caso de animales en pastoreo, la fecha de entrada y el período de aprovechamiento. Los valores referentes a degradabilidad de la PB de los alimentos fueron obtenidos del AFRC (1993). Los valores del ritmo fraccional de degradación de la FND para alfalfa según el estado de madurez fueron 0.092 y 0.110 (Pueyo, 1999), 0.086 para el pienso y 0.026 para la paja, estos últimos obtenidos a través de la técnica de producción de gas (NEIKER, datos no publicados). El modelo requiere información diaria sobre t^a máxima, mínima, media y precipitación total, recogidas en el aeropuerto de Zaragoza. (http://www.tutiempo.net/tiempo/Zaragoza_Aeropuerto/LEZG.htm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo considera el grupo genético (AFRC, 1993) para definir los parámetros de corrección del crecimiento según la precocidad de la raza. Como la raza Parda de Montaña no consta entre las consideradas por el AFRC, se buscó a qué grupo genético se ajustaba mejor, para lo que se utilizaron los animales del Lote ALF (Figura 1). Inicialmente, se utilizaron los parámetros para razas de precocidad tardía, al considerar el tamaño corporal adulto de los animales, no obstante el mejor ajuste se obtuvo con los parámetros del grupo genético temprano. Dos factores pueden estar ligados a este hecho. En primer lugar, el modelo tiene como base las ecuaciones del AFRC (1993) originadas en trabajos con más de cincuenta años de antigüedad, cuando el patrón genético de los animales era bastante

diferente de los actuales. En segundo lugar, debemos considerar que en los programas de selección se ha utilizado tradicionalmente como criterio principal el peso al destete, incentivando así la selección de animales cada vez más precoces.

En la Figura 2 se puede observar la relación entre los datos simulados y los datos experimentales observados (peso medio del lote). Los animales del ALF+ACB, que cambiaron de dieta y manejo presentaron después de este cambio una velocidad de crecimiento mayor que la prevista por el modelo, lo que pudo ser debido al crecimiento compensador no recogido por el modelo. Por otro lado, cuando los animales empezaron a ser sacrificados y su número empezó a disminuir en el lote, puede verificarse que el modelo se mantuvo con un buen nivel de predicción. Así, se puede concluir que el modelo parece predecir bien el crecimiento de los animales en sistemas a pasto y convencionales de cebo en España, aunque la predicción no es tan buena cuando hay cambios de manejo que alteran el estado fisiológico de los animales.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), a la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y al Centro de Investigación en Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) por permitir mi estancia posdoctoral que ha hecho posible la elaboración del trabajo. Financiación procedente de INIA (OVISAT- RTA2006-00170, RTA 2003-00031, RZP 2004-00008,) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC 1993. CAB International. 159p.
- Blanco, M., Casasús, I., Delgado, I., Alberti, P., Joy, M. 2005. ITEA, vol. Extra 26(I): 216-218.
- Pueyo, J. (1999). Trabajo de fin de carrera. UNIZAR.103p.
- Silveira, V. C. P. 2002. Ciência Rural, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 543-552.
- Silveira, V. C. P., Vargas, A. F. da C. 2003. XXX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 2003, Manaus.
- Trevisan, N. de B., Silveira, V. C. P., Quadros, F. L. F de, Silva, A. C. F. da 2009. Ciência Rural, v. 39,173-181.

PERFORMANCE OF PAMPA-CORTE MODEL IN DIFFERENT BEEF CATTLE RAISING SYSTEMS

ABSTRACT: The Pampa-Corte model was developed to simulate growth of beef cattle in grazing systems in a dynamic and mechanistic way. It was validated under Brazilian conditions. This paper aims to verify the performance of the model in conventional and alternative beef cattle finishing systems in Spain. A experimental dataset of 21 *Parda de Montaña* calves of similar age and weight at weaning was used to evaluate the model. They were slaughtered individually when reached 450 kg of live weight. The model considers genetic group maturity in order to adjust growth parameters, since *Parda de Montaña* breed is not contemplated by AFRC (1993). Parameters from late maturing group were used considering adult animal size, however, the best fit was met with values from early maturing group. The model predicts accurately animal growth from grazing and conventional finishing systems in Spain, although the estimates are less precise when changes in animal management involve physiologic modifications.

Keywords: *animal model, beef cattle model, finishing systems*

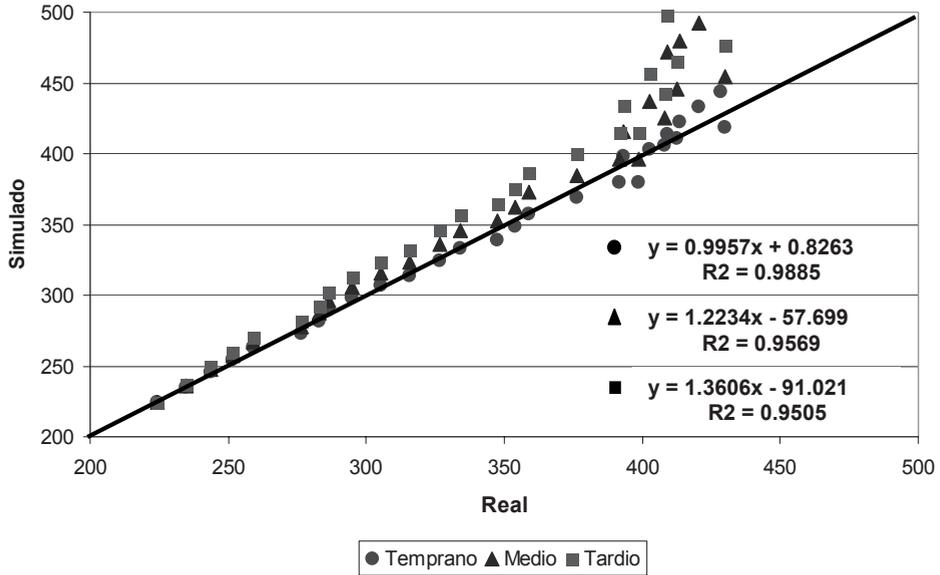


Figura 1. Crecimiento simulado según parámetros de precocidad de AFRC (1993)

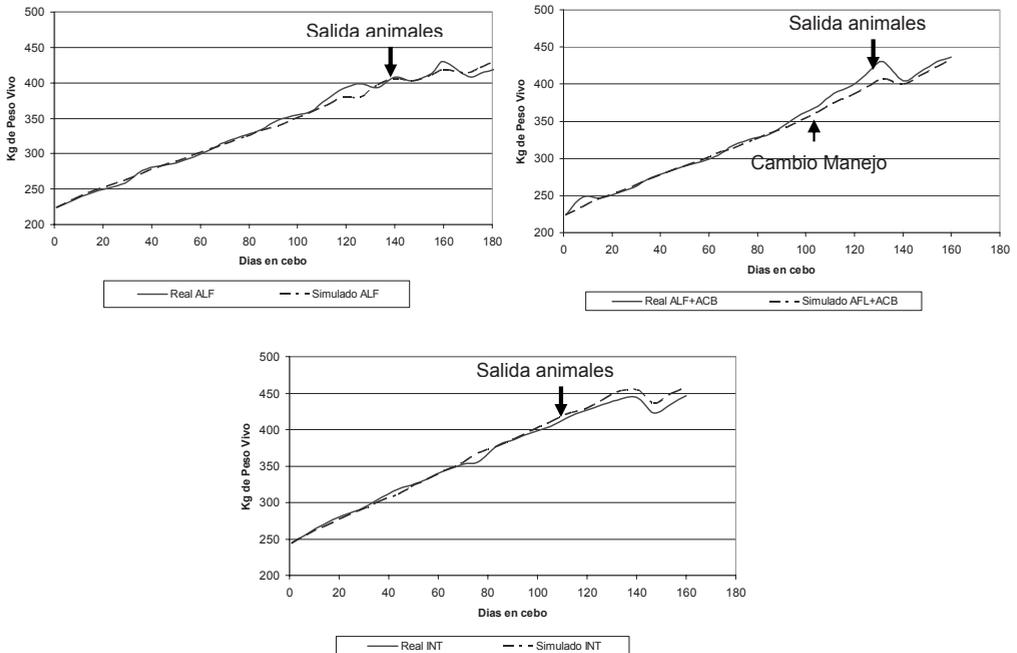


Figura 2. Evolución del peso vivo medio real y simulado en diferentes alternativas de cebo

ADAPTACIÓN DEL MODELO “PAMPA-CORTE” PARA LA SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO DE CORDEROS

Silveira V.C.P.¹, Álvarez-Rodríguez J.², Joy M.², y Bernués A.²

¹DEAER, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: vcpsilveira@gmail.com

²CITA Gobierno de Aragón, Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Los modelos de simulación en ovinos fueron estudiados por Bernués et al. (1995), en diferentes niveles de agregación: animal, rebaño, explotación y planificación regional de recursos. Sin embargo, los modelos que representan el animal individual continúan siendo escasos en la bibliografía en el caso del ovino (Freer et al. 1997, Cannas et al. 2004, Castellaro et al. 2006). El modelo “Pampa-Corte” fue desarrollado para ganado vacuno por Silveira (2002) y adaptado con la finalidad de simular el crecimiento de corderos de manera dinámica y mecanicista. Este trabajo tiene como objetivos describir las principales adaptaciones en el modelo y verificar el comportamiento predictivo del mismo. Para contrastar su capacidad predictiva se simuló el crecimiento de corderos en sistemas convencionales intensivos de producción de ternasco en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

El modelo ovino utiliza el mismo marco metodológico del modelo Pampa Corte (Silveira, 2002). El comportamiento animal individual es generado a partir de dos sub-modelos: el primero simula el consumo y digestión del alimento según el modelo de Herrero (1997). Las principales salidas de este submodelo son la estimación del consumo animal y las producciones diarias de energía y proteína metabólica. El segundo sub-modelo considera estas producciones y simula el crecimiento del animal con base en las ecuaciones de AFRC (1993) y CSIRO (2007). Para la evaluación del modelo se utilizaron los datos experimentales de 29 corderos y 10 corderas de la raza Rasa Aragonesa nacidos en primavera de los años 2005, 2006 y 2008 en el rebaño del CITA de Zaragoza. Todos los corderos fueron pesados semanalmente y sacrificados a medida que alcanzaban el peso objetivo de 22 kg. Los corderos eran destetados entre los 45 y 55 días de edad. Tras el destete los animales eran estabulados y se les ofrecía pienso comercial y paja a voluntad. Los alimentos eran analizados para la fibra neutro detergente (FND), proteína bruta (PB) y además se determinó la degradabilidad de la PB y la FND, considerando una tasa de paso de 5% por hora. Los valores referidos a degradabilidad de la PB de los alimentos fueron obtenidos a partir del AFRC (1993). Los valores del ritmo fraccional de degradación de la FND para el pienso considerado fue 0,080 (h⁻¹) y de la paja 0,026 (h⁻¹) obtenidos a través de la técnica de producción de gas (NEIKER, datos no publicados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los objetivos a la hora de desarrollar modelos es identificar vacíos de conocimiento. El submodelo aplicado está desarrollado para el sistema extensivo de rumiantes. Consecuentemente, asume que el contenido celular es totalmente degradable, lo que es válido en el caso de forrajes pero no en el caso de piensos comerciales, por su composición y alto contenido celular. Para subsanar este error, se determinó la degradabilidad “in sacco” a 48 h de 6 muestras de piensos que confirmaron que la degradabilidad media para el contenido celular era del 95%. Otro error del modelo inicial es que sólo considera restricciones físicas del consumo a través de la capacidad del rumen (Illius y Gordon, 1991; Silveira, 2002), mientras que con el consumo de pienso las restricciones son de tipo metabólico. Para ello, fue generada una ecuación reductora de consumo (RC) con base en AFRC (1993): $RC = 24.567 \times qm^2 - 34.694 \times qm + 12.918$. Por lo tanto, cuando el nivel energético de la dieta es mayor que 11 MJ/kg MS o $qm = 0.59$, la ecuación calculada ejerce acción directamente sobre la capacidad del rumen restringiendo el consumo.

En la Figura 1 se puede observar la validez del modelo para la estimación de los pesos reales medios de los corderos tras el destete. Para hembras se puede observar que el peso estimado fue mayor que el real. AFRC (1993) aconseja en ovino, y en especial en hembras, la inclusión de un factor de ajuste en la necesidad de energía para mejorar las estimaciones de ganancia de peso, semejante al adoptado para bovinos. Si se considera un valor de 1.3 como factor de ajuste se mejora sensiblemente la predicción. Nuevas evaluaciones con hembras de ésta y de otras razas deben realizarse para poder confirmar este presupuesto. En cuanto a los corderos machos, el modelo tiene un alto grado de predicción para todos los años hasta que se inicia el sacrificio de los primeros animales, momento a partir del cual se produce un pequeño sesgo en el peso final. En la Figura 2, se puede observar que separando los animales en dos grupos, precoz y tardío, según su fecha de sacrificio, existe una alta dispersión de las predicciones en animales del grupo tardío. Este resultado podría ser debido a que estos animales estuviesen aquejados de problemas sanitarios o de otra naturaleza, con lo que se limitaría la ganancia de peso. Estos factores no están contemplados en el modelo, que solamente considera limitaciones nutricionales y de estrés climático.

Agradecimientos: A la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), a la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y al Centro de Investigación en Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) por permitir mi estancia postdoctoral que ha hecho posible la elaboración del trabajo. Financiación procedente de INIA (OVISAT-RTA2006-00170, RTA2008-00098, RTA2003-00031, RZP2004-00008,) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC 1993. CAB International. 159p.
- Bernués, A., Herrero, M., Dent, J.B. 1995. Inv. Agraria Prod. y San. Ani., v.10, p. 243-272.
- Cannas A., Tedeschi L. O., Fox D. G., Pell A. N., Van Soest P. J. 2004. J. Anim. Sci. v. 82, p.149-169
- Castellaro, G., Gompertz, G., Aguilar, C., Vera R., Allende, R. 2006. Cien. Inv. Agr. V. 33, p. 41-49.
- CSIRO. 2007. CSIRO publications. 270p.
- Freer M., Moore A. D., Donnelly J. R. 1997. Agri. Systems, v. 54, p.77-126.
- Herrero, M. 1997. PhDThesis. Edinburgh, UK.
- Silveira, V. C. P. 2002. Ciência Rural, v. 32, n. 3, p. 543-552.

ADAPTATION OF “PAMPA-CORTE” MODEL TO SIMULATE LAMB GROWTH

ABSTRACT: The Pampa-Corte model, initially developed to simulate growth of beef cattle in a dynamic and mechanistic way, was adapted to simulate lamb growth. The sheep model uses the same approach; this paper aims to describe the main modifications and verify its predictive performance. Data from male and female Rasa Aragonesa lambs from experiences carried out at CITA of Aragon was used to evaluate the model. Simulated results for liveweight gain of females indicated model over estimation. The use of a correction factor for mature body size and sex, similar to the one applied for beef cattle, improved model performance. However, simulated liveweight for males showed good fit with real data.

Keywords: *animal model, sheep model, finishing systems*

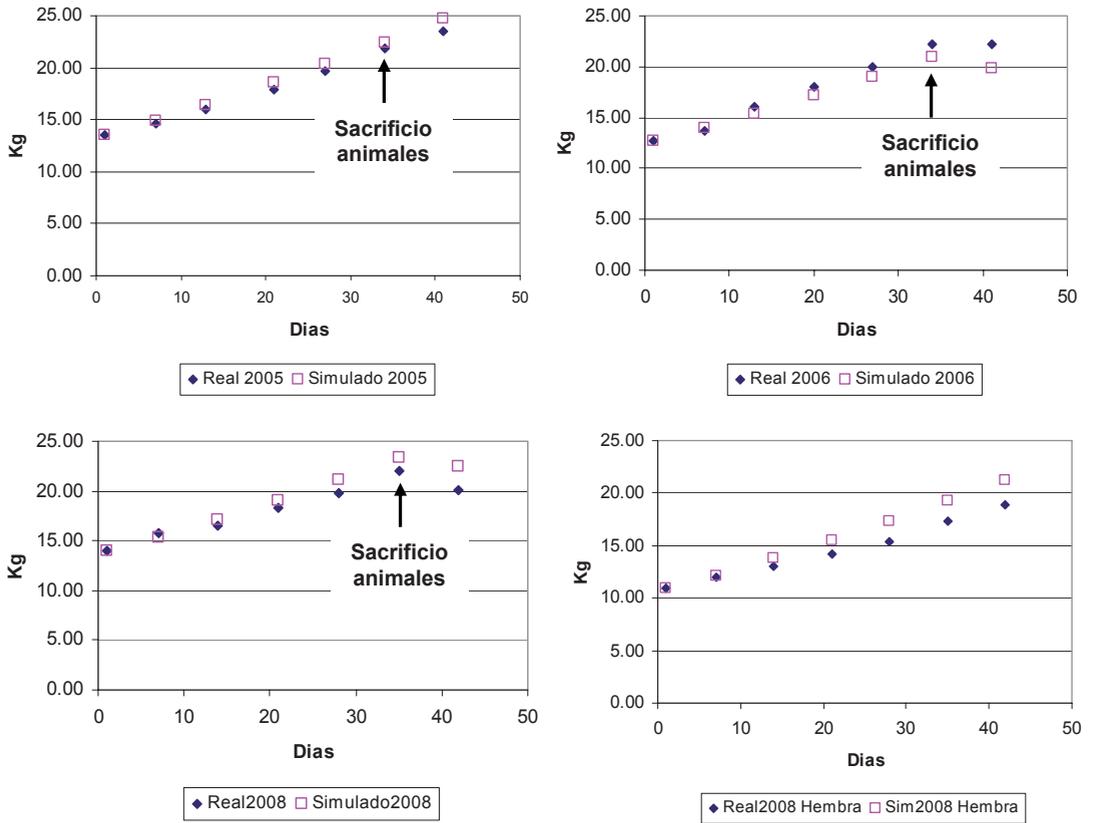


Figura 1. Crecimiento real y simulado de lotes de corderos(as) de raza Rasa Aragonesa

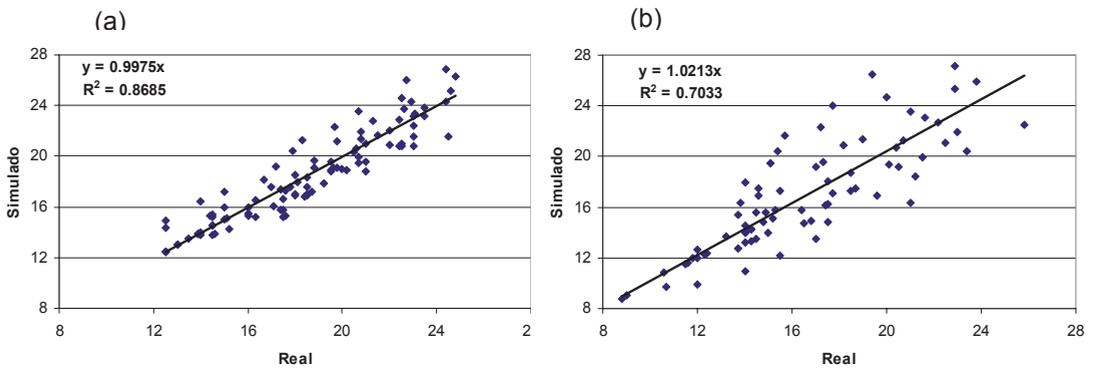


Figura 2. Real y simulado de lotes de corderos de raza Rasa Aragonesa: (a) sacrificio precoz (b) y tardío

PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CAPRINOS EN BRASIL

Fernandes, A. A. O.¹, Teixeira, A.² y Selaive, A. B. S.³

¹Universidade Estadual do Ceará – UECE/FAVET y Instituto CENTEC, Fortaleza – Ceará - Brasil; Becario de post-doctorado de la CAPES; amauryoria@hotmail.com

²Escola Superior Agraria. Instituto Politécnico de Bragança.

³Departamento de Zootecnia. Universidade Federal do Ceará.

INTRODUCCIÓN

Brasil posee una cabaña que supera los 10 millones de cabezas de caprinos (IBGE, 2006). Más del 90% de esa población se encuentra en la región Nordeste de Brasil (RNB) y se destina a la producción de carne. La cabaña de caprinos de la RNB está constituida por razas nativas (Moxotó, Canindé, Marota y Repartida), siendo la gran mayoría de animales “Sem Padrão Racial Definido (SPRD)” que se caracteriza por presentar buena rusticidad asociada a bajos índices de productividad (Silva y Mello, 1996); y se encuentra organizada en rebaños pequeños y medianos en las diversas ciudades de la región.

Este trabajo tiene como objetivo describir algunos aspectos de la producción de caprinos en la región Nordeste de Brasil, enfatizando sus productos (carne y piel) y su comercialización.

MATERIAL Y MÉTODOS

La elaboración de este trabajo se basa en informaciones y estadísticas disponibles relacionadas con la actividad de producción de carne en la región.

El área de la RNB representa aproximadamente el 18,2% de la superficie total de Brasil, con 1.561.177,8 km². La región posee clima tropical dividido en dos estaciones: una lluviosa (media anual de 600 a 1200mm), de enero a mayo, y una seca, casi sin precipitación, en los demás meses. Más de la mitad del área del Nordeste (57,0%) corresponde a la región semi-árida, con bajos e irregulares niveles de pluviosidad (entre 250 y 700mm anuales), suelos rasos, clima caliente, elevados índices de evaporación, que forma el bioma “caatinga” constituido por una vegetación de plantas xerófilas arbóreas, herbáceas, arbustivas y cactus (Araújo Filho y Carvalho, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carne - Aunque elevados en número y con condiciones climáticas adecuadas a la producción, la caprinotecnia de carne presenta reducidos niveles de desarrollo, condicionada por el bajo nivel tecnológico utilizado y por el patrón racial (SPRD). En realidad, hasta los años 90, las actividades pecuarias eran de una economía de subsistencia, para el autoconsumo familiar y venta de eventuales excedentes (Guimarães Filho et al., 2000).

La producción de carne se hace predominantemente a partir de animales no especializados, en sistema extensivo, de bajo nivel tecnológico, que resulta en productos de calidad inferior. Sin embargo, con la introducción de razas especializadas (Anglo-nubiana, Boer y Savana) utilizadas en programas de cruzamientos con las razas nativas, los criadores están intensificando la producción gradualmente, en sistemas semi-intensivos con adopción de nuevas tecnologías de producción y prácticas de acabamiento (Silva y Araújo, 2000; Oliveira et al., 2001 y Costa et al., 2003).

El bajo nivel de organización del sector dificulta todos los eslabones de la cadena, desde la producción y comercialización, hasta los principales mercados consumidores regionales y nacionales.

Agroindustria de la Carne – La agroindustria asociada a la actividad de producción de caprinos es poco relevante, cuando se compara con otras de Brasil. No existe una industria de carne de caprinos consolidada en el Nordeste, sin embargo, en los últimos años han surgido pequeñas unidades industriales (mataderos frigoríficos y de pieles) especializadas en procesar productos derivados de la caprinotecnia. Los mataderos frigoríficos en actividad disponen de estructura de sacrificio y procesado capaz de ofrecer al mercado productos con patrón de calidad elevado, como: cortes de piezas de la canal, trozos del 5º cuarto, debidamente cortados y embalados al vacío, preparados para el consumo rápido. Sin

embargo, a pesar de la estructura de sacrificio instalada y de la demanda de productos, este segmento de la agroindustria se encuentra con un problema de oferta limitada de animales para el sacrificio, lo que constituye hoy día el principal obstáculo a ser vencido (Lima y Carvalho, 1998). Otros esfuerzos se orientan para lograr, simultáneamente, acciones de organización e integración de los diferentes actores de la cadena productiva, considerando las especificidades locales o microrregionales, y de creación de políticas públicas de apoyo al sector, principalmente las relativas al crédito y al apoyo tecnológico y transferencia de tecnologías ya existentes y comprobadas.

Sacrificio – El sacrificio es, en la mayoría de los casos, clandestino, sin inspección veterinaria (aproximadamente el 90%), realizado en locales impropios y en condiciones sanitarias precarias. A pesar de ello, en los últimos años, se han instalado mataderos especializados con capacidad de sacrificio para 300-400 cabezas/día, pero con bajos índices de productividad. La gran mayoría de los caprinos son sacrificados con edades elevadas, más de 12 meses, sin castrar y sin ningún tipo de acabado, con peso vivo medio de 30kg. En los mataderos especializados son sacrificados animales más jóvenes, de 6 a 12 meses de edad y peso vivo entre 25 y 30kg, principalmente en despieces finos para comercialización en grandes superficies y restaurantes.

Comercialización – En la comercialización predominan aún las ventas a intermediarios (80%) y el 20% directamente al consumidor (Guimarães Filho et al., 2000). Las canales, piezas y componentes del 5º cuarto son vendidas mayoritariamente en ferias y carnicerías, observándose un rápido aumento de ventas en supermercados, grandes superficies y directamente a restaurantes especializados en servir platos de carne de ovino y caprino. Sin embargo, no existe ningún sistema de clasificación o evaluación de calidad de las canales. El precio se basa en el peso de la canal. Las canales son comercializadas enteras o por medias canales. Progresivamente se evoluciona a la comercialización en piezas (pierna, lomo, costillas, paleta, cuello y bajos) refrigeradas o congeladas en supermercados, o bien para suministro a hoteles, restaurantes o comedores institucionales.

Pieles – Las pieles y cueros constituyen la cadena más organizada asociada a la producción de caprinos. Las pieles de caprinos, por sus características específicas de resistencia y suavidad al tacto, tiene un gran valor en el mercado nacional e internacional, siendo responsable de ello la expansión de las industrias de calzado y confección de vestuario (Couto Filho, 1999). El volumen de ventas anual de pieles caprinas en el Nordeste es de tres millones de pieles/año.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la producción de caprinos de carne en la RNB, aunque a un ritmo lento, parece evolucionar para la producción de cabritos para sacrificio a edades más jóvenes alrededor de los 4 a 8 meses de edad, con características que correspondan a la demanda del mercado (sabor característico, suavidad y succulencia), bajo control sanitario (desde la producción, mataderos, salas de despiece hasta el consumidor), refrigeradas o congeladas y con sello de calidad.

También, la carne de animales de desvieje, debidamente transformada en embutidos o ahumados es una oferta importante para el mercado consumidor. En términos generales, la cadena productiva de carne y piel tiende a mejorar significativamente en cantidad y calidad en el país. En la RNB, aunque con todas sus debilidades, la piel mueve conjuntamente con la producción de carne ovina un negocio estimado en más de 77 millones de euros anuales.

En conclusión, se puede afirmar que las oportunidades para el crecimiento del sector son grandes, a corto y medio plazo, debido a las siguientes razones: a) el área disponible para aumento de la cabaña; b) la capacidad de mataderos e industrias de pieles ya instalados; c) la existencia de mercados regional, nacional e internacionales compradores de carne y pieles; d) el aumento del consumo de carne caprina y productos derivados y, e) la disponibilidad de tecnologías para el sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo Filho, J. A. & Carvalho, F. C. 1997. EMBRAPA, CNPC, Sobral-Ceará, 19 p. (Circular Técnica, 13).
- Costa, R. G.; Medeiros, A. N. & Carvalho, F. F. R. de. 2003. IReunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia-SBZ, 40
- Couto Filho, C. 1999 Workshop sobre caprinos e ovinos tropicais, 1. Fortaleza – Ceará, Anais.. Banco do Nordeste, p. 40 – 45.
- Guimarães Filho, C.; Soares, J. G. G. & Araújo, G. G. L. 2000. Simpósio Internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 1. Anais.. Sincorte, p.21-33.
- IBGE, 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil, Rio de Janeiro.
- Lima, L. A. de A. & Carvalho, R. B. de. 1998.. Congresso Nordestino de Produção Animal, 1. Fortaleza-CE. Anais..p.126-131.
- Oliveira, A. N.; Villarroel, A. B. S.; Oliveira, S. M. P. & Fernandes, A. A. O. 2001. Rev. Cient. Prod. Animal, v.3, n.2, p. 91-95.
- Silva, F. L. R. y Mello, A. A. 1996. Simpósio nacional de melhoramento animal, 1, Ribeirão Preto – São Paulo. Anais.. SBZ, p. 221 – 223.
- Silva, F. L. R. y Araújo, A. M. 2000. Rev. Bras. Zootec., 29 (4): 1028 – 1035.

PRODUCTION AND MARKETING OF GOAT PRODUCTS IN BRAZIL

ABSTRACT: Brazil has a flock of over 10 million heads of goats, more than 90% are located in the Northeast region of Brazil (NRB) and focus on meat production. This paper aims to describe some aspects of goat exploitation in the NRB, emphasizing their products (meat and furs) and their marketing. The increase of meat goat production in the NRB, albeit in a slow rhythm, seems to target in goats with average age for slaughter from 4 to 8 months, with features that fulfill the requirements of the consumers. The productive chain of goat's exploitation tends to improve in quantity and quality in the country, specifically in the NRB. In conclusion, it can be stated that in the short-middle term the opportunities for growth in this sector are large due to the following reasons: a) the available area to raise new herds and to increase the existing ones; b) the operational capacity of slaughterhouses and tanneries that are already installed; c) the existence and demand of regional, national and international market buyers of meat and furs; d) the increase in the consumption of goat meat and its products, and e) the availability of technologies for this sector.

Keywords: *goat, meat, production, goat agribusiness*

ANÁLISIS DE ACTORES EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN LECHERA EN LEÓN, NICARAGUA

Vásquez López, F.¹, y Manrique, E.²

¹ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (Nicaragua). ² DAEA Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza (España) facevalo@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en Nicaragua ha mostrado en los últimos años un alto potencial de crecimiento económico. Alrededor del 20% de las exportaciones del país procedieron de actividades económicas relacionadas con la ganadería: exportaciones de ganado en vivo, carne, queso y otros derivados de la leche (BCN, 2007).

El crecimiento del sector ganadero, gracias a la dinámica de mercados nacionales e internacionales, ha estimulado la producción de leche en algunos departamentos productores. El objetivo del trabajo ha sido analizar el sector lácteo en el Departamento de León (Nicaragua), describir la estructura productiva de la cadena de productos lácteos, desde la producción a la transformación y comercialización, y evaluar las expectativas futuras que presenta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio de la cadena láctea se realizó un análisis por enfoques: 1) *Enfoque sistémico de "filiere"* con el que se analizaron los elementos constituyentes de la cadena: tipo de interdependencia entre ellos, objetivo de cada actor y su organización, y la dinámica de evolución; 2) *Enfoque segmentado*, que permitió diferenciar los actores tanto públicos como privados; 3) *Enfoque prospectivo*, con la finalidad de que los pequeños y medianos actores conozcan las tendencias de su negocio en el futuro y tener así alternativas para la toma de decisiones. Finalmente, se realizó una *Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades* (Análisis DAFO) en busca de una solución por medio de un diagnóstico y evaluación de los factores externos e internos, que en adecuada integración, inciden sobre la cadena (Bueno, 2001)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estructura de la cadena láctea departamental se articula con diferentes actores locales y externos en torno a la producción, comercialización, transformación y consumo, tanto de leche como de derivados. Los productores (explotaciones agropecuarias EA), situados al inicio de la cadena, se articulan con diferentes segmentos de la misma. La leche fresca puede ser vendida a: 1) centros de acopio, 2) queseros semi-industriales, 3) intermediarios comerciales, 4) queseros artesanos.. Dependiendo de distancias y relaciones comerciales entre actores, algunos productores trasladan la leche por sus propios medios y otros se ven forzados a vender a intermediarios que la reciben en puntos específicos a lo largo de una ruta. En general, el cobro es semanal con independencia de a quien la venden.

El eslabón productor es muy heterogéneo tanto en lo que se refiere a la tipología de productores (sistemas de producción ganaderos, grado de especialización productiva, nivel de extensificación, estructura de costes y márgenes) como por el tipo de producto (leche o queso). Es también heterogéneo todo lo que se refiere a la provisión de insumos o servicios.

Entre los actores de la cadena se establecen diferentes relaciones contractuales con diferentes niveles de fortaleza y seriedad. Las relaciones entre productores y comercializadores pueden clasificarse como "directas" o "indirectas". Son dos los actores que compran a productores para venderlo a los actores: intermediarios comerciales (comerciantes) y centros de acopio. Los primeros actúan como comerciantes transportistas que compran a productores en EA o cerca y venden a queseros artesanales o semi-industriales. En León existen tres centros de acopio que reciben leche fresca, controlan

calidad, refrigeran y almacenan para vender a plantas de pasteurización. En su mayoría nacieron como asociaciones de productores.

En la etapa de transformación, la leche se procesa en queso (queseras tradicionales o semi-industriales) o en leche pasteurizada u otros productos derivados (plantas pasteurizadas). Las grandes queseras trabajan fundamentalmente para exportación. Los destinos finales, donde se sitúan los consumidores, son el mercado nacional o internacional. El sector industrial de transformación y distribución ha incrementado notablemente su importancia y los volúmenes de producción; sobre todo en el sector de pequeñas y medianas industrias de procesado, que presenta el mayor dinamismo; sobre todo en la producción de quesos de exportación. Existen unas 20 empresas autorizadas a exportar. No obstante, la característica más destacada del eslabón industrial son los problemas de calidad a los que se enfrenta.

Los problemas estratégicos de la cadena se detectaron mediante el análisis DAFO realizado. Las principales **debilidades** son:

- El aislamiento y falta de medios de transporte que dificultan la llegada de productos a mercados locales; la falta de capacidad de negociación y la débil o nula experiencia en asuntos de comercialización.
- Los limitados conocimientos técnicos y administrativos de la mayoría de los productores; sus inadecuadas prácticas de manejo y las deficiencias en las infraestructuras de las fincas, en el material genético lechero y en los índices reproductivos en la orientación lechera.
- El poco interés e incentivos en implementar normas sanitarias en la producción y manejo y la escasa vocación en la cultura de la calidad. Como consecuencia, la calidad de la leche producida en fincas es baja.
- Limitado apoyo institucional público y privado, limitada asistencia y casi nulo apoyo técnico en la mayoría de las fincas. Falta de programas de desarrollo ganadero, de coordinación interinstitucional y casi inexistente crédito para financiar la mayoría de las fincas.
- Reducida, dispersa e incompleta capacidad industrial instalada y escasez de centros de acopio e infraestructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad. Limitadas redes de frío, de caminos (falta de mantenimiento) y electrificación; así como inadecuado conocimiento de tecnologías de transformación industrial. Como consecuencia la baja calidad en la mayor parte de los productos que salen al mercado, que se une al poco interés en implementar normas sanitarias en los procesos de producción y manejo de lácteos.
- Escaso conocimiento de las oportunidades de mercado (condiciones, tendencias, preferencias, precios, regulaciones) y desconocimiento sobre nichos de mercado a nivel nacional e internacionales. Casi nula experiencia y reducidos canales para la exportación. Falta de estrategias en relación con nuevos productos, marcas, empaquetado y etiquetado. Excesiva inestabilidad y estacionalidad de precios y producciones.

Entre las **fortalezas** cabe citar:

- Una óptima localización de las principales regiones productoras respecto a mercados potencialmente importadores. Situación sanitaria libre de enfermedades exóticas.
- Disponibilidad de importantes recursos naturales aptos para la ganadería de leche y una sólida tradición y culturas ganaderas y disponibilidad de mano de obra suficientemente cualificada.
- Desarrollo de una sólida base organizativa de productores a través de asociaciones y cooperativas.
- Acelerado proceso de exportación de lácteos (Centroamérica, USA) e interés gubernamental, de la banca privada y de organismos internacionales de financiación de las actividades.

Las circunstancias del entorno determinan como principales **amenazas**:

- El alto nivel competitivo de origen exterior (costes, precios, calidad, presentación, diversificación) en los mercados de productos lácteos, no sólo exteriores sino también en mercados locales.
- Posibilidad de introducción de enfermedades exóticas.

Y entre las **oportunidades**:

- Alta demanda de productos lácteos en países de Centroamérica, Méjico y USA donde ya concurren los productos nicaragüenses.
- Nichos de mercado altamente diferenciados a partir de diversidad de gustos y preferencias de los consumidores (étnicos, convencionales, delicatessen, etc.) con demanda significativa y ascendente. Altos precios de estos productos que varían según tipo, calidad y presentación.
- Existencia de tratados de libre comercio que Nicaragua ha venido firmando o está negociando con diversos países que aumentan las posibilidades de posicionamiento de productos lácteos en el país.

Agradecimientos: Especial agradecimiento a los ganaderos de León por las facilidades dadas en la obtención de la información. A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID) por la financiación que ha permitido la realización del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Central de Nicaragua. 2007. Estadísticas anuales. Disponible en web: <http://www.bcn.gob.ni>.
- Bueno, E. 2001. Curso básico de Economía de la Empresa. Un enfoque de organización. Ed. Pirámide. Madrid, 710 pp.
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2004. Cadena agroindustrial del queso. 64 pp.

ANALYSIS OF KEY PLAYERS IN THE MILK PRODUCTION CHAIN IN LEON. NICARAGUA

ABSTRACT: The milk and dairy products chain in the Department of León (Nicaragua) is described and analysed with regards to its structural aspects and the relationships between its key players, in order to determine the problems the sector is facing. From a strategic point of view, the chain displays certain weaknesses in its infrastructure and sanitary problems related to the production systems and lack of institutional support, barely compensated by the strengths of the system (location, resources, organization, etc.) Furthermore it faces the threats posed by the fierce external competition it is surrounded by, although it benefits from the opportunities arising from a high level of demand and a growing trend towards the signing of trade agreements.

Keywords: *milk production chain, Nicaragua.*

ANÁLISIS DEL INTERVALO ENTRE PARTOS DE LA RAZA BOVINA LIMOUSINE BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL SUR DE PORTUGAL

Vieira e Brito, A.N., Carvalho Olim, G., Cerqueira Oliveira, E. y Martinez Candeias, G.
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
Refóios do Lima. 4990-706 Ponte de Lima, Portugal.
nunovbrito@ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

Limousine es una raza bovina reconocida por presentar características específicas tales como la extrema rusticidad, excelentes cifras de productividad, altas tasas de fecundidad y gran facilidad de parto. La excelente productividad de la raza (90,2%) proviene de una buena tasa de gestación y baja mortalidad en el parto, debido a la facilidad de parto de la raza, motivados por el bajo peso al nacimiento de la cría (Liénard *et al.*, 2002).

El intervalo entre partos de una vaca determina el rendimiento total, lo que es decisivo para la capacidad reproductiva de las razas de producción de carne (Sánchez *et al.*, 1985, citado por Araújo, 2005). Las diferencias en los intervalos entre partos entre individuos no sólo se deben a diferencias genéticas, sino también a la forma de gestión y producción de la explotación, la alimentación, la edad de la hembra, la estación del año en que ocurre el nacimiento, etc. Según Becerra (2002) el sistema de producción se sugiere como responsable de las grandes diferencias en el intervalo entre los partos.

En los sistemas de producción de ganado semi-intensivo y extensivo el crecimiento de los animales es más lento, como resultado de las dietas disponibles. El sistema extensivo se caracteriza por un periodo de pastoreo que se prolonga durante todo el año, con suministro de paja de cereales en épocas del año difíciles desde el punto de vista alimentario, y reducida intervención de manejo. Por otro lado, o sistema semi-intensivo se basa en pastoreo en determinadas épocas del año u horas del día y administración en la dieta de suplementos, como silo de maíz y/o cereales, e intervención en el manejo en determinados periodos como parto o cebadero. En sistemas semi-intensivos de producción, los animales presentan pesos variados al sacrificio, pero buenos resultados económicos debido a la mayor producción de carne. En la producción extensiva, la disponibilidad de alimentos condiciona el crecimiento de los animales, pero los costes de producción por animal son más bajos, y pueden compensar la menor productividad (Olim, 2008). Así pues, el objetivo del presente estudio fue analizar los distintos parámetros productivos y reproductivos de la raza Limousine, especialmente el intervalo entre partos, de acuerdo con los sistemas de producción aplicados en el sur de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el análisis de los parámetros productivos y reproductivos de la raza bovina Limusina se utilizaron datos del registro de la raza, de 1994 a 2006, en una muestra de 1722 vacas y 8179 terneros; en paralelo, se realizó una encuesta sobre parámetros de producción a 31 productores seleccionados aleatoriamente en 5 subregiones de creación: *Alto Alentejo*, *Alentejo Central*, *Alentejo Litoral*, *Bajo Alentejo* y *Algarve*, en que el 58% de ellos operan en sistema de producción extensivo y el 42% en sistema semi-extensivo.

RESULTADOS Y DISCUSSION

Los resultados indican la influencia del sistema y de la subregión de producción del ganado de raza Limousine, en el intervalo entre partos. Para la zona de producción se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el intervalo entre partos (Tabla 1), con una media de $397,04 \pm 85,89$ días, desde un máximo de $411,05 \pm 98,97$ días en el Alentejo Central, y un mínimo de $376,09 \pm 76,31$ días en la zona del Algarve.

Tabla 1. Influencia de la producción local en el intervalo entre Partos.

Zona de producción	N	Media	Desviación estándar
Alentejo Central	1846	411,05 ^a	98,97
Alentejo Litoral	1566	388,91 ^b	75,91
Algarve	341	376,09 ^c	76,31
Alto Alentejo	205	385,36 ^{b,c}	63,10
Baixo Alentejo	968	393,30 ^b	77,39
Total	4926	397,04	85,89

a≠b≠c para P≤0,05.

Valores con superíndices diferentes muestran diferencias significativas (P≤0,05).

Se constató que el sistema de producción puede influir en el intervalo entre partos (IP) siendo su valor (Tabla 2) para el sistema extensivo de 404,17 ± 91,23 días, mientras que para el sistema semi-Intensivo es 382, 21 ± 71,35 días.

Tabla 2. Influencia del sistema de producción en el intervalo entre Partos

Sistema de Producción	N	Media	Desviación estándar
Extensivo	3326	404,17 ^a	91,23
Semi-Intensivo	1600	382,21 ^b	71,35
Total	4926	397,04	85,89

a≠b para P≤0,05.

Valores con superíndices diferentes muestran diferencias significativas (P≤0,05).

En la Figura 1, se puede observar la influencia del sistema de producción y de la zona de producción en el intervalo entre partos. Se observa que para el sistema extensivo de Bajo Alentejo el IP es más bajo, en contraste con el Alentejo Central. Para el sistema semi-intensivo, se observa que en Algarve la media es la más baja, al revés en Baixo Alentejo, que presenta la media más alta.

El intervalo entre partos (IP) es influenciado tanto por la zona/ región como por el sistema de producción. Estas variaciones, son debidas al sistema de producción, reproducción y alimentación realizada en cada zona de producción. Como resultado del aumento de la vigilancia del rebaño, el IP en el sistema semi-intensivo, es más bajo. Así pues, parece que el principal factor que hace variar el IP en las diferentes regiones es el sistema de producción en ellas.

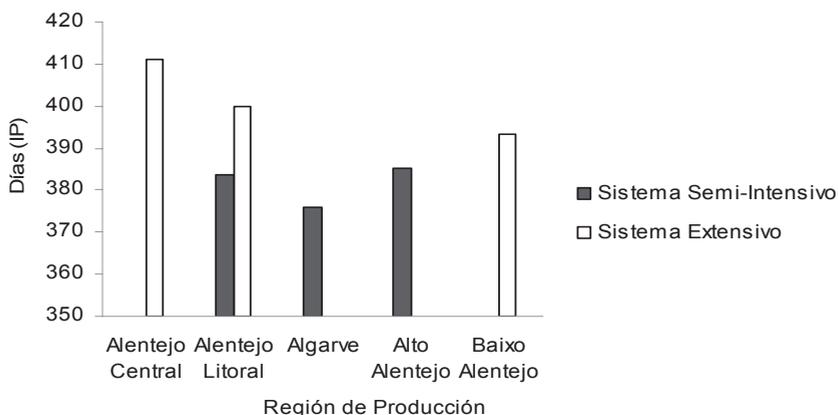


Figura 1. Influencia del sistema de producción y de la región de producción en el Intervalo entre Partos (IP).

Es destacable que el Alentejo Central y Baixo Alentejo, donde el principal sistema de producción es extensivo, tienen un mayor IP, con un promedio de 22 días más que el Alto Alentejo y el Algarve, donde el sistema de producción es el semi-intensivo. El Alentejo Litoral presenta un IP 8 días más que el Alto Alentejo y Algarve, tratándose de una región en la que coexisten ambos sistemas de producción.

BIBLIOGRAFIA

- Araújo, J.P., 2005., Tese de Doutoramento, Universidad de Santiago de Compostela (USC), 432pp.
- Becerra G.J.J., 2002. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo. 153pp.
- Lienard G., Lherm M., Pizaine M.C., Marechal J.Y., Bousange B., Belard J.F., 2002. INRA, Productions Animales, 15, 273-291.
- Olim, G., 2008. Relatório de Estágio para Licenciatura em Engenharia Agrária – Ramo Agro-Pecuária. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Portugal.

EFFECT OF THE PRODUCTION SYSTEMS IN THE LIMOUSINE CALVING INTERVAL IN SOUTHERN PORTUGAL

ABSTRACT: The Limousin breed is recognized by their qualities, such as their extreme hardiness and excellent productivity. The calving interval (CI) of a cow determines its overall performance, which is decisive for the reproductive capacity of meat breeds. In the semi-intensive and extensive systems of livestock production growth is slower resulting from diets availability. The aim of this study was to study the calving interval, according to the production systems used in southern Portugal.

The calving interval is influenced by the region of production and by the production system. As a result of increased surveillance of the herd, the CI in the semi-intensive system is lower. Thus it appears that the main factor that makes the CI vary in different regions is the system of production there. Referring to the *Alentejo Central* and *Baixo Alentejo*, where the main production system is extensive, have a higher CI, with an average of 22 days more than the *Alto Alentejo* and *Algarve*, where the production system is the Semi-Intensive. *Alentejo Litoral*, where there are the two systems of production, presents 8 days more than the *Alto Alentejo* and *Algarve*.

Keywords: reproduction, production systems, cattle, breed.

ANÁLISIS DE LA GANANCIA MEDIA DIARIA DE LA RAZA LIMOUSINE BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL SUR DE PORTUGAL

Vieira e Brito, A.N., Carvalho Olim, G., Cerqueira Oliveira, E. y Martinez Candeias, G.
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
Refóios do Lima. 4990-706 Ponte de Lima, Portugal.
nunovbrito@ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

La raza Limousine es reconocida por tener características productivas específicas, como la ganancia media diaria y el rendimiento de la canal. El peso vivo a diferentes edades, así como otros parámetros relacionados con el crecimiento y conformación dependerán del valor genético y del medio ambiente a que están sujetos (Baker *et al.*, 1989). En los sistemas de producción semi-intensivo y extensivo el crecimiento del ganado es más lento, como resultado de los alimentos disponibles. En sistemas semi-intensivos de producción, los pesos al sacrificio varían, pero se obtienen buenos resultados económicos debido a la mayor producción de carne. En la producción extensiva, la disponibilidad de alimentos se refleja en el crecimiento de los animales, pero los costes de producción por animal son más bajos, y pueden compensar la menor productividad (Olim, 2008). Así pues, el objetivo del presente estudio fue examinar diferentes parámetros productivos de la raza Limousine, en particular, la ganancia media diaria de los terneros a 120 días (GMD), en función de los sistemas de producción implementados en el sur de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el análisis de los parámetros productivos y reproductivos de la raza bovina Limusina se utilizaron datos del registro de la raza, de 1994 a 2006, en una muestra de 1722 vacas y 8179 terneros; en paralelo, se realizó una encuesta sobre parámetros de producción a 31 productores seleccionados aleatoriamente en 5 sub-regiones de creación: Alto Alentejo, Alentejo Central, Alentejo Litoral, Bajo Alentejo y Algarve, en que el 58% de ellos operan en sistema de producción extensivo y el 42% en sistema semi-extensivo. La diferencia de sistemas productivos, en esta region del sur de Portugal, estriba en que en el sistema semi-extensivo el ganado se estabula al final del día y se suplementa a los animales con ensilado de maíz y/o cereales, mientras que en el extensivo los animales están permanentemente en pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSSION

Los resultados (Tabla 1) indican para la GMD de los terneros a 120 días una media de 1.022,02 ± 217,60 g.

Tabla 1. Media y desviación estándar del GMD120 para la raza Limousine

Creadores		GMD 120 (g)
	Media	1022,02
Total	N	8179
	Desviación estándar	217,60

La análisis de la influencia del sexo en la GMD (Tabla 2) indica que los valores de la GMD (120) para las hembras es de 984,74 ± 202,32 g y para los machos de 1.059,16 ± 225,80 g.

Tabla 2. Media, desviación estándar de GMD en función do sexo

Sexo		GMD 120 (g)
H	Media	984,74 ^a
	N	4082
	Desviación estándar	202,32
M	Media	1059,16 ^b
	N	4097
	Desviación estándar	225,80

a≠b para P≤0,05.

Valores con superíndices diferentes muestran diferencias significativas (P≤0,05)

Con relación a la época de parto, se puede observar (Tabla 3) que en invierno la GMD120 (g) es mayor (1089,66 g), en contraste con el verano que tiene un valor inferior (942,29 g). En primavera y otoño, la media de la GMD es 1044,78 y 1007,04 g, respectivamente.

Tabla 3. Media, Desviación estándar de la GMD en función de la Época del Año.

Época		GMD 120 (g)
Invierno	Media	1089,66 ^a
	N	2238
	Desviación estándar	199,74
Otoño	Media	1007,04 ^b
	N	2310
	Desviación estándar	221,57
Primavera	Media	1044,78 ^c
	N	1685
	Desviación estándar	219,29
Verano	Media	942,29 ^d
	N	1946
	Desviación estándar	202,35

a≠b≠c≠d para P≤0,05.

Valores con superíndices diferentes muestran diferencias significativas (P≤0,05).

Además, se encontró (Tabla 4) una GMD120 superior en Alentejo Litoral, de 1055,79 ± 178,28 g para el sistema extensivo y 1091,99 ± 247,14 g para el sistema semi-intensivo, con la existencia de diferencias significativas (P ≤ 0,05); el valor más bajo del sistema extensivo es el de Alentejo Central, con 929,92 g ± 207,49 y para el régimen semi-intensivo en el Algarve es de 1.055,23 ± 194,72 g.

Los valores registrados de GMD120 para los machos son superiores a los de las hembras, probablemente debido a su mayor capacidad de alimentación hasta el destete. La disponibilidad y el consumo de alimentos base, o de suplementos relativos a la hembra se ha notado en la GMD a los 120 días, que tiene también la influencia del sistema de producción, una diferencia positiva de 84g entre el sistema semi-intensivo y el sistema extensivo. Hay que tener en cuenta que en el sistema semi-intensivo, los animales se benefician de distintos alimentos y disponibilidad total de alimentos (*ad libitum*), y que esta práctica resulta en tasas de crecimiento bastante distintas.

Tabla 4. Media, desviación estándar de la GMD por zona y sistema de Producción

Zona producción	Sistema Producción		GMD 120 (gr)
Alentejo Central	Extensivo	Media	929,92
		N	2778
		Desviación estándar	207,49
Alentejo Litoral	Extensivo	Media	1055,79 ^a
		N	773
		Desviación estándar	178,28
Algarve	Semi-Intensivo	Media	1091,99 ^b
		N	1516
		Desviación estándar	247,14
Alto Alentejo	Semi-Intensivo	Media	1055,23
		N	630
		Desviación estándar	194,72
Baixo Alentejo	Extensivo	Media	1068,08
		N	487
		Desviación estándar	198,72
		Media	1062,27
		N	1995
		Desviación estándar	188,32

a≠b para P≤0,05.

Valores con superíndices diferentes muestran diferencias significativas (P≤0,05).

BIBLIOGRAFIA

● Baker, J.F., Long, C.R., Posada, G.A., McElhenney, W.H., Cartwright, T. C., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67 -1218, 1229. ● Olim, G., 2008. Relatório de Estágio para Licenciatura em Engenharia Agrária – Ramo Agro-Pecuária. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Portugal.

AVERAGE DAILY GAIN IN LIMOUSINE BREED ACCORDING TO DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS IN SOUTHERN PORTUGAL

ABSTRACT: The Limousin breed is recognized by their specific characteristics, being the weight of cattle at different age's dependent of the genetic value of animals and the environment. In the semi-intensive and extensive systems of livestock production, growth is slower resulting from diet availability. The aim of this study was to analyze productive and reproductive parameters of the Limousin breed, especially the average daily gain (ADG), according to the production systems used in southern Portugal.

It was observed that the ADG in winter is higher, in contrast to the summer. There were significant differences between different sub regions of production, and between extensive system and semi-intensive system of production; also ADG values for males were higher than those from females, probably due to their higher productive capacity in this parameter.

Thus, the availability and consumption of feeds or supplements had influence in the ADG, which is also influenced by the production system, semi-intensive system or extensive system. It should be noted that in the semi-intensive systems, animals benefit from various feeds and total availability (*ad libitum*), and these result in different growth performances.

keywords: productive parameters , growth, cattle production, performances.

ESTUDIO DE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE OVEJAS OJINEGRAS DE TERUEL SEGÚN LA EPOCA DE PARTO (RESULTADOS PRELIMINARES)

Blasco, I.¹, Picazo, R.², Ripoll, R.¹, Congost, S.³, Bernués A.¹, Casasús, I.¹,
Revilla, R.³ y Joy, M.¹

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana, 930, 50059, Zaragoza iblasco@aragon.es. ²AGROJI, Plaza Ayuntamiento, 1, 44556 Molinos. Teruel. ³ Centro de Transferencia Agroalimentaria. Unidad de Rumiantes. DGA

INTRODUCCIÓN

La raza Ojinegra es una raza autóctona de Teruel que en la actualidad cuenta con 38000 efectivos. Se caracteriza por ser un animal de pequeño a mediano formato (40-50 kg en las hembras y 60-75 kg machos) (Sierra 2001) bien adaptada al medio difícil donde se localiza. Está ubicada principalmente en la zona conocida como Maestrazgo, la cual está caracterizada por presentar un medio accidentado, con una serranía que puede alcanzar los 1600 m de altura y con grandes oscilaciones térmicas tanto estacional como diaria y escasa pluviometría (300-500 mm). Ello conduce a que en algunas localizaciones se registre una escasez de recursos pastables además de una corta época de pastoreo. Por otra parte, la explotación de dicha oveja permite fijar gran parte de la población presente en dicha zona y mantener vivos pueblos y comarcas (Alacón, 2000).

Desde 1999, la Asociación de Ganaderos de la Raza Ojinegra (AGROJI) muestra una gran inquietud por la mejora de raza y de las producciones. Para ello es necesario llevar a cabo la caracterización de la raza, especialmente a nivel de parámetros productivos de la oveja y del cordero. El objetivo del presente trabajo es cuantificar los parámetros productivos de las ovejas y los crecimientos de los corderos en diversas explotaciones y determinar el efecto que pueda tener la estación del año sobre dichos parámetros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo el estudio en 8 explotaciones pertenecientes a la asociación AGROJI. Las explotaciones llevan un manejo semi-extensivo, el cual es el más representativo de la zona. El sistema reproductivo seguido por los ganaderos de este estudio es de tres partos en dos años. Como pauta general, los animales vacíos y gestantes salen al pasto durante el día y por la noche se encierran. En épocas de escasez de pasto las ovejas reciben un suplemento en establo, basado principalmente en paja y pienso. Las ovejas durante las últimas semanas de gestación y en la época de cría permanecen estabuladas con sus corderos, recibiendo una alimentación basada en concentrado para ovejas lactantes y paja. Durante las épocas en las que hay una elevada disponibilidad de pasto, las ovejas lactantes salen a pastar en las zonas cercanas a las instalaciones, recibiendo un suplemento por la noche. Los corderos disponen desde el nacimiento de pienso ad libitum.

En todas las explotaciones se controlaron las tres épocas de parto más frecuentes en dichas explotaciones, invierno, primavera y verano. En total se controlaron 5634 ovejas. Las ovejas se pesaron y se estimó la condición corporal (CC) en el momento del parto y al destete, a la vez que se controlaba la prolificidad. Paralelamente se controlaron 5786 corderos, hijos de dichas ovejas, desde el nacimiento hasta el destete, realizándose una pesada quincenalmente. La Ganancia Media Diaria (GMD) del nacimiento al destete se estimó por regresión lineal. Los datos se analizaron mediante análisis de la varianza (SAS versión 8.02), considerando como efecto fijo la época de parto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso medio de las ovejas es de 44.2±7.46 kg al parto y 43.4±7.40 kg al destete, los cuales son comparables a los descritos por Sierra (2001) de 40-50 kg. La variación de peso del parto al destete fue escasa, lo que concuerda con la casi nula variación en la CC

observada (Tabla 1; $p > 0.05$). La época de parto influyó significativamente en el peso y en la CC tanto al parto como al destete ($p < 0.001$). La falta de variación en peso y CC durante la lactación puede deberse a un elevado nivel de alimentación que recibieron en el pesebre y/o a una baja producción de leche. La época de parto influyó significativamente sobre la prolificidad ($p < 0.001$). Estas diferencias pueden ser debidas a un efecto de la estacionalidad reproductiva de las ovejas. La prolificidad media observada en el presente estudio fue de 113%, notablemente inferior a la presentada por Arrufat (1982) de 123 %. Esta reducción de la prolificidad registrada desde 1982 hasta la actualidad puede deberse a la decisión de los ganaderos de evitar los partos gemelares, por requerir una mayor atención y a la falta de mano de obra que registra la ganadería.

En cuanto a los parámetros de los corderos (Tabla 2), se observó un peso medio de nacimiento de 3.65 ± 0.67 kg, siendo dichos pesos ligeramente superiores a los observados por María et al. (1991) de 3.40 kg. La época del año tuvo influencia sobre el peso del nacimiento con valores que oscilaron entre 3.58 ± 0.69 en primavera y 3.75 ± 0.65 kg en verano ($p < 0.01$). El peso al destete fue de media de 12.3 kg, aunque hubo un efecto significativo de la época de parto ($p < 0.05$). La edad al destete también estuvo afectada por la época del año ($p < 0.01$), presentando una edad media de 49.8 días. El crecimiento medio desde el nacimiento al destete fue de 171 ± 58.6 g/día, notablemente inferior a los descritos por Sierra (1981) y Arrufat (1982) con crecimientos superiores a 200 g/día en machos y a 187 g/día en hembras. María et al. (1991), en un estudio productivo de la raza, observaron en un periodo similar al del presente estudio (30-50 días) unos crecimientos de 212 g/día, notablemente superiores a los registrados en el presente estudio. El escaso crecimiento durante los primeros 30 días del cordero está ligado a la producción de leche de la madre, la cual no fue controlada. Por ello, los presentes resultados inducen a pensar en una posible escasa producción de leche, la cual puede estar relacionada más con el manejo y posibles patologías crónicas del ganado que con la alimentación de la oveja, ya que el PV y la CC observada no parecen ser limitantes.

La época de parto afectó significativamente ($p < 0.01$) sobre el crecimiento, estando ello de acuerdo con los resultados obtenidos por María et al. (1991). Las diferencias entre explotaciones en el manejo de los corderos y el tipo de instalación pudieron ser parcialmente responsable de las diferencias entre épocas de parto. Además se debe anotar que durante el 2008, la climatología fue muy seca durante el invierno y principio de primavera, mientras que a partir de este momento se registró una pluviometría alta que pudo favorecer unos mejores peso y crecimientos en verano.

Diversos factores pueden ser responsables de los presentes resultados, destacando el manejo, las instalaciones y las posibles patologías crónicas. Futuros controles de dichos factores deben ser realizados con el objetivo de poder caracterizar el potencial de producción de dicha raza.

Tabla 1. Parámetros productivos de las ovejas según la época de parto (media \pm desviación estándar)

	Invierno	Primavera	Verano	Total	Significación
Prolificidad (Nºcorderos/parto)	1.13 ± 0.34^b n=1948	1.16 ± 0.38^a n=1893	1.11 ± 0.32^c n=1793	1.13 ± 0.35 n= 5634	***
Peso al parto (kg)	43.4 ± 7.21^b n=1184	42.2 ± 7.41^b n=561	47.7 ± 6.86^a n=569	44.2 ± 7.46 n=2314	***
Peso al destete (kg)	42.8 ± 6.88^b n=939	40.4 ± 6.50^c n=467	47.0 ± 6.63^a n=513	43.3 ± 7.40 n=1919	***
Condición corporal al parto	2.66 ± 0.43^b n=1208	2.54 ± 0.50^c n=604	2.73 ± 0.41^a n=583	2.65 ± 0.46 n=2395	***
Condición corporal al destete	2.86 ± 0.46^a n=950	2.62 ± 0.42^b n=466	2.69 ± 0.46^b n=583	2.75 ± 0.46 n=1999	***

a, b, c: diferentes letras en la misma línea indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Tabla 2. Parámetros productivos de los corderos según la época de nacimiento (media \pm desviación estándar)

	Invierno	Primavera	Verano	Total	Significación
Peso nacimiento (kg)	3.66 \pm 0.65 ^b n=1939	3.59 \pm 0.69 ^c n=2064	3.75 \pm 0.65 ^a n=1783	3.64 \pm 0.67 n=5786	**
Peso destete (kg)	11.5 \pm 3.35 ^c n=1039	12.2 \pm 3.49 ^b n=1330	13.0 \pm 3.55 ^a n=1366	12.3 \pm 3.52 n=3735	***
Edad destete (días)	48.8 \pm 10.1 ^c n=1039	51.0 \pm 11.6 ^a n=1330	49.3 \pm 11.0 ^b n=1366	49.8 \pm 11.0 n=3735	***
Ganancia media diaria (g/día)	160 \pm 52.0 ^c n=1039	169 \pm 5.68 ^b n=1330	183 \pm 52.7 ^a n=1366	171 \pm 58.6 n=3735	***

a, b, c: diferentes letras en la misma línea indican diferencias significativas (P<0.05)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Arrufat, A. (1982) Aportación al estudio de la Raza Ojinegra. Tesis doctoral. • Alacón, L. et al. (2000) Etnología XXV: Comunicación. • María, G. et al. (1991) ITEA Vol. Extra nº 11, Tomo 1. • Sierra, I. (1981) Ojinegra. Enciclopedia Aragonesa. • Sierra, I. (2002). Razas Aragonesas de Ganado. Gobierno de Aragón.

Agradecimientos: Agradecemos a los ganaderos sin cuya colaboración no se podría haber llevado a cabo dicho estudio. Además deseamos agradecer a Babel Gracia y Araceli Andrés, técnicos de AGROJI, y a Joaquín Soler, presidente de AGROJI. Este trabajo se ha desarrollado con la financiación del Proyecto INIA-PET2007-0006-C3 y fondos FEDER.

PRODUCTIVES PARAMETERS OF OJINEGRA OF TERUEL BREED IN DIFFERENTS BREEDING SEASONS: PRELIMINARY RESULTS

ABSTRACT: 8 flocks of Ojinegra ewes (n=5634) were studied during a productive cycle (2007-2008) in Teruel (Spain), a low-mountain dry and harsh area. Ojinegra ewes belong to a local breed, of small-medium size, reared under a semi-extensive system of management. Throughout three seasons (autumn, winter and spring) weight and BCS of 5634 ewes at lambing and weaning were recorded and 5786 lambs were weighed fortnightly from birth to weaning. Season had a significant (p>0.01) effect on weight and BCS of ewes and on lambs average daily gain. The average growth of lambs was 171 \pm 58.6 g/d, which was markedly lower than the growth mentioned in the literature. Several factors such as management, facilities, and chronic pathologies could be responsible of this low growth. Monitoring of the above mentioned factors should be carried out in order to characterize the production potential of this breed.

Keywords: Ojinegra breed, weight, body condition score, average daily gain.

OPTIMIZACIÓN DE LAS CARGAS GANADERAS EN LAS DEHESAS DE EXTREMADURA

Espejo Gutiérrez de Tena, A. M., Espejo Díaz, M., Prieto, P. M. y Paredes Galán, J.
Centro de Investigación Agraria La Orden Valdesequera. Junta de Extremadura.
Apartado 22. 06080- Badajoz. E-mail: ana.espejo@juntaextremadura.net

INTRODUCCIÓN

La Dehesa constituye un ecosistema agrosilvopastoral que se extiende por 1.429.958 hectáreas en Extremadura. (Servicio Forestal, Caza y Pesca, 2002).

Para conocer métodos óptimos de gestión de la Dehesa (Espejo et al., 2008) se ha llevado a cabo un proyecto internacional (INTERREG III-A SP4-E13) cofinanciado por la Unión Europea en el que han participado trece Centros de Investigación de Extremadura y el Alentejo en el que se han estudiado los distintos parámetros que pueden repercutir en mantener la viabilidad de las explotaciones y la conservación del ecosistema. La producción de pasto y el manejo del ganado en pastoreo son factores de gran importancia para conseguir estos objetivos. En este artículo se calculan las cargas ganaderas que pueden soportar los pastos para distintas áreas territoriales en función de las producciones obtenidas en el proyecto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para los estudios en campo en Extremadura se eligieron 54 fincas piloto, basándose principalmente en las especies arbóreas y su densidad (Espejo et al., 2006). Sobre 49 de éstas y durante cuatro años (2004-2007) el equipo de pastos estimó la producción potencial de pasto medida en kg de Materia Seca (MS) /ha, por el método de Carter (1962), mediante la colocación de cuatro jaulas de exclusión de pastoreo por finca, que fueron segadas en dos o tres épocas según el desarrollo de la hierba. Se controló el tipo de vegetación de las parcelas donde estaban colocadas las jaulas (pasto natural, majadal o pasto mejorado).

Para la estimación de las cargas se aplica la metodología descrita por Martín et al. (1986) que se basa en utilizar la ración de mantenimiento ovino (RMO), que representa las necesidades de mantenimiento de una oveja tipo de 40 kg en pastoreo extensivo y equivale al valor nutritivo de un heno de calidad media. Relacionándola con otras unidades alimenticias encontramos que $1 \text{ RMO} = 1730 \text{ Kcal de EM} = 0,635 \text{ UFL}$

El valor alimenticio de la hierba a lo largo del año varía enormemente ya que depende de su digestibilidad que se deteriora con el agostamiento, encontrándose la siguiente relación entre ambos: $1 \text{ kg MS} = 1,5675 \times \text{CD RMO}$. El coeficiente de digestibilidad de la hierba (CD), varía entre 0,75 en invierno y a inicios de primavera y 0,45 en otoño (pasto seco); como el animal come el pasto durante todo el año se considera un valor medio anual de 0,55. Usando este dato se obtiene la relación media que hemos utilizado para calcular las raciones producidas: $1 \text{ Kg MS} = 0,862 \text{ RMO}$.

En los sistemas tradicionales de explotación extensiva en pastoreo con un parto al año las necesidades anuales de ovejas y vacas son de 1579 RMO y 12473 RMO respectivamente (relación entre ambas: 7,9). Dividiendo las producciones por estas cifras se obtienen las cargas teóricas. Sin embargo hay que tener en cuenta que la suplementación es necesaria todos los años en épocas de carencia y de máximas necesidades (lactación), por lo que se considera que en sistemas extensivos de Dehesa los animales obtienen el 70 % de su alimento del pasto, de manera que dividiendo por 0,7 se obtienen los valores de cargas reales que se presentan en los resultados.

Además, para la presentación de los resultados se ha realizado la división de la región en ocho áreas homogéneas en base a sus características agrarias (orografía, suelos, vegetación, usos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las cargas medidas en ovejas productivas/ha que las fincas de dehesa han podido soportar en parcelas de pasto natural, majadal y pasto mejorado respectivamente. La carga en vacas/ha se determina dividiendo los citados valores por 7,9 (que no coincide exactamente con UGM/ha dado que esta unidad, muy utilizada en Europa, se refiere a un animal con más necesidades que las vacas extensivas de Dehesa)

Tabla 1. Cargas en ovejas/ha que pueden soportar las fincas de Dehesa

Tipo de Pasto y Área	Nº fincas	AÑO MUY SECO (2004/2005)		AÑO MEDIO (2005/2006 y 2006/2007)		AÑO LLUVIOSO (2003/2004)		MEDIA
		Media	Error	Media	Error	Media	Error	
Pasto Natural								
1. Norte	9	0,74	0,16	2,23	0,22	2,46	0,24	1,81
2. Llanos de Cáceres	4	0,45	0,02	2,41	0,12	2,35	0,29	1,74
3. Sierra San Pedro	3	0,56	0,04	2,23	0,07	2,33	0,27	1,71
4. Sierra Este	7	0,58	0,09	2,27	0,18	2,72	0,18	1,86
5. Centro	3	0,50	0,11	2,31	0,35	2,54	0,06	1,78
6. Campiña -Barros	1	-	-	2,62	1,26	-	-	2,62
7. La Serena	4	0,62	-	2,23	0,32	2,01	0,21	1,62
8. Sierra Suroeste	4	0,81	0,07	1,58	0,17	2,14	0,30	1,51
<i>Total general</i>	35	0,61		2,23		2,36		1,83
Majadal								
2. Llanos de Cáceres	3	0,81	0,19	3,07	0,56	4,23	0,72	2,70
3. Sierra San Pedro	2	0,86	0,34	2,40	0,19	3,80	0,11	2,36
4. Sierra Este	2	0,44	0,15	2,36	0,43	4,10	0,68	2,30
5. Centro	2	0,35	0,06	3,56	0,39	3,80	0,23	2,57
8. Sierra Suroeste	2	0,64	0,23	2,77	0,23	5,27	1,08	2,89
<i>Total general</i>	11	0,62		2,83		4,24		2,56
Pasto Mejorado								
3. Sierra San Pedro	1	0,78	-	3,13	0,07	3,85	-	2,59
5. Centro	1	0,29	-	4,21	1,32	4,68	-	3,06
8. Sierra Suroeste	1	0,31	-	3,44	0,08	4,43	-	2,73
<i>Total general</i>	3	0,46		3,60		4,32		2,79

En el pasto natural observamos que la carga media es de 1,83 ovejas/ha lo que se corresponde con una producción de 2347 kg MS/ha que está en concordancia con el valor estimado en estudios previos realizados por nuestros equipos (Olea et al., 1988). La variación entre fincas no es muy elevada, como se deduce por las estimaciones de los errores que se presentan. Sin embargo entre áreas esta variación es importante, oscilando entre 1,51 y 1,86, pues el valor de la Campiña no es muy representativo por estar tomado sobre una sola finca.

El factor que más ha influido es el año, principalmente condicionado por la pluviometría, (sobre todo por las lluvias de primavera), donde vemos que las cargas del año bueno cuadruplican los valores del año muy seco, en el que hubo que suplementar el ganado casi todo el año (en efecto, si en la finca disponemos de 2 ovejas /ha y el pasto cubre sólo a

0,61, la diferencia tendrá que cubrirse con aporte exterior, pues no se puede cambiar el censo todos los años).

Comparando las cargas de los distintos tipos de pasto vemos que en años malos no hay diferencia, pues ninguno produce lo suficiente para mostrar su potencial. En los años medios observamos que de 2,23 ovejas/ha con pasto natural se pasa a 2,83 en parcelas de majadal y a 3,6 en el pasto mejorado (este último no es muy representativo por basarse en número pequeño de datos). Similares tendencias se encuentran en años lluviosos

Los datos de cargas en los años medios son de gran utilidad para la decisión a tomar sobre las cargas a mantener en la finca, en función de la suplementación que el ganadero considere interesante para su empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carter, J. M. 1962. Pasture Range Research Techniques. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York, 90-101.
- Espejo, M., Espejo, A., Matos, C., Pereira, P. 2006. En Gestión ambiental y económica del ecosistema Dehesa en la Península Ibérica: 249-258.
- Espejo Díaz M., Martín Bellido M., Espejo Gutiérrez de Tena A. and Matos C. 2008. Options Méditerranéennes. Serie A, nº 78, 91-96.
- Olea, L.; Verdasco, P.; Paredes, J. 1988. Actas XXVI Reunión anual de la SEEP. Vol. I, 383-402.
- Martín Bellido, M.; Espejo Díaz, M.; Plaza Gonzalo, J.; López Carrión, M. 1986. Monografía INIA nº 57. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. 37 pp.
- Servicio Forestal, Caza y Pesca 2002. Plan Forestal de Extremadura, 2002. Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

STOCKING RATE OPTIMIZATION IN THE DEHESA (WOODED RANGELAND SYSTEM) OF EXTREMADURA

ABSTRACT: Stocking rates that can be supported by dehesa pastures are calculated for different areas in Extremadura based on the DM productions obtained in the project (INTERREG III-A SP4-E13) by means of harvest of herbage in exclusion cages. The estimation of the stocking rate is based on the annual production of RMO (sheep maintenance ration) per ha. It considers that the nutritional value depends on the digestibility (CD) that varies throughout the year ($1\text{kg MS} = 1.675 \times \text{CD RMO}$). It is considered that in extensive farming systems (lambing or calving once a year) the annual needs of ewes and cows are 1579 RMO and 12473 RMO.

Results indicate that the variation between areas oscillates from 1.51 to 1.86 ewes/ha in natural pasture. The year is the factor that most influences, since the stocking rate in a good rainy year is four times the value of a very dry year. There is no difference between potential stocking density in different pasture types in dry years but in the average years the values in natural pastures are 2.23 ewes/ha, in *majadal* pastures (improved by grazing) are 2.83 and in pastures improved by fertilization are 3.6 ewes/ha.

Keywords: *dehesa, stocking rate, dry matter, sheep maintenance ration, improved pastures.*

NUEVAS PERSPECTIVAS EN LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE CUERNAS DE CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*)

Estévez, J.A.¹, Gaspar-López, E.^{2,3,4}, Martínez, A.⁵, Olguín, C.A.^{3,4}, López Parra, J.E.^{2,3}, Ceacero, F.^{2,3,4}, Landete Castillejos, T.^{2,3,4}, García, A.J.^{2,3,4} y Gallego, L.^{2,3,4}

¹Venadogen S.L. Paseo de la Innovación, 1, 02006, Albacete. jose.estevez@uclm.es

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus UCLM, s/n, 02071, Albacete. ³Recursos Cinegéticos. Instituto de Desarrollo Regional. Campus UCLM, s/n, 02071, Albacete. ⁴Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. Campus UCLM, s/n, 02071, Albacete. ⁵Ciencia e Ingeniería de Materiales. Instituto de Desarrollo Regional. Campus UCLM, s/n, 02071, Albacete.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los objetivos de la gestión cinegética sobre ciervos en España van desde producir machos de alta calidad hasta proporcionar el máximo de piezas sin provocar daños a largo plazo en el hábitat. Pero una gestión cinegética de calidad debe incorporar nuevas ideas y herramientas, donde los objetivos de la explotación y rentabilidad económica inmediata no afecten negativamente a la conservación del medio y de las especies que lo habitan a largo plazo, sino que incluso la favorezcan.

Un buen sistema de gestión que apunte a trofeos de calidad suele reducir la presión sobre los machos para permitirles alcanzar la madurez del trofeo (7 años), pero también requiere una gestión intensiva que eleva los costes. Generalmente es difícil obtener información sobre el estado general de la población, y sobre todo en fincas donde lógicamente los dueños son reacios a cazar animales de buena calidad. Por lo tanto, una herramienta diagnóstica de la calidad que no implique sacrificar al animal es especialmente adecuada, y este es el caso de las cuernas desmogadas. Para cuantificar esa calidad, no es suficiente con el acercamiento tradicional de la valoración morfológica de trofeos, porque en el desarrollo de la cuerna influyen factores cuyo diagnóstico debería hacerse a través de otras técnicas. Un ejemplo ocurre en la finca objeto de este estudio, que presenta problemas de calidad de cuerna sin lograr identificar el motivo.

Nuestro objetivo fue evaluar y comparar el perfil químico, estructura y propiedades mecánicas de la cuerna de ciervo ibérico bajo dos modalidades diferentes de gestión. Por un lado, ciervos con alimentación controlada y de alta calidad de cuerna y por otro, ciervos bajo gestión tradicional, pero con baja calidad de cuerna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron y compararon (t-Student) dos lotes de cuernas. El primero constituido por 20 cuernas de ciervos adultos de las instalaciones experimentales de la ETSIA-UCLM. Los animales fueron mantenidos todo el año al aire libre en condiciones de semilibertad con alimentación *ad libitum* mediante el aprovechamiento de praderas y con el aporte de los complementos nutritivos necesarios, constituidos por un único pienso distribuido mediante carro mezclador.

El segundo lote constó de 10 cuernas de machos adultos silvestres de la Finca Comercial 05-2008. Esta finca se ubica en la provincia de Jaén, tiene una extensión de 1.500 ha valladas, con una densidad de 33 reses por 100 ha y sex-ratio 1:1. La calidad de los recursos vegetales es alta, sin verse afectada negativamente con esta densidad.

La metodología de muestreo y análisis de las cuernas siguió los protocolos establecidos en Landete-Castillejos et al. (2007a, 2007b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que existen algunos estudios generales sobre composición química, estructura y mecánica ósea en cuernas de cérvidos (Currey, 1979, 2004; Doyle, 1979; Pathak et al., 2001), se sabe muy poco sobre los factores que afectan al desarrollo y crecimiento de la cuerna en el ciervo ibérico. La comparativa con cuernas de las Instalaciones de la UCLM es crucial (Tabla 1), porque estos ciervos se mantienen en condiciones de cría y alimentación

controlada, es decir, sin las bruscas oscilaciones que en el medio natural tienen frecuentemente los recursos alimenticios.

Tabla 1. Valores comparativos (media \pm error estándar de la media) entre variables estructurales, químicas y mecánicas estudiadas en cuernas de la Finca Comercial 05-2008 y cuernas de adultos ($3,5 \leq$ edad (años) $\leq 5,5$) de la ETSIA-UCLM.

	Finca Comercial 05-2008 (media \pm E.E.M.)	ETSIA-UCLM (media ^a)	P
Longitud de la cuerna (cm)	66 \pm 2	80	0,001
Valoración de la cuerna (puntos)	100 \pm 8	129	0,001
Espesor hueso cortical (mm)	3,5 \pm 0,2	6	0,001
Ca (g/kg)	198 \pm 3	196	-
Mg (g/kg)	4,60 \pm 0,08	5	0,01
Na (g/kg)	5,1 \pm 0,1	6	0,001
P (g/kg)	96 \pm 1	96	-
S (g/kg)	2,01 \pm 0,04	0,9	0,001
B (mg/kg)	3,1 \pm 0,8	3	-
Co (mg/kg)	0,00 \pm 0,00	0,3	0,001
Cu (mg/kg)	0,00 \pm 0,00	0,4	0,001
Fe (mg/kg)	48 \pm 4	27	0,001
K (mg/kg)	602 \pm 24	652	-
Mn (mg/kg)	11,7 \pm 0,8	0,7	0,001
Mo (mg/kg)	0,00 \pm 0,00	0,4	0,001
Se (mg/kg)	1,00 \pm 0,07	0,8	-
Si (mg/kg)	112 \pm 13	97	-
Sr (mg/kg)	180 \pm 3	418	0,001
Zn (mg/kg)	53 \pm 1	52	-
Módulo de Elasticidad de Young (GPa)	15,6 \pm 0,4	17	0,01
Resistencia a la flexión (MPa)	324 \pm 7	343	-
Trabajo bajo la curva (kJ/m ²)	36,3 \pm 0,7	23	0,001

^aNo se incluye el error estándar de la media porque es propiedad patentable de la empresa de base tecnológica Venadogen S.L.

Estructura, medidas externas y valoración de los trofeos. Las cuernas del coto 05-2008 fueron un 21% más cortas que las de ciervos adultos de la UCLM. Se observó una diferencia similar en la valoración del trofeo. El espesor de la capa cortical fue casi la mitad que el valor medio de las cuernas de las Instalaciones UCLM con las que se compararon, lo que debilita estas cuernas y las hace más propensas a fracturas de puntas y vara principal.

Calidad mecánica del material óseo. La rigidez del hueso cortical de las cuernas silvestres fue de un 11% menor que el de las cuernas UCLM. La debilidad de las cuernas derivada de la delgadez de la capa cortical se ve agudizada por una peor calidad del material óseo.

Macrominerales. La composición mineral de las cuernas de la Finca Comercial 05-2008 reveló deficiencias en Na (22% menor) y Mg (6% menor). El Sr también fue un 230% menor,

y aunque éste no se considera un mineral esencial, puede sustituir al Ca en la formación de hueso y suplir parcialmente su falta como material estructural óseo.

Oligoelementos. En el grupo de la Finca Comercial 05-2008 existió una deficiencia severa en Cu, Co y Mb, ya que no se detectó ninguno de ellos. En el caso del Cu esta deficiencia pudo verse agravada por el exceso de S (220% mayor de lo normal), con valores cercanos al límite tóxico en rumiantes. El S reduce la absorción del Cu, de forma que un exceso de S puede producir deficiencia de Cu incluso si la concentración de éste en el alimento fuera adecuada. Existió un exceso de Fe (77% mayor). Aunque la intoxicación por Fe sólo se produce a niveles altos, existe evidencia de que un exceso moderado de Fe puede reducir la absorción de Cu. Además, se ha observado que un exceso de Fe inhibe los procesos de osificación (Mandalunis et al., 1997), al igual que deficiencias en Cu han sido asociadas a osteocondrosis, proceso que puede afectar a la mineralización ósea y, por ende, al crecimiento de la cuerna.

Si el objetivo de la gestión es la mejora del trofeo a corto y mediano plazo, tanto edad como hábitat deben funcionar en conjunto. Una alimentación inadecuada no sólo da lugar a cuernas más pequeñas, sino a un menor número de nacimientos y mayor incidencia de enfermedades. El patrón químico-estructural de las cuernas de la finca 05-2008 apunta hacia deficiencias minerales de Cu, Co, Mo, Mg, Na y Sr, y a un exceso de S en el hábitat, este último debido probablemente al uso de fertilizantes. Su solución podría plantearse mediante el diseño de un complemento mineral específico, independientemente de la densidad de población.

En conclusión, la composición química de la cuerna, las propiedades mecánicas y variables estructurales son un indicador fiable del esfuerzo fisiológico realizado para hacer crecer la cuerna. Por tanto, pueden proporcionar un índice de calidad del macho, mostrar diferencias en alimentación y el estado general de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Currey, J.D. 1979. *J. Biomech.* 12: 313-319.
- Currey, J.D., Brear, K., Zioupos, P. 2004. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271: 517-522.
- Doyle, J.J. 1979. *J. Anim. Sci.* 49: 482-497.
- Landete-Castillejos, T. Estevez, J.A., Martínez, A., Ceacero, F., García, A.J., Gallego, L. 2007a. *Bone* 40: 1095-1102.
- Landete-Castillejos, T., Currey, J.D., Estevez, J.A., Gaspar-López, E., García, A.J., Gallego, L. 2007b. *Bone* 41: 794-803.
- Mandalunis, P.M., Cabrini, R.L., Ubios, A.M. 1997. *Acta Odont. Latin.* 10: 55-61.
- Pathak, N.N., Pattanaik, A.K., Patra, R.C., Arora, B.M. 2001. *Small Ruminant Res.* 42: 61-65.

NEW PERSPECTIVES FOR QUALITY DETERMINATION OF IBERIAN RED DEER ANTLERS

ABSTRACT: Nowadays, deer management objectives range from those that aim to produce high-quality trophies to those that support maximum harvest with minimum habitat damage. In any case, there is an increasing demand of new high-tech game management tools that aim to improve the size and quality of antlers.

The classical approach has been to get scientific data for studies supporting game management on observations (labour costly and often not very efficient for getting data), and obtaining samples from hunted individuals. We applied a novel technique consisting of using the mineral profile, structural variables, and mechanical properties of antlers in order to assess the physiological effort made to grow the antler and diet.

We aimed to compare antlers from a wild population suffering an undetected problem of management that causes low quality antlers versus antlers from well-fed, captive-bred deer. The comparison detected significant mineral deficiencies (Cu, Co, Mo, Mg, Na and Sr) and also high levels of Fe and S on the wild population. Differences between the two populations suggest an influence of diet in antler chemical composition, structural variables and mechanical properties. Iron overloading and Cu deficiencies may inhibit endochondral ossification, which is in turn related to reduction of antler growth and therefore trophy quality. These data support that micronutrient intake has significant effects on trophy quality. All this suggests that this technique may be useful for assessing the state of a deer population.

Keywords: antler, composition, diet, management, red deer.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN MEDIANTE PASTOREO DE SORGO Y ZACATE SUDÁN

Hernández-Ortega, M., Améndola, M.R.D., Burgueño, F.J.A. Huerta, B.M. y Martínez, H.P.A.
Posgrado en Producción Animal – Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera
México -Texcoco Chapingo, México. C.P. 56230
marho77@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Es probable que la incorporación de forrajes anuales de verano a los sistemas de producción de leche en pastoreo permita mantener una carga animal alta sin necesidad de utilizar proporciones altas de forrajes conservados. La fuerte caída en la producción de forraje durante el invierno, es el primer factor que impide mantener una carga animal alta durante el año. En México, se ha explorado la producción de leche en pastoreo de praderas permanentes y anuales de invierno; sin embargo, el pastoreo de forrajeras anuales de verano ha sido poco investigado en condiciones de zonas templadas con inviernos benignos.

Entre los principales cultivos forrajeros de verano de los sistemas lecheros intensivos se encuentran los sorgos forrajeros híbridos (*Sorghum bicolor* Moench. x *Sorghum sudanensis* Brot.) y zacate sudán (*Sorghum sudanensis* Brot.). Aunque estos cultivos presentan limitantes para ser cosechados por pastoreo, debido a la altura que alcanzan en corto tiempo y su baja resistencia al pisoteo, tienen la ventaja de producir gran cantidad de forraje en periodos cortos con valor nutricional relativamente alto. Con base en lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron determinar la producción de forraje de sorgo y zacate sudán en etapas tempranas de crecimiento, así como la eficiencia de cosecha del forraje producido por medio de pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre abril y septiembre de 2003 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado a 19° 29' N, 98° 53' O y 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano; el promedio de precipitación anual es de 636,5 mm, la temperatura media anual es 15,2°C (García, 1998). El suelo del área experimental tiene capacidad media de retención de humedad, es neutro y medianamente rico en materia orgánica (Cachón *et al.*, 1976).

Se evaluaron sorgo forrajero Sumore (híbrido de cruza trilineal) y zacate sudán Kikapoo con un diseño de bloques completos al azar en parcelas de 180 m². La siembra se realizó el 22 de abril de 2003 con sembradora mecánica, a densidad de 27,1 y 29,6 kg de semilla ha⁻¹ para Kikapoo y Sumore, respectivamente y surcos de 0,56 m. A la siembra se fertilizó con 100-60-00 (N-P₂O₅-K₂O), al inicio del primer rebrote se aplicaron 60 kg N ha⁻¹. Se regó por aspersión 1, 9, 17, 24 y 38 días después de la siembra (DDS), la lámina total fue de 150 mm. Se realizaron tres ciclos de pastoreo a: 58, 115 y 146 DDS; la densidad de carga animal fue de 4 vacas por parcela, sin superar ocho horas. Se determinó el forraje ofrecido (MFO) y residual (MFR) por parcela. En los dos primeros pastoreos MFO y MFR se determinaron por corte a ras de suelo a partir de cinco ubicaciones sistemáticas de una unidad de muestreo de 0,27 m² (0,9 x 0,3 m). Las muestras de forraje se pesaron en seco (55°C hasta peso constante) para expresar MFO y MFR en base seca. La producción neta de forraje (PNF) por potrero se calculó mediante la diferencia de MFO y MFR, en tanto que la eficiencia de utilización (EU) expresó PNF como porcentaje de MFO. Se determinó la composición morfológica (CM). Para el análisis estadístico se utilizó un modelo de bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas en el tiempo.

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo mixto de medidas repetidas en el tiempo en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los datos se analizaron por medio del paquete estadístico SAS® usando el procedimiento PROC MIXED. El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ijk} = \mu + V_i + C_j + B_k + V \times B_{ik} + C \times V_{ij} + E_{ijk}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MFO no mostró efecto ($P>0,05$) de variedad ni de ciclo de pastoreo, por lo que las diferencias en MFR tuvieron un efecto marcado en EU y PNF que sólo mostraron efecto ($P<0,05$) por ciclo de pastoreo (Tabla 1). Los resultados de MFO y MFR están relacionados con los obtenidos para PNF y EU; en el segundo ciclo de pastoreo mayor MFR implicó reducciones en PNF y EU.

Tabla 1. Características de producción¹ de dos variedades de sorgo en tres ciclos de pastoreo.

Fuente de Variación		MFO (kg MS ha ⁻¹)	MFR (kg MS ha ⁻¹)	PNF (kg MS ha ⁻¹)	EU (%)
Ciclo	Primero	8149 ^a	3005 ^b	5145 ^a	62,3 ^a
	Segundo	7117 ^a	4262 ^a	2855 ^b	37,9 ^b
	Tercero	8176 ^a	3918 ^{ab}	4259 ^{ab}	51,5 ^{ab}
Variedad	Kikapoo	7838 ^a	3758 ^a	4080 ^a	51,1 ^a
	Sumore	7791 ^a	3698 ^a	4092 ^a	50,1 ^a

¹ MFO = masa de forraje ofrecido; MFR = masa de forraje residual; PNF = producción neta de forraje; EU = eficiencia de utilización. ^{a,b} Medias con una misma literal en cuadro de interacción no difieren ($P>0,05$).

Considerando las medias de mínimos cuadrados de cultivar y ciclo presentadas en la Tabla 1, cada incremento de 1 kg MS en MFR implicó reducciones de 0,018 puntos porcentuales en EU ($R^2=0,89$) y 1,6 kg MS en PNF ($R^2=0,86$). Como consecuencia de lo anterior, PNF fue mayor ($P<0,05$) en el primer ciclo que en el segundo. Por lo general, en sorgos forrajeros la PNF del primer ciclo de crecimiento es mayor que en los siguientes ciclos (Romero *et al.*, 2004).

La proporción de hoja en Sumore fue mayor ($P<0,05$) que en Kikapoo, mientras que la proporción de hoja en el segundo ciclo de pastoreo fue mayor que en el primero. Debido a que hoja y tallo fueron los componentes dominantes, en la proporción de tallo se presentan resultados opuestos a los obtenidos en hoja. El pastoreo se realizó con el cultivo en estado vegetativo, por lo que la proporción de panoja fue baja y resultó mayor ($P<0,05$) en Kikapoo (Tabla 2). Durante el pastoreo del primer rebrote de zacate sudán, la mayor parte de tallos que desaparecen son macollos tiernos remanentes del primer pastoreo, mientras que en el segundo rebrote hay una marcada selectividad hacia la hoja, debido a que el tallo es el residuo del pastoreo anterior (Acosta *et al.*, 1984; Mieres *et al.*, 1985).

Tabla 2. Composición morfológica en el forraje ofrecido de dos variedades de sorgo en dos ciclos de pastoreo.

Fuente de variación		Hoja (%MS)	Tallo (%MS)	Panoja (%MS)
Ciclo	Primero	35,4 ^b	63,8 ^a	2,1 ^a
	Segundo	51,5 ^a	46,9 ^b	1,8 ^a
Variedad	Kikapoo	35,3 ^b	62,8 ^a	3,0 ^a
	Sumore	51,6 ^a	47,9 ^b	1,0 ^b

^{a,b} Dentro de variable respuesta y tratamiento (ciclo y variedad), medias con un mismo literal no difieren ($P>0,05$).

Considerando el lapso entre siembra y primer pastoreo, los periodos de descanso y los valores de MFO y MFR (Tabla 1), se puede estimar que la tasa promedio de acumulación de forraje fue menor en el segundo ciclo de pastoreo que en los otros dos (en promedio 77 en el segundo ciclo vs 129 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ en cada uno de los otros dos ciclos). El primer ciclo de pastoreo incluyó la fase de establecimiento, por lo que la alta tasa de acumulación pudo deberse a condiciones climáticas más favorables, ya que en ese periodo se presentó una hora diaria más de insolación y la temperatura media fue mayor en 3°C, ya que los óptimos

térmicos para crecimiento de sorgos son relativamente altos. Tomando en cuenta que no existieron diferencias climáticas importantes entre el segundo y tercer ciclos, la menor tasa de acumulación del segundo ciclo probablemente se debió a la menor MFR del primer ciclo (Tainton *et al.*, 1996).

La alta proporción de hoja encontrada en el presente trabajo (51,6% para Sumore y 35,3% para Kikapoo) pudo estar relacionada con la edad en la cual se realizó la cosecha (58 y 50 DDS para el primer y segundo ciclos, respectivamente). Sin embargo, contra lo esperado, el mayor contenido de hoja de Sumore frente a Kikapoo no se tradujo en mayores grados de utilización.

Entre la siembra y el tercer pastoreo transcurrieron 146 días, la suma de PNF de los tres ciclos fue 12'259 kg MS ha⁻¹, considerando estas dos cifras el promedio de tasa de acumulación de forraje utilizable fue 84 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹, misma que satisface los requerimientos de un sistema donde 60% de la superficie sembrada esté destinada a praderas permanentes y el resto a praderas anuales y áreas de conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M.Y., Mieres, J.M., Durán, H. 1984. *Inv Agron.* (5):75-77.
- Cachón, L.E.A., Nery, G.H., Cuanalo, C.E.H. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Chapingo, México: Secretaría de Agricultura y Ganadería. Colegio de Postgraduados; 80 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed. México D.F., México: UNAM; 217 pp.
- Mieres J., Acosta Y., Durán H. 1985. *Inv Agron.* (6):68-71.
- Romero L., Aronna S., Comerón E. 2002. <http://www.elsitioagricola.com/articulos/romero/>
- Tainton, N.M., Morris, C.D., Hardy, M.B. 1996. Complexity and stability in grazing systems. In: Hodgson J., and Illius A.W. (eds.). *The ecology and management of grazing systems.* London, United Kingdom: CAB INTERNATIONAL. 275-299.

FORAGE PRODUCTION AND UTILIZATION EFFICIENCY UNDER GRAZING OF FORAGE SORGHUM AND SUDAN GRASS

ABSTRACT: Forage production and harvest efficiency under grazing of summer forage crops were evaluated. The experiment was carried out between September and April 2003. Cultivars of sorghum forage (Sumore) and sudan grass (Kikapoo) were evaluated with three grazing cycles that took place at: 58, 115 and 146 days after sowing. Cultivars did not differ ($P>0,05$) in net herbage production. Residual herbage mass was higher ($P<0,05$) in the first grazing cycle, while net herbage production and efficiency of utilization were higher ($P<0,05$). Proportions of leaves were higher ($P<0,05$) in Sumore and in the second grazing cycle. Under the conditions of this experiment, net herbage production of sorghum forage and sudan grass were high enough to cover summer forage demands of the system.

Key words: *efficiency, grazing, Sorghum, Sudan grass*

EFFECTO DE LA EPOCA DE PARTO SOBRE LA PRODUCCION DE OVEJAS DE RAZA ASSAF ESPAÑOLA EN ESTABULACIÓN Y PASTOREO

Romero, J., Bodas, R., Martínez, Y., Díez, P., Lavín, P. y Mantecón A.R.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). 24346 Grulleros (León)
Email: mantecon@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

La raza Assaf Española se encuentra actualmente difundida por amplias zonas del territorio nacional, con un censo estimado de 3 millones de cabezas, de las cuales, más del 50% se encuentran en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Numerosos factores han influido en la difusión de esta raza, siendo de destacar su elevado nivel de producción y la adaptación a las condiciones de explotación de la meseta norte. Por el elevado nivel de producción y limitaciones de mano de obra en los últimos años ha aumentado el número de explotaciones que mantienen todos los animales permanentemente en estabulación.

Uno de los factores limitantes en los actuales sistemas de producción ovina de leche es la estacionalidad en la producción por cuanto condiciona el abastecimiento regular a las industrias transformadoras (Palacios y De la Fuente, 2007). Si bien, el tener parideras fuera de la estación reproductiva favorable puede influir en la producción lechera de las ovejas.

Teniendo en cuenta los planteamientos indicados, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la época de parto (invierno, primavera, verano y otoño) y el sistema de producción (estabulación vs. pastoreo), sobre las características productivas de ovejas de raza Assaf Española.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se utilizó la información obtenida de los controles mensuales de leche correspondientes a 58941 lactaciones de un total de 33 explotaciones de ovejas de raza Assaf Española, todas ellas ubicadas en la provincia de León durante los años 2002 a 2005. De las 33 explotaciones, 18 realizaban pastoreo y 15 mantenían a los animales permanentemente estabulados. El número medio de lactaciones controladas en cada explotación y año fue de 420 y 525, para los grupos de pastoreo y estabulación, respectivamente. Los parámetros que se utilizaron en este trabajo son: nº de ovejas controladas, intervalo entre partos, intervalo parto-destete, duración de la lactación (días), producción diaria de leche (ml), producción de leche por lactación (l) y producción de leche ajustada a 150 días (l). Los datos fueron analizados utilizando el sistema de producción y la época de parto como efectos fijos, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos distribuidos por sistema de producción y estación del año en que tuvieron lugar los partos, con el nivel de significación estadística para cada uno de ellos. El número de ovejas paridas se distribuyó según la época del año, alcanzando los valores máximos en invierno, descendiendo en primavera y otoño (con valores muy parecidos entre sí) y siendo mínimos en verano; lo cual coincide con la estacionalidad en la producción de leche en Castilla y León. Es de destacar la mayor proporción que suponen los partos en primavera en los sistemas de estabulación (28%) en comparación con los sistemas de pastoreo (20%).

El intervalo entre partos fue mayor en el sistema de pastoreo que en el de estabulación, para todas las estaciones del año. Por lo que respecta a su distribución a lo largo del año, el mayor intervalo entre partos se observó para la estaciones de invierno y otoño, en ambos sistemas, que como se indicará posteriormente coincide con las mayores producciones por lactación. Los crías fueron destetadas, de media, a los 23 días tras el nacimiento, si bien, de

forma general, este periodo de tiempo fue mayor para el sistema de pastoreo que para el de estabulación en todas las estaciones salvo en verano.

En cuanto a la producción de leche media diaria por oveja, esta fue mayor en invierno, descendiendo en primavera y alcanzando los valores mínimos en verano para el sistema de estabulación y en otoño para el de pastoreo (Figura 1). En esta misma Figura 1, se observa que las producciones en el sistema de pastoreo son mayores que las del sistema de estabulación en invierno y primavera (1667 y 1617 vs. 1641 y 1591 ml/oveja/día respectivamente), pero inferiores en verano y otoño (1543 y 1529 vs. 1563 y 1630 ml/oveja/día respectivamente). Estudios previos realizados en ovejas de raza Assaf también mostraron una distribución similar de la producción de leche a lo largo del año en función de la época del parto (Palacios y De La Fuente, 2007). Conviene destacar, asimismo, que más del 60% de las ovejas paren en la primera mitad del año (Tabla 1).

Excepto en verano, la mayor cantidad de litros totales/oveja se obtuvieron en el sistema de producción de estabulación. Por otra parte, la producción de leche ajustada a los 150 días, fue mayor en otoño e invierno para el sistema de estabulación, mientras que en primavera y en verano mostró valores mayores en el sistema de pastoreo. Asimismo, y de acuerdo con las observaciones realizadas por Díez et al. (2003), considerando ambos sistemas, existe una correlación positiva y significativa entre producción de leche y duración de la lactación.

Por lo que respecta a la distribución de la producción media diaria de leche por oveja, la mayoría de los animales se sitúa en unas producciones medias entre los 1250 y 2500 ml, encontrándose más animales con producciones medias en el sistema de pastoreo, y más animales con producciones extremas en el caso de la estabulación (Figura 2). Si atendemos a la distribución de la duración de la lactación, en ambos sistemas la media se sitúa en torno a 180-210 días. No obstante, se observó un mayor porcentaje de animales con lactaciones más largas en el sistema de estabulación. Sin embargo, puede decirse para ambos sistemas que alrededor del día 210, el 67% de los animales habrán terminado su lactación.

A modo de conclusión, se han puesto de manifiesto diferencias en la producción de leche (ml/día y días de lactación) y en la duración del intervalo entre partos en función de la época de parto en ambos sistemas de producción (pastoreo y estabulación) lo cual debería tenerse en cuenta cuando se plantean alternativas en la gestión de las explotaciones ovinas de raza Assaf Española.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Díez, P.; Martínez, Y.; Villadangos, B.; Huerga, E., Mantecón, A.R. 2003. *ITEA*, vol Extra 24: 797-799.
- Palacios, C., De La Fuente, L.F. 2007. *ITEA*, vol Extra 28: 303-305.
- SAS, 1999. SAS Publishing, Cary, NC (USA).

Agradecimientos: A la Excm. Diputación Provincial de León por la subvención del convenio de Mejora de la Raza Assaf en la Provincia de León.

EFFECT OF LAMBING SEASON ON PERFORMANCE OF SPANISH ASSAF EWES REARED UNDER GRAZING OR INDOORS SYSTEMS

ABSTRACT: A total of 58941 lactations from 33 farms (15 zero grazing and 18 under grazing management system) were studied to evaluate the effects of lambing season on performance of Spanish Assaf ewes. The number or parturitions was maximum in winter, with higher proportions for intensive than for extensive systems, more than 60% of the ewes lambing from January to June. Daily milk production per ewe was greater in winter, and minimum in autumn (extensive) and summer (intensive). Extensive systems showed the greatest interval between lambing dates, the greatest values being reached in winter and autumn. Ewes were milked for an average of 180 days, and 67% of the ewes had finished their lactation by day 210. There are differences due to lambing season in grazing and indoor systems, which should be taken into account when planning managing options.

Keywords: Lambing season, rearing system, Assaf, milk production

Tabla 1. Media y nivel de significación de los parámetros productivos para cada sistema de producción y estación del año.

	Pastoreo			Estabulación					N.S.		
	I	P	V	O	I	P	V	O	d.e.r.	Sist	Est
Nº de ovejas paridas/explotación y año	185	83	41	111	212	147	47	119	114,5	**	***
Intervalo entre partos (días)	339	317	294	336	331	304	274	313	82,9	***	***
Intervalo parto-destete (días)	24,1	24,6	21,4	23,4	22,6	22,4	23,1	20,1	10,70	***	***
Duración de la lactación (días)	196	172	151	172	199	179	153	163	67,4	t	***
Producción de leche diaria (ml/oveja)	1667	1617	1543	1529	1641	1591	1563	1630	589,0	**	***
Producción de leche por lactación (l/oveja)	332	240	245	263	334	287	245	267	156,6	**	***
Producción de leche a 150 días (l/oveja)	289	273	266	258	292	268	265	274	98,0	t	***

I=Invierno, P = Primavera; V = Verano; O = Otoño

d.e.r.=Desviación estándar residual

N.S. = Nivel de significación estadística para el sistema (Sist) y la estación (Est): t = P < 0,10; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001

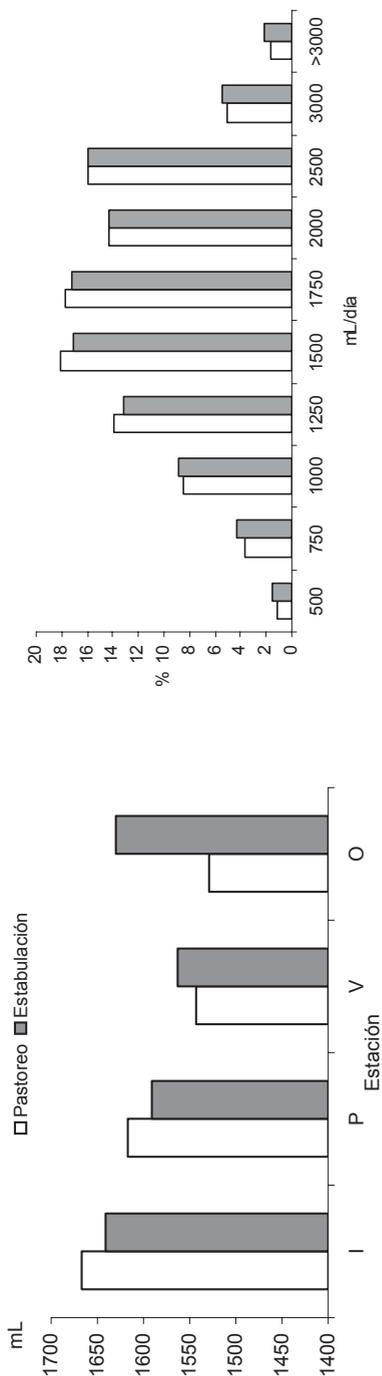


Figura 1. Producción media de leche por oveja y día (ml) en cada estación del año para cada sistema de producción.

Figura 2. Distribución (%) de la producción media diaria de leche para cada sistema de producción.

EFECTO DE LA SIMPLIFICACIÓN DEL MANEJO ALIMENTICIO EN VACAS SECAS

Casasús I.¹, Blanco M.¹, Álvarez-Rodríguez J.¹, Sanz A.¹ y Revilla R.²

¹CITA de Aragón, ²CTA, Gobierno de Aragón. icasasus@aragon.es

INTRODUCCIÓN

El aumento de tamaño de los rebaños de vacuno de carne conlleva la intensificación de la mano de obra (García-Martínez, 2008), que hace necesaria una simplificación del manejo. Tareas rutinarias como la distribución de alimentos consumen mucho tiempo, aunque se ha demostrado que una reducción en la frecuencia de distribución de la dieta de 7 a 3 veces por semana no afecta negativamente a los rendimientos de vacas ni de sus terneros, con una reducción total de tiempo de trabajo del orden del 30% (Farrie *et al.*, 2004). La simplificación es quizá más factible en vacas secas, ya que durante el invierno pueden mantenerse en estabulación, con distribución diaria de la ración, o al aire libre, donde además de la ración ofrecida el pasto puede suponer un recurso forrajero adicional. En este contexto, el objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de una reducción en la frecuencia de distribución de la alimentación (diaria vs. semanal) sobre los rendimientos de vacas secas, el aprovechamiento de pastos forestales y el consumo de mano de obra.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Finca Experimental “La Garcipollera” (Pirineo oscense). Se utilizaron dos lotes de vacas de raza Parda de Montaña, secas y en cubrición de invierno. Un grupo de 18 vacas (lote **Testigo**) permaneció durante 68 días (24-ene a 2-abr, invierno) en estabulación libre, abierta y con cama de paja, y recibió diariamente 10 kg MF/cabeza (90% MS) de una ración completa (47% paja, 11% alfalfa deshidratada, 13% cebada, 8% melaza, 7% pulpa de cítricos, 5% gluten feed, 4% harina de soja, 4% torta de colza), calculada para cubrir el 120% de sus necesidades de mantenimiento. Otro grupo de 28 vacas (lote **Simplificado**) permaneció durante el mismo periodo en pastos forestales (250 ha de pinar) sin instalaciones, recibiendo en una única distribución semanal 70 kg MF/cabeza de la misma ración completa en comederos móviles situados en el pasto. Tras finalizar la cubrición ambos lotes pastaron en las mismas áreas boscosas durante 79 días hasta el inicio del pastoreo en puertos de montaña (2-abr a 20-jun, primavera).

Las vacas se pesaron quincenalmente durante el periodo de diferente manejo de la alimentación en invierno (antes de la distribución de la ración diaria o semanal) y al final del pastoreo de primavera. La condición corporal (CC) se registró al inicio y final del invierno y tras el pastoreo de primavera. Quincenalmente durante el invierno se obtuvieron muestras de sangre para determinar la concentración de diversos indicadores del estado nutricional (ácidos grasos no esterificados (AGNE), β -OH-butilato, triglicéridos y urea), y se tomaron muestras de heces rectales para determinar su contenido en nitrógeno (N fecal, indicador de la calidad de la dieta consumida), así como de la ración completa y del pasto disponible en la zona. El tiempo destinado al reparto de la ración en ambos lotes y de la cama en el lote Testigo se registró diariamente, así como la cantidad de paja (kg) destinada a la cama. En el lote Simplificado, se estimó visualmente la cantidad de forraje remanente en los comederos dos veces al día (8 y 16 h), y se anotó a la vez la presencia de vacas en su entorno.

Se realizaron análisis de varianza (proc GLM) considerando el lote como efecto fijo para evaluar su influencia sobre los rendimientos en invierno y primavera, incluyéndose además la fecha de muestreo en el caso de los metabolitos y el contenido en N fecal. Se presentan las medias mínimo cuadráticas y su error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso y CC de las vacas y su variación durante el ensayo se muestran en la Tabla 1. Los animales del lote Simplificado presentaron una ligera pérdida de peso y CC durante el invierno, mientras que las vacas del lote Testigo tuvieron una ganancia neta en ambos

parámetros, con lo que tendieron a pesar más al final del invierno y presentaron un estado corporal superior. Posteriormente, durante el pastoreo de primavera en bosques, las vacas de ambos lotes tuvieron similar ganancia de peso y CC, con lo que a final de primavera no hubo diferencias significativas en el peso pero se mantuvo un mejor estado de reservas en las vacas del lote Testigo. La ausencia de compensación de las diferencias creadas durante el invierno en la fase posterior de pastoreo contrasta con lo observado por Revilla *et al.* (1995) y Casasús *et al.* (2002) en los mismos pastos y épocas. Ello podría deberse a que en el presente trabajo las vacas de ambos lotes presentaban buen estado corporal al inicio de la primavera (>2,6) y fueran necesarias mayores diferencias para inducir una compensación.

Tabla 1. Evolución del peso y CC de las vacas de ambos lotes durante el invierno (con manejo diferenciado de la alimentación) y el pastoreo de primavera en bosques.

Lote	Simplificado	Testigo	P
PV inicio invierno	577,4 ± 9,7	579,2 ± 8,0	0,90
PV fin invierno	567,4 ± 8,8	592,3 ± 10,1	0,07
PV fin primavera	579,5 ± 12,1	599,3 ± 9,4	0,28
GMD invierno	-0,091 ± 0,04	0,254 ± 0,05	<0,001
GMD primavera	0,287 ± 0,06	0,293 ± 0,08	0,95
CC inicio invierno	2,68 ± 0,05	2,77 ± 0,06	0,20
CC fin invierno	2,63 ± 0,04	2,89 ± 0,05	<0,001
CC fin primavera	2,71 ± 0,04	2,93 ± 0,04	0,004
Var CC invierno	-0,035 ± 0,030	0,123 ± 0,037	0,002
Var CC primavera	0,109 ± 0,021	0,081 ± 0,029	0,45

Mientras en el lote Testigo no hubo rehusados sobre la oferta diaria (consumo constante de 9,0 kg MS/vaca) (Figura 1), en el lote Simplificado el ritmo de consumo fue similar durante los cuatro primeros días de la semana (13,9 ± 4,3 kg MS/cabeza, dato que indicaría la ingestibilidad máxima de la dieta), en los que se consumió el 89 ± 10,6% del forraje disponible, y luego se redujo progresivamente el 5° y 6° día, no quedando forraje en los comederos durante el 7° día. Aunque durante las dos primeras semanas del ensayo siempre hubo vacas en el entorno de los mismos, posteriormente no se observaron animales en la zona cuando se reducía la disponibilidad de forraje (5°-6° día).

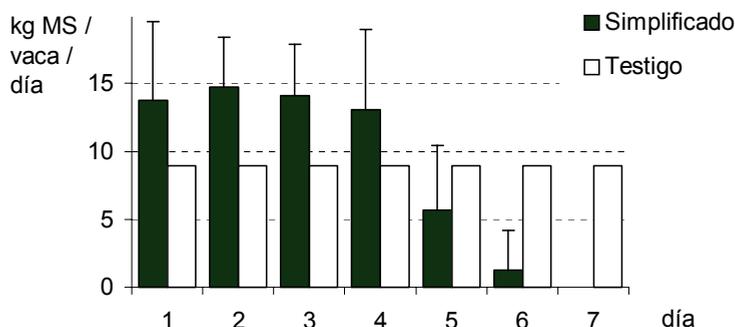


Figura 1. Ritmo de consumo del forraje a lo largo de la semana en ambos lotes.

En cuanto al contenido en N fecal, éste fue significativamente menor en el lote Simplificado que en el Testigo (1,28 ± 0,07 vs. 1,54 ± 0,05%, respectivamente, P<0,01), con diferencias más acusadas en los dos últimos muestreos. Esto indicaría el consumo de una dieta más rica en proteína por el lote Testigo, aunque recibieron la misma ración completa (9,0 ± 2,51% PB, 54,9 ± 3,77% FND, 31,7 ± 3,27% FAD). Dado que a partir del 5° día tras la

distribución apenas quedaba forraje en los comederos, cabe pensar que las vacas del lote Simplificado incorporaron a su dieta una proporción no despreciable del pasto en estado senescente disponible en invierno en las zonas boscosas en que se hallaban, de calidad nutritiva muy baja ($4,4 \pm 0,31\%$ PB, $76,0 \pm 3,31\%$ FND, $42,1 \pm 2,75\%$ FAD).

La concentración de los metabolitos analizados, a excepción de la urea ($4,72 \pm 0,07$ vs. $4,82 \pm 0,10$ mmol/l el lote Simplificado y el Testigo, respectivamente, NS), indicó un estado nutricional inferior en las vacas del lote Simplificado. A lo largo del ensayo éstas presentaron un mayor contenido sérico de AGNE ($0,40 \pm 0,01$ vs. $0,13 \pm 0,01$ mmol/l, $P < 0,001$), con diferencias significativas desde los primeros 15 días de manejo diferenciado. La respuesta fue menos inmediata en los triglicéridos ($0,27 \pm 0,01$ vs. $0,33 \pm 0,02$ mmol/l, $P < 0,05$) y el β -OH-butirato ($0,20 \pm 0,01$ vs. $0,15 \pm 0,01$ mmol/l, $P < 0,001$), que presentaron las diferencias sobre todo al final del ensayo. Los niveles de AGNE y β -OH-butirato en el lote Simplificado fueron muy similares a los observados por Manninen *et al.* (2008) en vacas mantenidas durante el invierno al aire libre con una ración diaria que cubría sus necesidades energéticas, por lo que cabe concluir, atendiendo también a los rendimientos observados, que este lote no se encontró subnutrido. Sin embargo, su peor estado nutricional frente al Testigo podría achacarse a la mayor demanda energética para la homeostasis al aire libre, por las condiciones meteorológicas invernales: en el periodo de control se registró una t^a media de $5,5^{\circ}$ C, 221 mm de precipitación repartida en 22 días de lluvia y 8 de nieve, que persistió en el suelo durante 16 días, datos similares a la media registrada en la Finca en los 10 años anteriores.

El tiempo de reparto de la alimentación supuso $10,12 \pm 1,92$ min/día en el lote Testigo, con 10,0 min/semana para el reparto de 600 kg de paja para la cama. En el conjunto del periodo experimental se dedicaron 36,52 min/vaca al reparto de la dieta y 5,20 min a la distribución de 311,7 kg paja/vaca. En el lote Simplificado, el reparto semanal de la dieta duró $44,90 \pm 5,35$ min, lo que resultó en 15,48 min/vaca en el conjunto del ensayo, es decir, una reducción de un 63% en el tiempo total de trabajo (incluso no considerando la limpieza de deyecciones en el lote Testigo) y un considerable ahorro de paja para la cama.

En conclusión, el mantenimiento al aire libre en invierno y la distribución semanal de la dieta no presenta consecuencias negativas a largo plazo sobre los rendimientos de vacas secas si se cubren sus necesidades nutritivas, y supone un notable ahorro de mano de obra.

Agradecimientos: Personal de La Garcipollera y Laboratorio de Valoración de Alimentos del CITA. Financiación: INIA (RTA2005-234-C02, RTA2005-231 y RZP2004-008) y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casasús, I. Sanz, A. Villalba, D. Ferrer, R., Revilla, R. 2002. *J. Anim. Sci.* 80: 1638-1651.
- Farrie, J.P., Haurez, P., Chaigneau, F., Joulie, A., Renon, J., 2004. *11 Renc. Rech. Rum.*, Paris: 137-140.
- García-Martínez, A. 2008. *Tesis Doctoral*, Univ. Zaragoza.
- Manninen, M. Sankari, S., Jauhiainen, L., Kivinen, T., Anttila, P., Soveri, T. 2008. *Livest. Sci.* 115: 179-194.
- Revilla, R., D'Hour, P., Thénard, V., Petit, M. 1995. *2 Renc. Rech. Rum.*, Paris: 61-64.

SIMPLIFICATION OF FEEDING MANAGEMENT IN DRY COWS

ABSTRACT: The effect of reducing feeding frequency on cow performance and labour costs was analysed in dry cows either kept indoors during the winter (68 d) and fed once daily 10 kg of a total mixed ration (1D) or on forest pastures and fed once weekly 70 kg (1W). Cows on 1W treatment consumed 89% of the offer on the first 4 days, but fecal N indicates that they could have also grazed on the low quality forage available in forest pastures in the winter. Although blood metabolites indicate a lower nutritional level in 1W cows than that of 1D cows, they only had minor BW and BCS losses during the winter with no further consequences. The total time devoted to feed and bed straw distribution was almost three-fold higher in 1D than in 1W treatment.

Keywords: feeding frequency, dry cows, labour, performance

LA SAL COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTION GANADERA EN PASTOS DE MONTAÑA. 1.- EFECTO SOBRE EL SUELO Y LA VEGETACIÓN

Eliceits, P., Ruiz, R. y Mandaluniz, N.*
NEIKER, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz. *nmandaluniz@neiker.net

INTRODUCCIÓN

Es un hecho conocido que el pastoreo de ganado contribuye a modelar los pastos de montaña (Bernués *et al.*, 2005; Mandaluniz *et al.*, 2007; Torrano, 2001). Pero, cuando el ganado pasta en libertad, estos beneficios no se ven de forma homogénea debido a la falta de uniformidad en la utilización ganadera de los pastos (Casasús *et al.*, 2005). En esta línea, la literatura cita como herramienta útil para el manejo de los animales el empleo de la sal común (Aspinall *et al.*, 2004; Mandaluniz *et al.*, 2005; Pfister y Manners, 1991), elemento empleado en algunas zonas como el Pirineo.

La atracción de los animales con la aplicación de sal conlleva una acumulación exponencial de los mismos en periodos de tiempo cortos (Eliceits y Mandaluniz, 2008). Por un lado, los animales podrían favorecer el control de la expansión arbustiva, contribuir a la dispersión de semillas y mejorar la calidad nutritiva del pasto herbáceo mediante las deyecciones. Pero, por otro lado, la presencia excesiva de animales podría favorecer situaciones no deseadas de erosión o de apelmazamiento del suelo por exceso de pisoteo, de alteración de la calidad del agua de la zona, etc., hechos que hay que tener en cuenta al realizar este tipo de manejos.

A partir de estas premisas, en objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto que tiene la aplicación de la sal en brezales-tojales atlánticos sobre parámetros de suelo y vegetación, con el objetivo de utilizarlo como herramienta para manejar-controlar la cobertura arbustiva. En el trabajo se discute el efecto que tiene esta aplicación sobre parámetros del suelo (pH, materia orgánica (MO), macronutrientes y contenido en sodio) y la vegetación (altura de la hierba, composición vegetal, calidad nutritiva y contenido en sodio).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la vertiente atlántica del Parque Natural de Gorbeia (País Vasco), durante 2007 y 2008. La zona de estudio se asienta sobre una estructura silíceo, situada entre 700-800 m.s.n.m., pendientes de 20-30% y con orientación NE. En este área predomina el pasto herbáceo silíceo combinado en gran parte de la superficie con brezo (*Erica Vagans*, *E. Cinerea*, *E. Ciliaris*, *Calluna vulgaris*) y tojo (*Ulex europaeus*), así como de helecho (*Pteridium aquilinum*).

Las concentraciones de sal empleadas en el estudio fueron de 0 kg/ha (control), 50 kg/ha, 100 kg/ha el primer año y 0 kg/ha, 100 kg/ha y 200 kg/ha el segundo año. Estas aplicaciones se realizaron durante 2 años consecutivos y la sal se aplicó la primera quincena de septiembre, en parcelas de 0,2 ha. Los parámetros monitorizados fueron tanto de suelo y vegetación como de utilización ganadera. En el presente trabajo se presentan los resultados sobre los parámetros de suelo y vegetación (los referentes a la utilización ganadera se presentan en la segunda parte del trabajo):

- (i) Las muestras de tierra o suelo se tomaron con un muestreador de suelos, a una profundidad de 7-10 cm y al azar dentro de cada parcela. Sobre ellas se determinó el pH, MO, el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el contenido en sodio.
- (ii) Altura de la hierba: determinada con un bastón de altura de 0,5 cm de precisión (H.F.R.O., 1979), realizando 50 contactos al azar en cada parcela.
- (iii) Composición botánica: determinada mediante la técnica del intercepto de puntos. En cada parcela se monitorizaron 3 transectos de 10m longitud sobre los que se realizó un contacto cada 10 cm. De esta forma se obtuvieron 100 contactos por transecto, que se agruparon en las siguientes categorías: componente herbáceo, arbustivo (brezos y tojo) y "otros" (heces, materia muerta, suelo desnudo, hojarasca, etc.).

(iv) Calidad nutritiva: sobre muestras tomadas manualmente en cada parcela. Sobre ellas se realizaron las determinaciones de PB por Kjeldalh (A.O.A.C., 1999) y fibras (FAD, LAD y FND) mediante el fraccionamiento de Van Soest (1982).

(v) Contenido en sodio de la hierba.

Todos los parámetros se analizaron mediante un análisis de varianza (SAS, 2003) considerando como efectos fijos el año (2007 vs. 2008), el momento de muestreo (antes de la aplicación “d-0” y al de un mes tras la aplicación de la sal “d-30”) y la dosis de sal aplicada (0, 50, 100 y 200 kg sal/ha).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pastos estudiados se situaron en suelos ácidos ($\text{pH}=4,15\pm 0,17$), con un contenido de MO alto ($26\%\pm 4$) y un contenido de macronutrientes bajo ($\text{N}=1,14\%\pm 0,16$, $\text{P}=12,1\pm 5,9$ ppm y $\text{K}=327\pm 101$ ppm), típico de brezales de montaña (Alonso, 2003). El contenido medio de sodio en suelo fue de $0,35\pm 0,15$ meq/100g. La aplicación de las distintas dosis de sal no presentó efecto significativo sobre ninguno de los parámetros de suelo (Tabla 1), pero el suelo presentó valores más bajos de pH, MO, P y K el d-30, en todas las parcelas. Estas variaciones temporales han sido descritas por diversos autores y según algunos de ellos se pueden deber, además del manejo, a variaciones climáticas (descrito en Albizu, 2003).

El área de estudio se componía de un $20\%\pm 4$ hierba, $53\%\pm 11$ arbustos y $28\%\pm 9$ de otros. La altura media de la hierba fue de $5,1\pm 0,9$ cm y presentaba un contenido en PB, FAD, LAD, FND y sodio de $9,7\%\pm 1,5$, $43\%\pm 2$, $6\%\pm 1$, $74\%\pm 2$ y $0,38\pm 0,15$ meq Na/100g. De acuerdo a los resultados, se observa una tendencia a una mayor cobertura herbácea tras la aplicación de la sal (d-30) en todas las parcelas y un mayor contenido en PB, sin diferencias significativas en el resto de parámetros (Tabla 1).

Tabla 1. Medias corregidas de los parámetros de suelo y pasto en relación al año (A), momento (M) y dosis (D) de sal aplicado.

	Parámetro	Momento		Valor P		
		d-0	d-30	A	M	D
suelo	pH	4,27	3,99	ns	*	ns
	MO (%)	28	23	ns	0,06	ns
	N (%)	1,23	1,08	ns	ns	ns
	P (%)	15,7	8,6	ns	*	ns
	K (%)	400	256	ns	*	ns
	Sodio (meq/100g)	0,30	0,41	ns	ns	ns
Hierba	Altura (cm)	4,9	5,5	ns	ns	ns
Composición botánica	Hierba (%)	18	22	ns	0,07	ns
	Arbusto (%)	51	53	*	ns	0,06
	Otros (%)	30	25	*	ns	0,08
	PB (%)	9,3	10,0	*	*	0,08
Calidad nutritiva	FAD (%)	43	43	ns	ns	ns
	LAD (%)	6	6	ns	ns	ns
	FND (%)	74	74	ns	ns	**
	Sodio (meq/100g)	0,31	0,47	ns	ns	ns

ns: no significativo ($P>0,05$), * $P<0,05$, ** $P<0,01$

En lo que se refiere a la dosis de sal aplicada, se observa una tendencia a una cobertura herbácea superior en las parcelas con mayor dosis de sal (19%, 20%, 17% y 25% en 0, 50, 100 y 200 kg sal/ha, respectivamente) así como una cobertura arbustiva inferior (48%, 62%, 60% y 37% en 0, 50, 100 y 200 kg sal/ha, respectivamente). En las parcelas con mayor dosis de sal, además, la hierba presenta un mayor contenido de PB (9,7%, 8,6%, 9,9%, 10,4%, en 0, 50, 100 y 200 kg sal/ha, respectivamente) y menor de FND (73%, 72%, 73%, 77%, respectivamente). Todo esto puede ser debido a la mayor presencia de animales en

las parcelas con mayor aporte de sal, aunque esta tendencia solo fue significativa en el caso del ganado equino el primer año (segunda parte del trabajo).

Los resultados obtenidos indican que la aplicación de la sal durante dos años consecutivos y en las concentraciones empleadas no incrementa el contenido de sodio del suelo ni en pasto. Este manejo se traduce en una reducción del pH y contenido de MO, P y K tras la aplicación, hecho que puede ser debido al efecto estación. En lo que respecta a la composición del pasto, se observa una tendencia a un incremento de la relación hierba/arbusto en las parcelas con una mayor dosis de sal, hecho beneficioso desde el punto de vista del control de la vegetación arbustiva.

Sería conveniente continuar con estos estudios para realizar un uso adecuado de la sal y tomar decisiones sobre los momentos de aplicación, superficies y dosis, etc, con el objetivo de maximizar los efectos beneficiosos sobre el suelo y el pasto, y reducir-evitar los menos deseados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albizu, I. 2003. Tesis Doctoral, UPV-EHU, 514 pp.
- Alonso, I., Sherry, J., Turner, A., Farrell, L., Corbett, P., Strachan, I. 2003. English Nature Research Report, no. 511. Peterborough.
- Aspinall, R.J., Mandaluniz, N., Hitht, L.J., Lucas, R.J. 2004. Proc. New Zealand Grassland Assoc., 66:227-232.
- A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis AOAC, 16th Ed. Gaithersburg, USA. 1141pp.
- Bernués A., Riedel J.L., Asensio M.A., Blanco M., Sanz A., Revilla R., Casasús I. 2005. Livest. Prod. Sci. 96, 75-85.
- Casasús I., Mandaluniz N., Bernués A., Igarzabal A., Riedel J.L., Ruiz R., Sanz A., Oregui L.M. 2005. Proc. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain Pastures Subnetwork. Udine (Italy), 374 p.
- Eliceits, P., Mandaluniz, N. 2008. XLV Reunión Científica de la S.E.E.P., 493-498.
- H.F.R.O. 1979. Hill Farming Research Organisation 1954-79. Penicuik. 184 p.
- Mandaluniz N., Ruiz J.C., Lucas R.J. 2005. Int. Grassland Congress, Dublín (Ireland), p 896.
- Mandaluniz, N., Ruiz, R., Oregui, L.M. 2007. Grassland Science in Europe, vol. 12, 275-278.
- Pfister, J.A., Manners G.D. 1991. J. Range Manage. 44:105-111.
- S.A.S. 2003. S.A.S. User's guide: statistics, Version 9.1. Cary, N.C., U.S.A. 1028 pp.
- Torrano, L. 2001. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant: O & B Books Inc., Corvallis, Oregon, USA. 373 pp.

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

THE SALT AS TOOL FOR MOUNTAIN RANGING LIVESTOCK MANAGEMENT. 1.- EFFECT ON SOIL AND VEGETATION

ABSTRACT: Eastern European heathlands are located in mountain areas where livestock has traditionally ranged modelling the landscape. However, unguarded livestock makes a heterogeneous habitat selection. Thus, management alternatives are sought to conduct them in order to improve habitat use. In this sense, the provision of different nutrients such as salt is expected to attract animals and consequently, control the expansion of dense heathlands. Therefore, a study was carried out to assess the effect of different salt doses on soil and vegetation parameters. According to the results, livestock were attracted by salt and their activity resulted in an increase of grass/shrub ratio, which is beneficial to the control of shrub expansion. Moreover, salt treatment did not affect negatively to soil and vegetal parameters.

Keywords: salt, soil, vegetation, management.

LA SAL COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTION GANADERA EN PASTOS DE MONTAÑA. 2.- EFECTO SOBRE LA UTILIZACION ANIMAL

Eliceits, P., Ruiz, R. y Mandaluniz, N.*
NEIKER, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz. *nmandaluniz@neiker.net

INTRODUCCIÓN

Coincidiendo con otros estudios, trabajos realizados en las zonas de montaña del norte de la península ibérica ponen en evidencia que el ganado contribuye a controlar las comunidades arbustivas (Aldezabal *et al.*, 2008; Bernués *et al.*, 2005; Mandaluniz *et al.*, 2007; Torrano, 2001; Vareda *et al.*, 2008) y a mantener o incrementar (García-González *et al.*, 1998) la diversidad florística. Todo esto se debe, además del efecto directo del pastoreo, por los procesos mecánicos que realizan los animales como el pisoteo o por la acumulación de deyecciones, que contribuyen a la dispersión de semillas y aportan fertilidad a los pastos.

Pero, cuando el ganado pasta en libertad, estos beneficios no se ven de forma homogénea debido a la falta de uniformidad en la utilización ganadera de los pastos. El desarrollo de sistemas de que permitan una utilización adecuada de los recursos pastables, evitando situaciones no deseadas como el sobre o infrapastoreo, precisa de metodologías no invasivas, fáciles de realizar y poco costosas en dinero y tiempo.

En este sentido la literatura cita como herramienta útil la aplicación de la sal. Su efecto se basaría en la necesidad de la sal para un adecuado funcionamiento de las actividades fisiológicas de los animales (Edmeades y O'Connor, 2003). A partir de estas premisas, en objetivo del presente trabajo fue atraer a los animales a brezales-tojales atlánticos que normalmente son rechazados en los circuitos de pastoreo (Casasús *et al.*, 2005). Para ello se emplearon 3 concentraciones de sal común y un control, aplicadas la primera quincena de septiembre durante 2 años consecutivos. En el trabajo se discute el efecto que tiene esta aplicación en la atracción del ganado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la vertiente atlántica del Parque Natural de Gorbeia (País Vasco). La zona de estudio se asienta sobre una estructura silíceo, situada entre 700-800 m.s.n.m. En este área predomina el pasto herbáceo silíceo y en un 50% de la superficie hay presencia de brezo, tojo así como de helecho (Mandaluniz *et al.*, 2007). Las concentraciones de sal empleadas en el estudio fueron de 0 kg/ha (control), 50 kg/ha, 100 kg/ha y 200 kg/ha. Estas aplicaciones se realizaron durante 2 años consecutivos y la sal se aplicó la primera quincena de septiembre, en parcelas de 0.2 ha. Los parámetros medidos fueron tanto de suelo y vegetación (en la primera parte del trabajo) como de utilización ganadera. En el presente trabajo se presentan los resultados sobre este último.

La estimación de la utilización animal se realizó por acumulación de heces. Este es un método que consiste en la determinación de la densidad de heces en un espacio determinado, asociándola al uso del mismo. Para el recuento de heces en una superficie se empleó la metodología descrita por Lange y Willcocks (1978). En el caso del ganado mayor, vacuno y equino, la determinación de la acumulación de heces se realizó mediante recuento de heces del total de cada parcela. En lo que respecta a los pequeños rumiantes, ovinos y caprinos, la estimación se realizó mediante recogida del total de heces de 1/3 de cada parcela y no del total de la parcela debido a la gran acumulación fecal en algunas de ellas. Estas heces se pesaron tras secar en laboratorio (40°C/48h). A diferencia del ganado mayor en el que se pudieron diferenciar las heces de vacuno y equino, en los pequeños rumiantes el recuento se realizó en su conjunto para el ovino y caprino, debido a la dificultad para su diferenciación. Las estimas se realizaron los días -1 (antes de la aplicación de la sal, d-0) y días 10 (d-10) y 30 (d-30) tras la aplicación de la misma. Todos los datos se extrapolaron a una hectárea, siendo para el ganado mayor el número de heces por ha (nº heces/ha) y en el caso de los pequeños rumiantes los gramos de materia seca por ha (g MS heces/ha).

Los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado del S.A.S. (2003) considerando como efectos fijos el año (A) (n=2), el momento de muestreo (M) (d-0, d-10 y d-30), el tratamiento de sal (T) (0, 50, 100 y 200 kg/ha de sal) y todas sus posibles interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a la presencia animal, en la zona de estudio predomina el ganado equino (139±99 heces/ha), seguido del vacuno (51±47 heces/ha) y los pequeños rumiantes (1,6±1,5 kg MS heces/ha), con una gran variabilidad. En lo que respecta a los pequeños rumiantes, y debido a la baja presión caprina de la zona de estudio, se considera que las heces recogidas corresponden principalmente a ganado ovino.

De acuerdo a los datos recogidos, el segundo año se observó una mayor acumulación de heces, aunque fue significativo solo en el caso del equino (85 heces/ha±30 vs. 200±30 heces/ha, el primer y segundo año, respectivamente).

En lo que respecta al momento de muestreo, la tendencia que se observa es un incremento de heces los primeros 10 días tras la aplicación de la sal (entre d-0 y d-10), que llega a duplicar los valores iniciales. Posteriormente, al mes de la aplicación de la sal (d-30) se vuelve a valores próximos al inicio del estudio (d-0). Esta tendencia es significativa en el caso de los pequeños rumiantes y el vacuno (Tabla 1).

En lo que se refiere a las concentraciones de sal empleadas, no se vieron diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las parcelas control (Tabla 1). Esto pudo ser debido a que las parcelas control se situaron contiguas e intercaladas a las tratadas con sal, y los animales las utilizaron en los desplazamientos de una parcela a otra (Eliceits y Mandaluniz, 2008).

En lo que respecta al efecto de las distintas concentraciones de sal sobre la acumulación de heces, no se vieron diferencias significativas, aunque las tendencias fueron las siguientes: (i) una mayor presencia de heces de pequeños rumiantes en las parcelas con 100 y 200 kg/ha; (ii) una mayor presencia de heces de ganado vacuno en la parcela de 200 kg sal/ha y (iii) la misma presencia de heces de ganado equino en todas las parcelas tratadas con sal (Tabla 1). De acuerdo a esto, el ganado equino parece ser el que presenta una mayor "sensibilidad" frente a la sal, bien sea por mayor preferencia y/o una mayor capacidad de localizarla. Por el contrario, el ganado vacuno es el menos sensible ya que localiza únicamente las parcelas con concentraciones más altas de sal, mientras que los pequeños rumiantes estarían en una situación intermedia.

Tabla 1. Efecto del año (A), momento (M) y dosis (D) de sal aplicados en la acumulación de heces de pequeños rumiantes (kg MS/ha), vacuno (heces/ha) y equino (heces/ha).

	Momento			Dosis (kg/ha)				Valor P		
	d-0	d-10	d-30	0	50	100	200	A	M	D
Peq. Rum.	1,0 ^a	3,1 ^b	0,5 ^a	1,1	0,7	2,0	2,4	ns	**	ns
Vacuno	42 ^{ab}	87 ^b	32 ^a	48	33	45	88	ns	ns	ns
Equino	108	197	124	103	153	157	159	*	ns	ns

ns: no significativo (P>0,05), * P<0,05, ** P<0,01

Los superíndices indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) en los valores dentro de la misma línea.

De acuerdo a estos resultados la acumulación de heces indica que los animales son atraídos por la sal en periodos de tiempo muy cortos. Esta presencia animal exponencial en periodos breves de 10 días no afecta negativamente ni al suelo ni a la vegetación (primera parte del trabajo). La no diferencia en la acumulación de heces de las parcelas control frente a las que se administran sal puede ser un resultado beneficioso desde el punto de vista práctico de manejo, ya que no sería necesario aplicar sal a extensiones amplias, sino en rodales y aprovechar el efecto "de continuidad" desde el punto de vista de la utilización animal.

Sería conveniente continuar con estos estudios para confirmar si se cumplen las tendencias observadas en lo que se refiere a la sensibilidad de las distintas especies animales, lo que permitiría emplear unas dosis y otras en función del objetivo. Finalmente, consideramos que este tipo de estudios son necesarios para realizar un uso adecuado de la sal como herramienta para el manejo de los animales tanto desde el punto de vista de la producción animal así como el de la conservación de las comunidades vegetales de las zonas de montaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aldezabal, A., Azanza, O., Felipe, A., Uriarte, L. 2008. II Reunión de Trabajo del Grupo de Ecología Espacial de la A.E.E.T., 24-26 Septiembre, Madrid.
- Bernués, A., Riedel, J.L., Asensio, M.A., Blanco, M., Sanz, A., Revilla, R., Casasús, I. 2005. *Livest. Prod. Sci.* 96, 75-85.
- Casasús, I., Mandaluniz, N., Bernués, A., Igarzabal, A., Riedel, J.L., Ruiz, R., Sanz, A., Oregui, L.M. 2005. Proc. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain Pastures Subnetwork. Udine (Italy), 374 p.
- Edmeades, D.C., O'Connor, M.B. 2003. *New Zealand J. Agric. Res.* 46:37-47.
- Eliceits, P., Mandaluniz, N. 2008. Reunión Científica de la S.E.E.P., 493-498.
- García-González, R., Gómez, D., Aldezabal, A. 1998. Reunión Científica de la S.E.E.P., 55-59.
- Lange, R.T., Willcocks, M.C. 1978. *J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 18: 764-767.
- Mandaluniz, N., Ruiz, R., Oregui, L.M. 2007. *Grassland Science in Europe*, vol. 12, 275-278.
- S.A.S. 2003. *S.A.S. User's guide: statistics*, Version 9.1. Cary, N.C., U.S.A. 1028 pp.
- Torrano, L. 2001. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Univ. Zaragoza.
- Vareda, E., Calatrava, J., Ruiz, J., Jiménez, R., González, J.L. 2008. *Pequeños Ruminantes*, 9 (3): 12-20.

Agradecimientos: La presente comunicación se ha realizado en el marco del proyecto "RTA-02-086-C2" financiado por el INIA.

THE SALT AS TOOL FOR MOUNTAIN RANGING LIVESTOCK MANAGEMENT. 2.- EFFECT ON LIVESTOCK USE

ABSTRACT: It is demonstrated that livestock exert an important effects upon natural resources. However, unguarded livestock makes a heterogeneous habitat selection which causes a non-uniform use of the ranges, with a succession towards shrub invasion in certain areas. Thus, management alternatives (non-invasive, easy to carry out and cheap) are sought to conduct livestock and improve pasture utilization of these mosaics. In this sense, the provision of different nutrients such as salt is expected to attract animals and consequently, control the expansion of shrubs. Therefore, a study was carried out to assess the effect of different salt doses on livestock attraction, measured as faecal accumulation. According to the results, salt plots attracted livestock with an exponential faecal accumulation the first 10 days after application and evolves to normal rates one month latter. Finally, a tendency for a higher presence of small ruminants and mares on high-salt plots was observed.

Keywords: *salt, livestock, management, pastures*

CARACTERIZACION DEL CEBO DE POTROS DE RAZA BURGUETE: LECHALES Y QUINCENOS

Eguinoa, P., Villanueva, M. y Pérez de Muniaín, A.
Instituto Técnico y Gestión Ganadero. Avda. Serapio Huici, 22. 31610 Villava.
peguinoa@itgganadero.com

INTRODUCCION

En Navarra, la presencia del ganado caballar data de tiempo inmemorial. Durante siglos la forma de cría de este ganado ha seguido los pasos del pueblo que lo mantenía, es decir las manadas pastaban a lo largo del año en libertad en los bosques y pastos de uso generalmente comunal, el ganadero se ocupaba ocasionalmente de su alimentación, y de retirar sus potros-as. En la actualidad existen cerca de 250 explotaciones que aglutinan un total de 4600 cabezas, siendo 4000 de raza Burguete y 600 de Jaca Navarra.

En la actualidad la Raza Burguete está considerada por la FAO, el MARM (BOE 279, de 21 noviembre de 1997) y la Comunidad Foral de Navarra (BON 73, de 11 de junio de 2003) como Raza Autóctona en Peligro de Extinción. A principios del año 98 se registró la "Asociación de Criadores de Raza Equina Burguete de Navarra" (ASCANA), entre cuyos fines destacamos: velar por la pureza y selección de la raza equina Burguete, promoviendo su expansión y desarrollar los medios conducentes a una elevación del nivel de productividad y de la rentabilidad de las explotaciones asociadas. Los productos comercializados se pueden clasificar por el sistema de cebo:

- Lechal: El potro una vez destetado entra al cebadero hasta que alcanza una conformación óptima.

- Quinceno: se trata de potros que una vez destetados, han permanecido varios meses pastoreando. Por lo que entran al cebadero con un mayor desarrollo (en torno a los 15 meses de edad) y es allí, donde gracias al crecimiento compensatorio, alcanzan conformaciones óptimas para ser sacrificados en menor tiempo.

Así pues, el objetivo del presente trabajo es caracterizar técnicamente ambos sistemas de cebo (lechal y quinceno) para tener datos certeros sobre el comportamiento de dicha raza y poder asesorar a los ganaderos.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización del presente trabajo se han sacrificado un total 22 potros de raza Burguete, 12 lechales y 10 quincenos. En ambos casos se consideraron machos y hembras. Los animales procedían de una misma explotación de origen y con fechas de nacimiento próximas. Una vez destetados los animales (enero 2008) con una edad media de 200 días los potros se trasladaron a las instalaciones que ITG ganadero tiene en la finca experimental de Sabaiza (900 m de altitud). Se realizaron cuatro lotes teniendo en cuenta el sistema de cebo y el sexo del animal. Los lechales se quedaron en la nave para iniciar el cebo (avena, concentrado y heno) y los quincenos se sacaron a las praderas próximas.

Durante el cebo se controlaron consumos por lote y se pesaron mensualmente cada uno de los potros identificados. A partir de estos datos se ha calculado el índice de transformación del pienso y la ganancia media diaria.

Los potros lechales se sacrificaron en julio con una edad media de 407 días. En este momento las instalaciones fueron nuevamente ocupadas con los potros quincenos para cebarlos con concentrado hasta el momento de su sacrificio (octubre) con una edad media de 510 días.

En matadero se tomaron datos del peso vivo sacrificio y peso canal con objeto de calcular el rendimiento canal.

Para el tratamiento de los datos se ha utilizado una hoja de cálculo Excel.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en la experiencia se recogen en las tablas 1 y 2: duración del cebo (días), ganancia total de peso (kg), consumo de pienso (kg), índice de conversión del alimento (IC) durante el cebo, peso entrada a cebo (kg), peso vivo sacrificio (PVS), ganancia media diaria (GMD en kg/día), peso canal (kg) y rendimiento canal (%) para ambos sistemas y sexos.

Tabla 1. Duración del cebo (días), ganancia total de peso (kg), consumo de pienso (kg), índice de conversión del alimento (IC) durante el cebo para ambos sistemas y sexos.

	Nº	Duración	Ganancia total	Consumo pienso	IC
LECHALES					
Hembras Burguetes	6	207	1170	12005	10,26
Machos Burguetes	6	207	1074	12425	11,57
QUINCENOS					
Hembras Burguetes	5	93	901	7480	8,30
Machos Burguetes	5	93	827	6640	8,05

Tabla 2. Peso entrada al cebo, peso vivo sacrificio (PVS), ganancia media diaria (GMD), peso canal (PC) y rendimiento canal (RC) para ambos sistemas y sexos.

	Nº	Peso entrada	PVS	GMD	PC	RC
LECHALES						
Hembras Burguetes	6	315,8	549	1,13	353,5	64,3
Machos Burguetes	6	301,5	529	1,10	341,3	64,5
QUINCENOS						
Hembras Burguetes	5	392,5	572,6	1,90	358,4	62,6
Machos Burguetes	5	386,8	552,2	1,78	336,9	60,6

Tal y como puede observarse en las tablas 1 y 2, el cebo de potros lechales de raza Burguete se caracteriza por una duración del cebo de aproximadamente 7 meses. El consumo de pienso ronda los 2000 kg por animal (9-10 kg/animal/día) y la ganancia de peso durante dicho periodo fue de 195 kg para los machos (1,13 kg/d) y 180kg para las hembras (1,10 kg/d). Los IC fueron algo mayores en machos que hembras (11,57 vs. 10,26). Los rendimientos canal fueron similares (aproximadamente 64%).

El cebo de potros quincenos de raza Burguete se caracteriza por una duración del cebo de 3 meses tras una estancia en pradera de 6-7 meses. La ganancia de peso durante este periodo es de unos 170-180kg (1,8-1,9 kg/d) y el consumo total de pienso ronda los 1300-1500 kg/animal (14-16 kg pienso/animal/día). El IC obtenido ha variado entre 8 y 8,3. Los rendimientos canal han variado entre un 60 y un 62%.

A partir de estas observaciones podemos concluir que el cebo de potros quincenos supone una menor ocupación de instalaciones; un menor consumo de pienso por kg ganado (2-3 kg menos), que junto a una mayor ganancia media diaria podría indicar la existencia de un crecimiento compensatorio; y rendimientos de canal algo inferiores (Tabla 2). La elección de uno u otro sistema de cebo va a depender en primer lugar, y dada la casuística de las explotaciones de caballar, de la existencia o no de praderas y/o instalaciones adecuadas para un cebo largo; y por otro lado de los precios de mercado, tanto de las materias primas como del producto final, aunque el primero parece que incide más en la toma de decisiones. En este trabajo no se ha pretendido hacer un estudio económico de la actividad de cebo de potros, pero dados los datos técnicos obtenidos tanto de consumos como de índices de conversión se presupone una actividad poco eficiente. Habría que estudiar otros sistemas de manejo y cebo para reducir estos índices.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

● BOE nº 279 de 21/11/1997. Real Decreto 1682/1997, de 7 de noviembre, por el que se actualiza el catálogo de razas de ganado de España. ● BON nº 73 de 11/06/2003. ORDEN FORAL de 5 de mayo de 2003, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Alimentación, que desarrolla el Real Decreto 1133/2002, de 31 de octubre, por el que se regula en el ámbito de las razas equinas, el régimen jurídico de los libros genealógicos, las asociaciones de criadores y las características zootécnicas de las distintas razas.

CHARACTERIZATION OF TWO FATTENING SYSTEM OF RACE BURGUETE COLTS: LECHALES AND QUINCENOS

ABSTRACT: At present the Race Burguete is regarded as Breed in danger of extinction. The products marketed can be classified in Lechal (the colt once weaned enters the fattener) and Quinceno (foals that once weaned remain several months at grazing and around 15 months of age are fattening). The aim of this work is to characterize both systems of production and to obtain data on the behaviour of the race in order to advise farmers belonging to the association. A total of 22 Burguete colts, 12 lechales and 10 quincenos, were slaughtered. Both cases included males and females. During the fattening period, food consumption per lot and monthly weight of each colt were monitored. On the basis of these data, the rate of feed transformation and the average daily gain were calculated. Live slaughter weight and carcass weight were recorder at the slaughterhouse. The fattening of quincenos foals implies lower occupation of facilities and lower consumption of feed per kg of live weight gain, probably due to a compensatory growth that is also reflected in a greater average daily profit. The choice of fattening system depends, first, on the existence of grassland and/or adequate facilities for a longer fattening period; and second, on the market prices both of raw materials and the final product, although the first seems to affect more the decision-making.

Keywords: *colt, fattening, farming system*

GESTIÓN CUNÍCOLA: PRIMEROS RESULTADOS CON bdcuni

Serrano, P., Pascual, M. y, Gómez, E.

Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Polígono La Esperanza 100. 12400 Segorbe. Castellón. serrano_pau@gva.es

INTRODUCCIÓN

La gestión técnica y económica en cunicultura es una herramienta necesaria, especialmente en los periodos de crisis, ya que permite al cunicultor tener una visión real de la situación de la explotación, tomar decisiones basadas en los datos y re-evaluar las consecuencias de tales decisiones. En 2007 se creó bdcuni, la base de datos de gestión técnico económica del sector cunícola español, gracias a la colaboración establecida entre el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias y el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino con el apoyo de la Asociación Española de Cunicultura. Esta base de datos tiene un carácter de apoyo al sector y a cada cunicultor que forma parte de ella. Permite, para cada explotación individual, obtener una serie de índices para realizar gestión técnica y/o económica, de manera totalmente confidencial a través de un sistema accesible por web www.ivia.es/bdcuni. Cada cunicultor puede obtener los resultados de su explotación de forma inmediata y la información inicialmente enviada entra a formar parte de la base de datos bdcuni. De esta forma, el cunicultor puede consultar sus datos y resultados desde cualquier punto con acceso a internet y puede comparar sus resultados con los obtenidos por el conjunto de otras explotaciones dentro del sistema con las mismas características de manejo, tamaño de explotación o zona geográfica, así como con la media nacional.

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados globales de gestión técnica, incluyendo solamente los datos de las primeras explotaciones incorporadas, que enviaron datos de forma periódica a bdcuni durante 2008.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema se puso en marcha en el año 2007. La página web fue programada para el envío y recepción de datos técnicos y/o económicos. Cada explotación accedía a la web mediante un número de usuario y contraseña confidencial. La información puede introducirse directamente vía web o es posible enviar la información por otros medios. En una primera fase se recogen los datos que caracterizan la explotación recogidos en un formulario de alta. Entre otros, se recogieron el número de jaulas madre, el número de días entre parto y cubrición, el número de bandas y el tipo de reproducción (inseminación o cubrición). Para los datos técnicos, se planteó la posibilidad de que fueran recogidos por banda o mensualmente. La entrada de datos periódica incluye, entre otros, el número de inseminaciones o cubriciones, las palpaciones positivas (si realiza palpación), los partos, el total de nacidos vivos y de nacidos muertos, los gazapos vendidos a otras explotaciones con 1 día de vida, el número de gazapos destetados y el número camadas destetadas, el total de gazapos vendidos al matadero (y los kilogramos vendidos a matadero) más los utilizados para autoconsumo más los reservados para reposición propia o para venta como reproductores de otras explotaciones. También se anotaban los animales recibidos del exterior, hembras y machos para reposición con 1 día o 2 meses de edad. Por último, se anotaban las hembras y machos muertos y eliminados.

Los índices técnicos presentados se han calculado con datos de sólo 16 explotaciones adheridas a bdcuni. Se calcularon los índices siguientes para todo el periodo de datos introducidos:

- Tasa de sobreocupación (n° hembras inseminadas / n° jaulas madre x 100).
- Tasa de reposición $\{[(n^{\circ}$ hembras de reposición x ciclos por año] / n° hembras inseminadas x 100, siendo el n° hembras de reposición= (hembras compradas con 1 día x mortalidad total de conejos + hembras compradas con 2 meses + hembras propias de 2 meses para reposición) x 0,90}; Mortalidad de reproductoras por mes $\{[($ hembras reproductoras muertas + hembras reproductoras eliminadas) / n° hembras inseminadas x (365/12) / (días gestación + días entre parto y cubrición)].
- Fertilidad aparente (n° palpaciones positivas / n° hembras inseminadas x 100); Fertilidad real (n° partos / n° hembras inseminadas x 100); Intervalo entre partos [(días gestación

- + días entre parto y cubrición) / (nº partos / nº hembras inseminadas)].
- Nacidos vivos por parto (nº nacidos vivos / nº partos); Nº de partos por hembra y año (partos x ciclos por año / nº hembras inseminadas), siendo los ciclos por año = 365 / (días de gestación + días entre parto y cubrición); Mortinatalidad [(nº nacidos muertos / (nº nacidos vivos + nº nacidos muertos) x 100].
- Destetados por parto (nº destetados / nº partos); Destetados por hembra y año (nº destetados x ciclos por año / nº hembras inseminadas); Mortalidad en lactación {[nº nacidos vivos - vendidos con 1 día) – nº destetados] / (nº nacidos vivos - vendidos con 1 día) x 100}.
- Producidos por parto (nº producidos / nº partos), siendo el nº producidos la suma de vendidos al matadero más los utilizados para autoconsumo más los reservados para reposición propia más los vendidos vivos a otras explotaciones; Producidos por hembra y año (nº producidos x ciclos por año / nº inseminaciones); Mortalidad en engorde [(nº destetados – nº producidos) / nº destetados x 100].
- Mortalidad total de conejos {[nº nacidos vivos - vendidos con 1 día) - producidos] / (nº nacidos vivos - vendidos con 1 día) x 100}.
- Peso medio de venta (kg vendidos a matadero / nº vendidos a matadero).

Cada índice general (Tabla 1) fue obtenido como el promedio de explotaciones ponderado por el número medio de hembras inseminadas por explotación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 37,5% de las explotaciones consideradas en los cálculos tenía un tamaño de explotación inferior a 600 hembras, otro tanto (37,5%) entre 600 y 1000 y el 25,0% restante más de 1000 hembras. El intervalo entre parto y cubrición era de 11 días en la mayoría de ellas (94%) y de 18 días en el 6% restante. En todas ellas se utilizaba inseminación. En el 62% de las explotaciones se inseminaban todas las hembras de la banda sin tener en cuenta el estado de la vulva.

La tasa de sobreocupación, de 112%, es relativamente baja en comparación con otros trabajos sobre explotaciones españolas con valores medios anuales por encima del 120% en los últimos años (Ramón et al., 2004; Rosell y González, 2007). Esto podría ser debido a una relajación en la gestión de las jaulas por una menor presión de la reposición. La tasa de reposición, de 102%, fue también inferior a los valores medios anuales entre 100 a 120 obtenidos por Ramón et al. (2004).

Los valores de 83,2 y 77,0% de palpaciones positivas y partos sobre inseminaciones son aceptables y similares a los obtenidos por otros autores (Rosell y González, 2007), mientras que la prolificidad (9,5 gazapos por parto) ha sido superior. No haremos comentarios sobre la mortinatalidad, al ser variables los criterios utilizados en las diferentes explotaciones.

Tabla 1. Índices de gestión técnica de las explotaciones de *bdcuni* en 2008.

Índice	Media ponderada
Tasa de sobreocupación (%)	112
Tasa de reposición (%)	102
Mortalidad de reproductoras por mes (%)	8,5
Fertilidad aparente (%)	83,2
Fertilidad real (%)	77,0
Intervalo entre partos (días)	55,5
Nacidos vivos por parto	9,5
Partos por hembra y año	6,6
Mortinatalidad (%)	6,9
Destetados por parto	8,4
Destetados por hembra y año	55,9
Mortalidad en lactación (%)	10,8
Producidos por parto	7,9
Producidos por hembra y año	52,4
Mortalidad en engorde (%)	6,4
Mortalidad total de conejos (%)	16,4
Peso medio de venta (kg/conejo)	2,080

La mortalidad durante la lactación fue del 10,8%. Pese a que los engordes han sido el problema principal en los últimos años, el período de lactación sigue siendo uno de los puntos críticos que debemos seguir intentando mejorar, puesto que no sólo es un indicador del estado de las madres sino también condiciona el futuro del engorde. El promedio de mortalidad en el engorde de las granjas consideradas fue del 6,4%. Ambas mortalidades fueron inferiores a las obtenidas por Ramon et al. (2004) y Rosell y González (2007), y por tanto siendo también mayores los producidos por parto y los destetados y producidos por hembra y año. La mortalidad (más eliminación) de un 8,5% en reproductoras fue similar a los valores publicados por Rosell y González (2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ramon, J., Rafel, O., Piles, M. 2004. Resultados de gestión en España. GTE 2002: Algo falla. Boletín de Cunicultura 133: 24-28.
- Rosell, J., González, F.J. 2007. Resultados de gestión técnica 2006. Cunicultura 189: 285-287.

RABBIT MANAGEMENT: FIRST RESULTS USING **bdcuni**

ABSTRACT: First results of technical management using **bdcuni** database are presented. Technical data were recorded through www.ivia.es/bdcuni. Several technical indexes were calculated: occupation rate (112%), replacement rate (102%), self-replacement rate (72.5%), apparent (83.2%) and real (77.0%) fertility, total born alive (9.5), litter size at weaning (8.4) and total sold rabbits (7.9) per kindling, number of kindlings (6.6), total weaned (55.9) and produced (52.4) rabbits per doe and year, interval between kindlings (55.5 days), mortality at kindling (6.9%), during lactation (10.8%) and during the fattening period (6.4%), does mortality per month (8.5%) and averaged slaughter weight (2.080 kg).

Keywords: *Rabbit, technical management, production.*

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIAL Y ESTRUCTURAL DE LAS EXPLOTACIONES PORCINAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Martínez, M.¹, Torres, A.², Láinez, M.³

¹ Departamento Técnico TRAGSEGA. C/ Cronista Carreres, 9, 46003, Valencia. mmarti36@tragsa.es. ²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica Valencia. Camino de Vera s/n, 46021 Valencia. ³ Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana. C/ Amadeo de Saboya, 2, 46010, Valencia.

INTRODUCCIÓN

El sector porcino es el sector ganadero más importante de nuestro país, con una producción anual que supone más de 4.700 millones de euros al año, lo que le coloca como el segundo productor de la UE-25. Este sector representa el 33% de la producción final ganadera española y en torno al 12% de la producción final agraria.

El sector porcino está inmerso en un proceso de permanente adaptación a los mercados. Desde el estudio realizado por Láinez *et al.* (1999) se han producido importantes cambios tanto en las condiciones de producción como de manejo, observándose que la actividad se ha concentrado en un menor número de explotaciones y se han producido cambios en la orientación productiva. En lo que respecta al censo total, ha disminuido un 8%, mientras que el censo de reproductoras un 8,7% (M.A.R.M., 2008).

Para favorecer la adaptación de los sectores ganaderos a los tiempos y necesidades actuales es necesaria la incorporación de nuevas tecnologías en todos los campos de la producción, siendo para ello imprescindible conocer la situación real y las características de todos sus componentes. En este contexto se plantea la realización de este estudio cuyo objetivo es obtener información amplia y detallada sobre las explotaciones de porcino de la Comunidad Valenciana (C.V.), incidiendo en aquellos aspectos relacionados con las instalaciones, manejo, bioseguridad, tecnología productiva y resultados técnicos.

En esta comunicación se recoge la forma jurídica que adoptan las explotaciones porcinas, algunas características del titular como son su nivel de dedicación a la actividad porcina, antigüedad en la misma, edad y formación así como la del resto de los trabajadores. Finalmente se estudia la importancia del sistema de integración en el conjunto de granjas investigadas. Todo ello estudiado en función de la orientación productiva de la explotación (granjas de ciclo cerrado, de producción de lechones, cebaderos independientes, multiplicadoras o granjas de transición de lechones), del sistema de organización de la crianza (diferenciando entre producción libre, integrada o ligada a cooperativas) y de la provincia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se ha partido de una relación de todas las explotaciones de cerdos de la Comunidad Valenciana, remitida por el Área de Ganadería de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación y fechada en julio de 2005.

Según estudios previos (Láinez, M. *et al.*, 2002) y considerando el conjunto de datos que se pretendían obtener, se estableció un nivel de confianza del 95% y una precisión media en la estimación de los parámetros más representativos de una explotación porcina del 5%. Del total de explotaciones existentes (1.115), se calculó en 264 el número de encuestas a cumplimentar. Dichas explotaciones fueron seleccionadas aleatoriamente y todas ellas fueron visitadas desde Julio de 2005 hasta Junio de 2008. En cada una de ellas se realizó, a pie de granja, una encuesta a los titulares o responsables de las explotaciones. El cuestionario utilizado es similar al que se utilizó para el estudio de la Caracterización de las explotaciones de pollos de engorde de la Comunitat Valenciana (Martínez, M., *et al.*) pero adaptado a este sector.

Toda la información obtenida fue pasada a formato informático y tras aplicar controles de coherencia y corrección de errores se obtuvo la base de datos definitiva sobre la que se realizaron los análisis estadísticos. Cada variable fue sometida a un análisis descriptivo univariante estudiando, según tipos, su media y sus parámetros de dispersión y frecuencias. También se han realizado análisis de varianza para conocer el nivel de significación de los efectos de la provincia, orientación productiva y sistema de organización.

Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el paquete estadístico SAS® (2002), empleándose el procedimiento PROC MEANS para los análisis descriptivos de las variables cuantitativas y el procedimiento PROC FREQ (tablas de frecuencia) para las variables discretas y de categorías. Los análisis de varianza y la significación estadística se han obtenido mediante el procedimiento PROC GLM del mismo paquete estadístico.

Las explotaciones encuestadas suponen un 24% del total de explotaciones de porcino de la C.V. La distribución provincial de las granjas visitadas ha sido del 7,95% en Alicante, 56,06% en Castellón y 35,98% en la Valencia. Dicha distribución refleja la ubicación real de las explotaciones en las tres provincias: 6,55%, 58,83% y 34,62% respectivamente. Fueron visitadas explotaciones de ciclo cerrado, de producción de lechones, cebaderos independientes, multiplicadoras y granjas de transición de lechones con una distribución similar a la real (16,29%, 10,60%, 65,15%, 0,76% y 7,20%, respectivamente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma jurídica de las explotaciones queda reflejada en la **Tabla 1**. El 77,65% de las explotaciones tienen como titular una persona física mientras que el 22,35% presentan como titular una personalidad jurídica. Las figuras jurídicas más extendidas son las sociedades limitadas (S.L.) con un 12,12% de las explotaciones estudiadas y las Comunidades de Bienes (C.B.) con un 7,20%. Las sociedades agrarias de transformación (S.A.T.) y las sociedades anónimas (S.A.) se ven escasamente representadas con un 1,14% y un 0,38% respectivamente.

Se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) según la orientación productiva. Los cebaderos muestran un mayor predominio de las personas físicas con un 87,65% de las explotaciones visitadas mientras que en el resto de orientaciones productivas este porcentaje se encuentra alrededor del 50-60% de las explotaciones. Las comunidades de bienes adquieren una mayor importancia en los ciclos cerrados que en el resto de orientaciones y las sociedades agrarias de transformación en las transiciones de lechones. Analizando esta variable por provincias y por organización de la crianza no se han observado diferencias significativas.

Tabla 1. Forma jurídica de las explotaciones porcinas encuestadas

Personalidad Jurídica	Frec. (nº)	Frec. (%)	CEB %	CC %	PL %	MULT %	TL %	INT %	LIBRE %	COO %
Persona Física	205	77,65	87,65	58,14	64,29	50,00	57,14	86,32	54,93	66,67
SL	32	12,12	6,47	20,93	21,43	50,00	23,81	5,26	30,99	0,00
SA	1	0,38	0	2,33	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00
CB	19	7,20	5,29	16,28	7,14	0,00	4,76	6,32	9,86	0,00
COO	1	0,38	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33
SAT	3	1,14	0	0,00	3,57	0,00	9,52	1,58	0,00	0,00
OTRAS	3	1,14	0	2,33	3,57	0,00	4,76	0,00	4,23	0,00

(*) Los datos se expresan como porcentajes de las respuestas obtenidas en cada caso
 CEB: cebaderos; CC: granjas de ciclo cerrado; PL: granjas de producción de lechones; MULT: multiplicadoras; TL: granjas de transición de lechones. INT: explotaciones ligadas a empresas integradoras; LIBRE: explotaciones que trabajan por libre; COO: explotaciones ligadas a cooperativas.

La edad media de los titulares de las explotaciones de ganado porcino de la muestra estudiada es de 45,99 años con un mínimo de 20 y un máximo de 77, siendo la desviación de 11,54. Analizando esta variable por provincias y por tipo de orientación productiva no se observan diferencias significativas aunque destaca Alicante con la media más baja con 42,90 años. Teniendo en cuenta la orientación productiva, destacan las explotaciones dedicadas exclusivamente a transición de lechones; dichas explotaciones son las que presentan una media inferior con 39,81 años.

Los años de experiencia en la actividad nos ha permitido conocer el grado de incorporación de nuevos activos al sector en los últimos años. Las explotaciones en las que el titular acumula una experiencia inferior a los 3 años representan el 3,44% del total. Frente a este porcentaje, el 52,29% de las encuestas señalan una experiencia por encima de los 20 años. En lo que respecta a la organización de la producción, los titulares sometidos al sistema de integración son los que presentan una antigüedad media inferior, con 20,50 años, al resto de sistemas (24,91 y 23,00 para las explotaciones por libre o en cooperativas respectivamente)

La dedicación laboral exclusiva del titular la encontramos en el 28,91% de las explotaciones mientras que en el 71,09% restante desarrollan otras actividades, principalmente agrícolas y ganaderas. De todos los titulares que compatibilizan la producción porcina con otras actividades, el 84,62% tienen a la agricultura como única actividad complementaria. También hay que destacar que el 5,38% se dedican al mantenimiento de otro tipo de animales.

Sobre el nivel de formación (estudios académicos cursados) cabe destacar, que el 73,00% de los ganaderos disponen de los estudios básicos mientras que el 16,00% poseen Formación Profesional y el 9,00% disponen de estudios hasta el bachillerato. En lo que respecta a estudios universitarios el porcentaje desciende al 2,00%.

Sobre el sistema de organización de la crianza, el 71,97% de las explotaciones visitadas se encuentran integradas, el 26,89% funcionan por libre mientras que el 1,14% están asociadas a cooperativas. Se observan diferencias significativas ($p < 0,01$) en el sistema de organización según el tipo de explotación y la provincia. La mayoría de cebaderos y granjas de transición de lechones se encuentran integrados (87,65% y 80,95% respectivamente) mientras que las granjas de ciclo cerrado funcionan por libre (81,40%). Por provincias, Valencia es la que presenta un predominio de explotaciones integradas (87,37%) mientras que en Alicante predominan las granjas libres (66,67%)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Registro de Explotaciones Ganaderas de la Comunidad Valenciana, 2006. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SAS®, 2002. SAS User's Guide: Statistics, version 6.12. SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Láinez, M., Balash, S., Nuez, T., Marzá, V. 2002. Caracterización del factor trabajo en explotaciones porcinas de la C.V. Revista de Estudios agrosociales y pesqueros.
- Láinez, M., Torres, A. 1999. Los factores de Competitividad de las explotaciones porcinas españolas: el caso de la Comunidad Valenciana. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Martínez, M., Marín, C., Torres, A., Láinez, M. 2008. Caracterización de las explotaciones de pollos de engorde de la Comunitat Valenciana. Fundación Agroalimed.

SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF THE SWINE FARMS LOCATED IN THE VALENCIAN COMMUNITY REGION

ABSTRACT: The aim of this study was to characterize the swine farms located in the Valencian Region from the social and structural point of view. During three years (2005-2008) data from 264 swine producers were collected by means of a questionnaire to farmers. Each questionnaire contained information related to the legal system and characteristics of the farms, and farmer age and education. All the information was analyzed according to the type of production system and the province. The analysis showed that there is a tendency towards integration and that average age of farmers is increasing.

Keywords: *socioeconomic characterization, swine farms.*

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN SOCIAL Y ESTRUCTURAL DE LAS EXPLOTACIONES AVÍCOLAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Martínez, M.¹, Torres, A.², Láinez, M.³

¹ Departamento Técnico TRAGSEGA. C/ Cronista Carreres, 9, 46003, Valencia. mmarti36@tragasa.es.² Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica Valencia. Camino de Vera s/n, 46021 Valencia.³ Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana. C/ Amadeo de Saboya, 2, 46010, Valencia.

INTRODUCCIÓN

La avicultura de carne constituye una de las producciones ganaderas intensivas más importantes en España. Aporta alrededor de un 20% de la cantidad total de carne producida, superada tan sólo por la carne de porcino. En términos macroeconómicos, la Producción Final de carne, en 2007, fue de 1.825 millones de euros; dicha cantidad significó un 12,80% de la Producción Final Ganadera (P.F.G.) y un 4,5 de la Producción Final Agraria (P.F.A.) (MAPA, 2006). En la Comunidad Valenciana, el subsector avícola de carne también se encuentra en el segundo lugar, detrás del porcino, en importancia y contribución económica a la PFA. Y su contribución al conjunto de la actividad ganadera es superior. Sobre todo, tiene una especial significación en determinadas comarcas de interior de las provincias de Castellón y Valencia (Soutullo *et al.*, 1999), en las que genera actividad productiva y contribuye de forma significativa a la generación de rentas.

Desde los estudios realizados en esta comunidad autónoma hace 10 años sobre la caracterización de este sector productivo (Tenes *et al.*, 1999; Soutullo *et al.*, 1999) se han producido importantes cambios en las condiciones de producción y manejo de las explotaciones. A la vez, se ha concentrado la actividad en un menor número de granjas y de productores.

En este contexto de cambio, se plantea la realización de este trabajo cuyo objetivo básico es conocer el sector de la producción de carne de ave en la Comunidad Valenciana en todos los aspectos (infraestructura, instalaciones, tecnología productiva, resultados técnicos, etc). Todo ello, con objeto de realizar propuestas de adaptación y mejora, así como programas de formación y actualización en su caso. En esta comunicación se recoge la forma jurídica que adoptan las empresas avícolas analizadas, algunas características del titular como su dedicación a la actividad avícola, su antigüedad en la misma, su edad y formación así como la de los trabajadores. Finalmente se estudia la importancia del sistema de integración en el conjunto de granjas investigadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Del total de explotaciones de pollos de la C.V., fueron seleccionadas aleatoriamente 204 (nivel de confianza del 95% y una precisión media del 5%). En cada una de ellas se realizó una encuesta, a pie de granja, a los titulares de las explotaciones seleccionadas. Todas las visitas se realizaron entre septiembre de 2005 y 2006 y siempre fue realizado por la misma persona. Tras la finalización de los trabajos de campo se visitaron 201 explotaciones avícolas de carne de las 204 previstas.

La información obtenida ha sido filtrada y se le han aplicado controles de coherencia, para obtener los datos con los que se trabajaría posteriormente. Cada variable ha sido sometida a un análisis descriptivo univariante estudiando, según tipos, su media y sus parámetros de dispersión y frecuencias.

Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el paquete estadístico SAS® (2002), empleándose los procedimientos de análisis descriptivos (variables cuantitativas) y tablas de frecuencia (variables discretas y de categorías), PROC MEANS y PROC FREQ, respectivamente.

Los análisis de varianza y la significación estadística se han obtenido mediante el procedimiento PROC GLM del mismo paquete estadístico.

Las explotaciones encuestadas representan un total de 4.796.200 plazas de engorde de pollos, que equivale al 33,8% de la capacidad productiva recogida en el REGA CV (2005). La distribución provincial de las granjas visitadas ha sido del 7% en Alicante, 61,2% en

Castellón y 31,8% en Valencia, que refleja la ubicación real de las explotaciones avícolas en las tres provincias: 4,76%, 59,52% y 35,71%, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma jurídica de las explotaciones que conforman la muestra analizada queda reflejada en la **Tabla 1**. El 79,30% de las explotaciones tienen como titular una persona física. El 8,77% de las explotaciones son Comunidad de bienes (C.B.) y el 8,42%, Sociedades limitadas (S.L.). Con algo más del 3,50% encontramos las Sociedades agrarias de transformación (S.A.T.) y las Sociedades civiles particulares (S.C.P./S.C.)

Tabla 1. Forma jurídica de las explotaciones avícolas encuestadas

	Frecuencia	Frecuencia relativa	Capacidad media (pollos totales/nave)	Organización de la crianza		
				Integrado	Libre	Cooperativa
Persona física	226	79,30%	15.536,70	78,47%	100,00%	100,00%
C.B.	24	8,42%	20.445,80	8,76%	0,00%	0,00%
S.L.	25	8,77%	19.140,00	9,12%	0,00%	0,00%
S.A.T.	3	1,05%	23.000,00	1,09%	0,00%	0,00%
S.C.P./S.C.	7	2,45%	16.625,00	2,55%	0,00%	0,00%

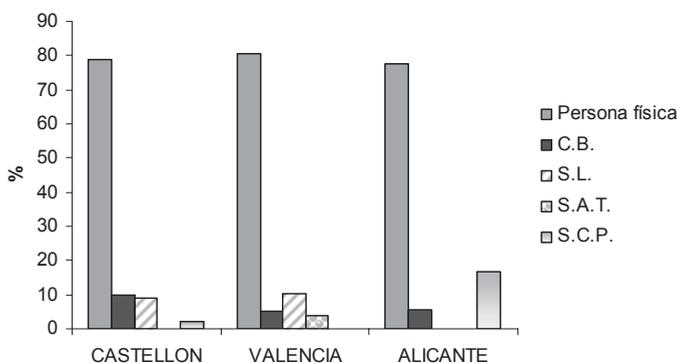


Figura 2. Forma jurídica de las explotaciones visitadas según provincias.

Por provincias ($p < 0,01$) la importancia de las personas físicas es similar encontrando porcentajes alrededor del 80% de las explotaciones. La diferencia estriba en la segunda figura jurídica que aparece en cada uno de los casos. Mientras que en Castellón aparecen las C.B., representando el 10% de las explotaciones, en Valencia son las S.L., con el 10,39% y en Alicante son las S.C.P./S.C.

En lo que respecta a la relación entre la forma jurídica con la capacidad media de las naves y el sistema bajo el que se produce no se han observado diferencias significativas.

La edad media de los titulares encuestados es de 46,37 años (desviación de 10,64). Siendo la edad mínima encuestada de 24 años y la máxima de 69 años. Para facilitar el análisis estadístico, se ha distribuido la variable en estratos. El 67,40% de los ganaderos tiene más de 40 años, de los cuales más de la mitad superan los 50. Solamente un 5,90% es menor de 30 años.

Analizando la edad media por provincias, por sistema de producción y por estratos de tamaño sólo se han observado diferencias significativas por provincia, siendo la edad media más elevada en la provincia de Castellón (49,01 años). Las provincias de Valencia y Alicante poseen medias semejantes con 43,69 y 41,14 respectivamente.

Los años de experiencia en la actividad nos ha permitido conocer el grado de incorporación de nuevos activos al sector en los últimos años. Las explotaciones en las que el titular acumula una experiencia inferior a los 3 años representan el 5,61% del total. Frente a este porcentaje, el 39,65% de las encuestas señalan una experiencia por encima de los 20 años. La media de años de experiencia en este tipo de actividad ha sido de 19 años. Por otra parte, se ha registrado una gran variabilidad entre los ganaderos encuestados, presentando este valor importantes variaciones, ya que el mínimo ha sido de solamente un año y el máximo de 50. La edad que más se ha repetido (moda), entre los titulares encuestados, ha sido de 30 años, valor que se ha registrado en el 10,60% de los titulares.

Por provincias cabe destacar que Castellón presenta una antigüedad media ligeramente superior al resto, siendo el rango más numeroso el de una experiencia superior a 20 años con un 47,89% de los titulares encuestados. En las provincias de Valencia y Alicante el rango más numeroso es el comprendido entre 10 y 20 años de experiencia con un 44,16% y 50,00% respectivamente.

El análisis del nivel de formación existente en las explotaciones avícolas se ha realizado a través de los estudios académicos cursados. El 69,00% de los titulares encuestados dicen no contar con estudios, el 18,56% de los titulares poseen formación profesional, el 9,28% han realizado estudios hasta el bachillerato y sólo el 3,00% poseen estudios universitarios. De todos los titulares encuestados el 72,30% muestran interés en realizar cursos relacionados con la producción avícola, sobre la gestión de explotaciones y de informática.

Se observa un gran predominio de la integración vertical frente a la integración horizontal (cooperativas) y a los criadores independientes. Solamente el 2,11% de las explotaciones no están integradas, llevando a cabo la gestión de la explotación por libre. Las integradoras en la C.V. constituyen un grupo heterogéneo que comprende desde un mismo criador independiente que integra a otros ganaderos, hasta las grandes compañías propietarias de fábricas de pienso, mataderos y salas de incubación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA, 2006. <http://www.mapa.es/app/SCH/indicadores/IndicadoresCA.aspx?lng=es>.
- Registro de Explotaciones Ganaderas de la Comunidad Valenciana, 2006. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SAS®, 2002. SAS User's Guide: Statistics, version 6.12. SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Soutullo, H., Izquierdo, M.D., Tenes, L., Láinez, M., Torres, A., Fernández, N. 1999. Estudio previo de caracterización de las explotaciones de pollo carne de la Comunidad Valenciana; ITEA, vol. extra, 20, nº 2, 729-731.
- Tenes, L., Soutullo, H., Izquierdo, M.D., Láinez, M., Torres, A., Fernández, N. 1999. Resultados preliminares sobre la tipología de las explotaciones de pollo de carne de la Comunidad Valenciana; ITEA, vol. extra, 20, nº 2, 732-734.

SOCIAL AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE POULTRY FARMS LOCATED IN THE VALENCIAN COMMUNITY REGION

ABSTRACT: The aim of this study was to assess the social and structural characterization of poultry farms located in the Valencian Community Region. During one year (2005-2006) data from 202 poultry producers were collected from a questionnaire. Each questionnaire contains information related with the legal system and characteristics of the farms, and farmer age and level of education. Answers were analyzed according to the type of production. The analysis showed that most farms have a person as an ownership, and around 50% of the farmers were older than 50 years with low level of education.

Keywords: *poultry, survey, characterization*

EFFECTO DEL SISTEMA Y TIPO DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA CONDUCTA DE CERDAS GESTANTES

Ruiz-de-la-Torre Casañas, J.L., Mainau Brunso, E., Gasa Gasó, J., Manteca Vilanova, X., Grupo de investigación de Nutrición y Bienestar Animal, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona. Josep.gasa@uab.cat

INTRODUCCION

En la actualidad, un porcentaje elevado de las cerdas gestantes todavía se alojan permanentemente en jaulas. La legislación europea obligará a partir del año 2013 a alojar las cerdas gestantes en grupos desde el primer mes de gestación y hasta una semana antes del parto (Directiva 91/630/CEE). Esto implicará la realización de cambios importantes tanto en el diseño y la distribución de las instalaciones, como en el manejo de los animales. En este segundo aspecto, existen dos factores principales a tener en cuenta: el método de alimentación y el ambiente social de los animales.

El método de alimentación de cerdas gestantes alojadas en grupo se puede seleccionar entre una serie de sistemas en función del grado de tecnificación y la preparación del personal, el número de animales, la disponibilidad de espacio, etc. Posiblemente, uno de los factores más importantes en esta selección es la competitividad entre animales, pudiendo decidir entre sistemas que permitan o no la ingestión simultánea de alimento a todos los animales. Además, se ha propuesto que el nivel y tipo de fibra del alimento podrían influir en el tiempo dedicado a la alimentación y en la sensación de saciedad de los animales (Ramonet et al 1999, Meunier-Salaun et al, 2001).

Por otro lado, el ambiente social queda modificado al pasar de un alojamiento en jaula individual a un sistema de alojamiento en grupos. En este sentido, la decisión del propietario consistirá en determinar el tamaño de los grupos (numero de animales por grupo) más adecuado a su situación. El factor determinante es la posible agresividad entre animales que, por su estado fisiológico, supone un riesgo importante para la productividad (riesgo de abortos, prematuros o mortinatos).

En el presente trabajo se propone determinar el efecto del sistema de alojamiento, el método de alimentación y del nivel y tipo de fibra de la dieta sobre el comportamiento de la cerda gestante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 240 cerdas gestantes en cuatro gestaciones de 60 animales cada una. Los 60 animales de cada gestación se distribuyeron en tres sistemas de alojamiento/alimentación: jaulas individuales (INDSTA), sistema de caída lenta (TRICKLE) y sistema electrónico de alimentación (ELECTRO), con 20 animales en cada sistema. En cada gestación, todos los animales fueron alimentados con 4 dietas diferentes, en función del porcentaje de fibra bruta (baja: 6.0% vs alta:11.0%) y del tipo de fibra (baja digestibilidad: salvado+cascarilla de girasol vs. alta digestibilidad: pulpa de remolacha). Cada dieta se ofreció durante 3 semanas. En las cuatro gestaciones, las dietas se ofrecieron en diferente orden para evitar la interacción con la fase de gestación. Para ello se siguió el siguiente esquema de dietas en cada gestación: G1:ABCD G2:BCDA G3:CDAB G4:DABC. El peso de los animales se registró al inicio y al final de cada periodo/dieta. La conducta se registró 15 días distribuidos aleatoriamente entre los días 1 Y 21 desde el inicio de cada dieta. Cada día de observación se registró durante dos horas (de 7:00 a 9:00) la actividad de los animales (echada vs de pie), la observación de conductas oronasofaciales (ONF: interacción con comedero, suelo o barras) y las conductas agresivas. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS mediante un PROC GLIMMIX, aplicando una distribución de Poisson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad de los animales (Figura 1) se vio afectada por el sistema de alojamiento y en mucha menor medida por el tipo y la digestibilidad de la fibra, observándose tan solo una triple interacción ($p < 0,001$). Las diferencias entre sistemas de alojamiento/alimentación podrían explicarse inicialmente como consecuencia de que las cerdas gestantes alojadas en jaulas no disponen de espacio suficiente para realizar actividades, lo que les llevaría a estar más tiempo descansando. Sin embargo, lo que se observa es justo lo contrario, siendo los animales alojados en patios (grupos) los que dedican un mayor porcentaje de su tiempo a descansar. Esto se puede explicar, por un lado, porque el esfuerzo físico que realizan les induce a ocupar más tiempo descansando y, por otro, a que el poder satisfacer sus necesidades de conducta les permite dedicar más tiempo al descanso.

Las conductas oronasofaciales (Figura 2) presentaron un claro efecto del sistema de alimentación ($p < 0,001$) y de la digestibilidad de la fibra ($p < 0,001$), pero no del tipo de fibra. Los animales alojados en grupo, y especialmente los alimentados con sistema electrónico, presentan menor necesidad de expresar estas conductas. Por otro lado, las cerdas alimentadas con la fibra más digestible (pulpa de remolacha) dedicaron más tiempo a expresar este tipo de conductas, quizás como consecuencia de experimentar una menor sensación de saciedad durante las primeras horas posteriores a la ingestión matinal.

Respecto a la conducta agresiva de los animales (Figura 3), se observó un claro efecto del sistema de alojamiento ($p < 0,001$), que presentaba una interacción con la digestibilidad de la fibra ($p < 0,001$) pero no con el tipo de fibra. La agresividad de las cerdas gestantes alojadas en grupo fue significativamente más baja en el sistema de caída lenta que en el de alimentación electrónica. Sin embargo, estos resultados no pueden extrapolarse como efecto global, ya que se determinó que el pico de agresividad es especialmente importante tras el inicio del periodo de ingestión (activación del sistema diario de alimentación). Al controlar las agresiones solamente durante dos horas alrededor de la administración de pienso por la mañana, el sistema electrónico puede verse penalizado, por lo que sería necesario realizar un análisis de agresividad durante periodos de 24 horas. La administración de fibra más digestible redujo significativamente la agresividad de las cerdas alojadas en el sistema electrónico.

Los resultados indican un claro efecto del sistema de alojamiento/alimentación sobre la conducta de las cerdas gestantes, siendo el de jaulas individuales un sistema poco adecuado comparado con los dos sistemas de alojamiento en grupo ensayados. Por otro lado, estos primeros resultados indican que ni el nivel ni el tipo de fibra incorporada al pienso ejercieron un efecto importante sobre la actividad o los comportamientos oronasofaciales de las cerdas y tan solo la fibra de naturaleza más digestible redujo las agresiones en las cerdas alojadas en el sistema electrónico. Sin embargo, estos resultados podrían diferir sustancialmente si las cerdas hubieran estado anteriormente alojadas en los diferentes sistemas en lugar de haber sido alojadas todas en jaulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Meunier-Salaun, M.C., Edwards, S.A. y Robert, S. 2001, Anim Feed Sci Technol. 90: 53-69.
- Ramonet, Y., Meunier-Salaun, M.C. y Dourmad, J.Y. 1999. J Anim Sci. 77: 591-599

EFFECT OF FEEDING METHOD AND DIET FIBER TYPE ON PREGNANT SOW BEHAVIOUR

ABSTRACT: Two hundred and forty pregnant sows were used in 4 different gestations (60 animals/gestation). In each gestation period, 20 animals were kept in individual stalls, 20 in groups with trickle feeding and 20 in groups with electronic feeding. Each animal was fed four diets, in 4 periods of gestation, following a latin square design. Diets varied according to level (low vs. high) and type of fiber (low or high digestibility). Behavioural recordings were obtained during 15 days for each period (2 h/day). General activity, oronasofacial (ONF)

behaviours and aggressiveness were affected by housing system, animals in groups showing higher levels of inactivity and lower levels of ONF behaviours. Some effects of level and type of diet on behavioural recordings were found, although these were not so clear.
Keywords: Pregnant sow; behaviour; feeding system; diet fiber

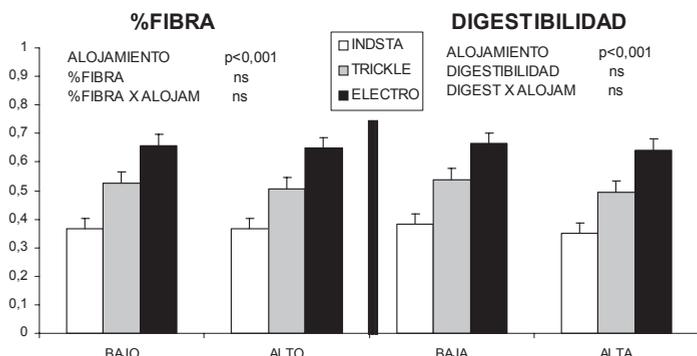


Figura 1. Actividad general (porcentaje de observaciones en que el animal aparece descansando) de cerdas gestantes según alojamiento y tipo de dieta

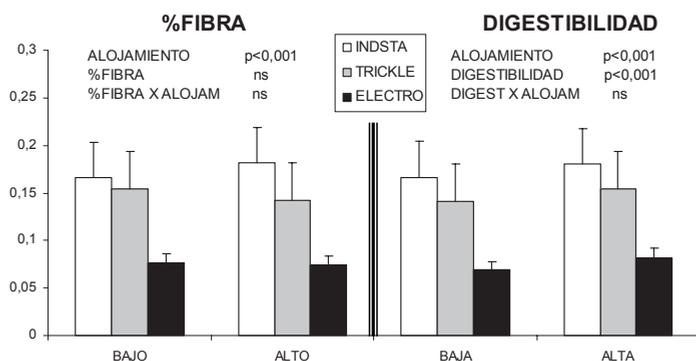


Figura 2. Conductas Oronasofaciales ((conducta exploratoria redirigida a instalaciones: barras, suelos, etc)) de cerdas gestantes según alojamiento y tipo de dieta

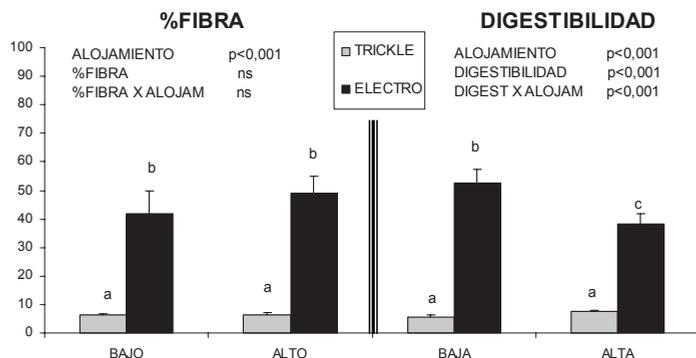


Figura 3. Interacciones agresivas de cerdas gestantes según alojamiento y tipo de dieta.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DEL CONSUMO DE PIENSO DE LECHONES IBÉRICOS DESTETADOS A DIFERENTES EDADES

Izquierdo, M.¹, Bazán, J.¹, Ayuso, D.¹, Paniagua, M.¹

¹Centro de Investigación La Orden, Junta de Extremadura. A-V, Km 372, Guadajira 06071 (Badajoz). mercedes.izquierdo@juntaextremadura.net

INTRODUCCIÓN

Debido a que el desarrollo enzimático para la digestión del pienso no se completa hasta aproximadamente las 8 semanas de vida (Díaz y Col. 2007), tradicionalmente los lechones se destetaban alrededor de las 6 semanas de edad (Caballero y col. 2005), pero con los sistemas de paridera controlada, y el uso de piensos de mayor digestibilidad para lechones muchos destetes se realizan cercanos a los 21 días de edad, siendo muy importante el manejo en este tipo de destetes. El fuerte stress que sufre el lechón al destete (Ribot 1996) por el cambio de proteína de la leche a proteína vegetal y los niveles mínimos de defensa inmunitaria a esta edad (Duran 1990) contribuyen a que el lechón resulte muy susceptible a la hora de contraer enfermedades y fácilmente se producen diarreas, pérdidas de apetito y de peso (Armstrong y Clawson 1980). Según algunos autores, estos problemas incrementan la mortalidad y producen un crecimiento más lento que se prolonga incluso durante la fase de cebo (Perez Muñoz, 2007). Pero también hay autores que afirman las ventajas sanitarias de un destete precoz (Daza y col 1999) sin mencionar que se incrementa la eficacia reproductiva de la cerda (Pérez Muñoz, 2007). No obstante, en cerdo ibérico no existe ningún estudio que evalúe las ventajas y desventajas de un destete precoz frente a otro más tardío. Por este motivo, se pretende evaluar tres tipos de destete (21, 31 y 41 días de edad) con el fin de determinar la edad más adecuada para el destete en esta raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una explotación porcina de dehesa perteneciente a la Junta de Extremadura. Se utilizaron 42 hembras gestantes con una edad de tres años, siendo este, su cuarto parto. Se eligió la paridera de otoño- invierno por ser la más fría y limitante para el crecimiento y supervivencia de los lechones y poder así inferir mejor los resultados obtenidos. Antes del parto, las hembras se asignaron completamente al azar a tres grupos de tratamiento que se diferenciaban en la edad a la que se iban a destetar los lechones (Grupo 1: destete a 21 días de edad, Grupo 2: destete a 31 días y Grupo 3: destete a 41 días). Se estudiaron un total de 208 lechones. Una semana antes de la fecha calculada para el comienzo de la paridera, las cerdas se introdujeron en la nave de partos, con una jaula en cada cubículo donde se ubica la cerda, un sistema de alimentación individual y una placa calefactora. La alimentación de las hembras se divide en dos raciones diarias de 2 Kg. cada una, dicho pienso tiene una composición de: 17% de PB, 5% de MGB, 5,4% de FB, 6,90% de CB, 0,82% de Lisina y Aditivos (vitaminas A, D y E, cobre y antioxidantes). Hasta los 21 días de edad no se diferencian los tres grupos de tratamiento. La alimentación de los lechones se basó en leche materna y pienso lactante sin medicar constituido por: 15% de PB, 4,7% de MG, 3,5% de FB, 7,30% de CB, 1% de Lisina y Aditivos (vitaminas A, D y E, cobre, ácido láctico, fórmico y ortofosfórico, y antioxidantes). A los 15 días de edad del lechón se comienza a dar pienso lacteado, hasta el destete. El destete consiste en sacar a la madre del cubículo dejando en el los lechones. Así las camadas se mantienen en sus corrales individuales para evitar el estrés y poder medir los consumos de piensos por camada hasta los 41 días de edad. A los 50 días de media, se reagrupan los lechones en dos lotes homogéneos dependiendo de su peso y se llevan a 2 corrales de cebo. Durante este período, se recogieron los datos reproductivos de cada hembra: los pesos de los lechones a diferentes edades (21, 31, 41 días) y una pesada posterior con un rango de edad entre 50 y 75 días, tipificando esta pesada a 70 días. Se calcularon las ganancias medias diarias de 21 a 31 días, de 21 a 41 días, de 31 a 41 días y de 41 a 70 días. Se recogieron además los consumos de pienso por camada cada 5 días. Los datos se

analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (2002), con dos procedimientos distintos. Para los datos relativos a la hembra, como son: el número de lechones nacidos totales, nacidos vivos y destetados y los consumos por lote, se utilizó un procedimiento de modelo lineal generalizado (GLM), y para los datos medidos en los lechones individualmente (pesos y ganancias), se utilizó un procedimiento de modelos mixtos, incluyendo la cerda como un efecto aleatorio, modelo más adecuado cuando hay medidas repetitivas (Littell, et al. 1998). En ambos casos se compararon las medias de los tres grupos de destete.

RESULTADOS

Como se indica en la Tabla 1, no había diferencias significativas entre grupos ni en el número de lechones nacidos, ni destetados ni en el peso a 21 días. Lo que indica que no se ha producido ningún sesgo al ser los tres grupos homogéneos respecto a esos parámetros.

Tabla 1. Pesos y crecimientos de los lechones en los tres grupos de destete.

VARIABLES (ns)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Nacidos Totales (ns)	9.85	9.74	9.66
Nacidos Vivos (ns)	8.35	7.69	8.20
Destetados (ns)	6.45	6.15	6.36
Peso 21 días (ns)	4,98	5,25	4,90
Peso 31 días	5,4±0,16 ^a	6,3±0,16 ^b	6,6±0,18 ^b
Peso 41 días	6,94±0,2 ^a	7,49±0,2 ^b	8,21±0,2 ^c
Peso 70 días (ns)	17,9±0,5	17,3±0,5	17,8±0,5
GMD1(21 a 31)	0,05±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,170±0,01 ^c
GMD2 (21-41)	0,1±0,01	0,1±0,01	0,16±0,01 ^a
GMD3 (31 a 41)	0,14±0,01	0,13±0,01	0,16±0,01 ^a
GMD4 (41-70)	0,38±0,014 ^a	0,34±0,013 ^b	0,33±0,014 ^c
Consumo de pienso (Kg.)	40,42±2,7 ^a	27,11±2,5 ^b	26,2±2,8 ^b
Intervalo al parto siguiente	176,7±2,6 ^a	171,7±2,8 ^b	178,7±2,8 ^a

ns- no significativo.

La Tabla 1 describe también los pesos y crecimientos de los lechones. A los 30 días, el peso de los lechones destetados a 21 días es menor que el de los otros grupos, ya que están recién destetados (Pérez Muñoz, 2007). A los 41 días el peso de los lechones destetados a los 21 días también es menor que el de los destetados a 31 y 41 días, siendo los destetados a 31 días también menor que los destetados a 41 días. Sin embargo a los 70 días no aparecen diferencias significativas en los tres grupos. En relación a las GMD, se observa claramente que los lechones destetados a 21 días tienen una GMD1 muy pequeña por estar recién destetados, la GMD3 es mayor en los destetados a 41 días por estar aun con las madres, e igual para los otros dos grupos ya destetados. El crecimiento entre 31 y 41 días de los de los destetados a 31 días no decrece tanto por el efecto del destete como ocurrió en los destetados a 21 días ya que habían tenido acceso a una tolva desde los 21 a los 31 días, preparando así su intestino para el destete. La GMD4 es mayor en los destetados a 21 días por estar ya acostumbrados al pienso. El consumo de pienso es mayor en el grupo destetado a 21 días como se esperaba sin embargo no hay diferencias entre los otros dos grupos, lo que nos indica que los lechones destetados a 41 días consumen el mismo pienso que los destetados a 31 días a pesar de estar con las madres más tiempo. Los consumos de pienso de los lechones en intervalos de 5 días, calculados desde el día 21 de edad hasta el día 41, se representan en la Figura 1.

Respecto al consumo de pienso en los diferentes períodos se observa que los animales destetados a los 21 días consumen una mayor cantidad de pienso que los de los otros dos grupos y esta cantidad se incrementa con la edad del lechón. En un primer período de 10 días tras el primer destete, (del 21 al 31 de edad) no hay diferencias significativas entre los dos lotes que permanecen con las madres.

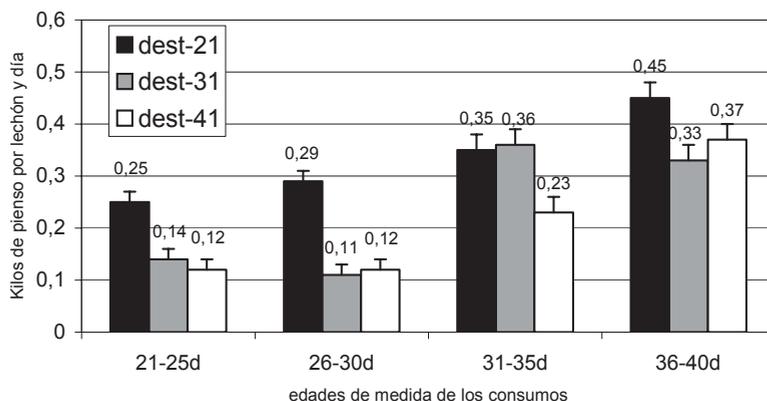


Figura 1. Medias de los consumos de pienso por lechón y día a un intervalo de edad de 5 días

Sin embargo, del día 36 al 40 en los grupos 2 y 3 no hay diferencias significativas en relación a la cantidad de pienso ingerida a pesar de estar el grupo 3 todavía con las madres. En conclusión, destetar a los 41 días no supone ningún beneficio ni en el consumo de pienso ni en crecimientos posteriores. Destetar a los 31 días reduce la cantidad de pienso consumida y proporciona mejores crecimientos hasta los 31 días. El destete a 21 días puede ser también viable en la raza porcina Ibérica, aunque exige una iniciación al pienso más temprana y manejo más riguroso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong and Clawson. 1980. J. Anim. Scien, 50 : 377-384.
- Daza, A., Rioperez, I., Ovejero, S., Martín Rillo, De Alba, C. 1999. ITEA, 20 (2): 765-766.
- Caballero de la Calle J.R.; Serrano A.; López Fuetes F. 2005. ITEA, 26 (1): 270-272.
- Littell, R.C., Henry, P.R. y Ammerman, C.B.: (1998). J Anim Sci 76:1216-31.
- Riopérez, J.; Rodríguez, M.L. (2002). Mundo Ganadero, (143): 46-50.
- Pérez Muñoz, J. ANAPORC, Abril 2007.
- Ribot, A. 1996. Zootecnia: BPA. Tomo VI:169-176. Mundi-Prensa Madrid.

Agradecimientos: Plan regional de investigación I+D+i, Junta Extremadura.

GROWTH AND FEED CONSUMPTION EVALUATION OF IBERIAN PIGS WEANED AT THREE DIFFERENT AGES

ABSTRACT: Feed consumption (FC), Average daily gain (ADG), and individual body weight at different ages of 208 Iberian piglets weaned at 21-, 31-, and 41-days of age were evaluated from a winter parity in a research farm. FC was larger for animals weaned at 21 days of age than for the other two groups. However, there were not differences in FC between piglets weaned at 31 and 41 days of age. ADG and weigh at 21, 31, and 41 days were larger for piglets weaned at 31 and 41 days than for those weaned at 21 days, but ADG from 41 to 70 days and 70-day weight was similar for all groups. There is not any advantage for wean piglets at 41 days of age, and to wean piglets at 31 days seems to be more appropriate than wean them at 21 or 41 days. However, with a specific management piglets can be also weaned at 21 days without future problems.

Keywords: Iberian pigs, weaning, feed consumption, daily gain

ESTUDIO PRODUCTIVO DE LA PINTADA (NUMIDA MELEAGRIS) CRIADA EN CONFINAMIENTO

Muriel, A. y Serrano, A.

Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera. Junta de Extremadura.
06187- Guadajira (Badajoz). angel.muriel@juntaextremadura.net

INTRODUCCIÓN

La pintada o gallina de Guinea es un ave sin significación en la avicultura española. El destino principal de esta especie es la producción de carne, ya sea tras su crianza en confinamiento o en parques al aire libre. Sí existe un mercado para productos obtenidos a partir de estas aves en África y en países europeos como Francia, Bélgica e Italia (Nahashon et al., 2006a).

Las granjas que trabajan con reproductoras valoran la capacidad de producción de huevos de éstas como un parámetro fundamental para su rentabilidad. La crianza en confinamiento de pintadas alojadas en jaulas permite, entre otros aspectos, evitar la puesta irregular que se puede observar en las criadas en suelo y en las mantenidas en parques al aire libre. Con estos sistemas de producción, pintadas alojadas en jaulas ponen, de media, 165-170 huevos durante un período de puesta de 37 semanas (Le Coz-Douin, 1992) mientras que en crianzas en suelo se recogen de 70 a 100 huevos (Galorfrance, 2009).

El objetivo de este trabajo es valorar la producción de huevos y su variación anual en cuatro lotes de pintadas criadas en confinamiento en una explotación del Suroeste español.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en la nave de aves de la finca Valdesequera (Badajoz) en el período 2004-2008, controlándose un total de 896 pintadas pertenecientes a 4 lotes diferentes. Cada lote estuvo formado por 224 hembras, que eran introducidas en jaulas individuales a la edad de 23 semanas (mes de noviembre) y permanecían en éstas hasta cumplir 70 semanas (mes de octubre del año siguiente). Tras este período de puesta eran desenjauladas, se procedía a la limpieza, desinfección y vacío sanitario de la instalación utilizada y a la entrada del siguiente lote.

Durante el período de estudio se mantuvo un mismo programa de nutrición, manejo y sanidad (Muriel, 2005a). A la entrada en jaulas se estableció un fotoperíodo de 14 horas mediante iluminación artificial. Al tratarse de una nave de ambiente no controlado, durante la permanencia en jaulas se alcanzó una temperatura mínima de 4°C en el mes de diciembre de 2005 y una máxima de 38°C en el mes de julio de 2007.

Se realizó un control de puesta diario anotándose el número total de huevos (enteros, rotos y fárfaras) y semanalmente se calculó la tasa de puesta media de cada lote. Cada 5 semanas se realizó un seguimiento del peso de los huevos recogiendo y pesando todos los huevos durante dos días consecutivos.

Los datos recogidos fueron analizados mediante un análisis de varianza utilizando el programa Statistica versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción media de huevos por hembra fue de $199 \pm 1,95$ huevos en períodos de puesta de 43-44 semanas, encontrándose variaciones anuales entre lotes estadísticamente significativas ($p < 0,001$) (Tabla 1).

Tras el estímulo luminoso la puesta se inició a las 26-27 semanas de edad (cuando un lote alcanza el 5% de puesta) y un 50% de tasa de puesta se alcanzó entre las 28 y 33 semanas. A nivel individual observamos animales que no llegaron a iniciar la puesta y otros que llegaron a producir hasta 296 huevos.

Estos resultados son consistentes con los citados por Hayes (1987) para pintadas alojadas también en jaulas individuales. La puesta de huevos se produjo sobretodo por la tarde, lo cual está de acuerdo con los estudios de Ogwuegbu et al. (1988) y marzo fue el mes con mayor número de huevos recogidos excepto en el lote 604 (Abril).

En cuanto a las variaciones anuales entre lotes pudiera haber influido, por una parte, el diferente desarrollo alcanzado por las gallinas al inicio de su ciclo de producción que va a condicionar la puesta posterior (Nahashon et al., 2006b) y, por otra parte, las variables condiciones climatológicas de la explotación.

Tabla 1. Producción de huevos de pintadas

Lote	Nº huevos/hembra	Peso huevos	Masa huevos
604	199±4,73 cb	44,95±0,74 b	8,95±0,23 bc
605	215±3,05 a	47,84±0,48 a	10,29±0,16 a
306	199±3,47 bc	46,69±0,37 a	9,29±0,17 cb
307	183±3,80 d	47,09±0,42 a	8,62±0,19 d

Valores con letras distintas dentro de una misma columna presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

También en la tabla 1 se presenta el peso de los huevos y la masa de huevos determinada. El peso medio de los huevos fue de 46,64±0,26 g, encontrándose en el lote 604 un peso significativamente menor ($p < 0,01$) respecto a los otros. Le Coz-Douin (1992) cita pesos medios de 48-49 g, superiores a los encontrados por nosotros lo que mostraría que a consta de la mejora alcanzada en producción de huevos ha disminuido el peso medio de éstos con respecto a los resultados mostrados en un trabajo previo (Muriel 2005b). Autores como Nahashon et al. (2006a) ya han reflejado que existe una correlación negativa entre la producción y el peso de los huevos de gallinas de Guinea.

A partir de la producción y del peso de los huevos de las pintadas se obtuvo una masa de huevos de 9,29±0,10 kg, siendo estadísticamente significativas ($p < 0,001$) las diferencias encontradas entre los cuatro lotes. Anteriormente a este trabajo, Nahashon et al. (2006a, 2007 a y b) han puesto de manifiesto la correlación positiva que existe entre la masa de huevos con la producción y el peso de los huevos de pintadas alojadas en jaulas.

En lo referente a la edad al primer huevo, la tabla 2 muestra como se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre lotes ($p < 0,001$), si bien están dentro del intervalo 28-32 semanas descrito por Oke et al. (2003) y ponen de manifiesto el retraso en alcanzar la madurez sexual de estas aves cuando las comparamos con especies como las gallinas.

En la misma tabla aparece como el porcentaje de fárfaras no se diferenció entre lotes pero sí el de huevos rotos, siendo significativamente superiores ($p < 0,05$) en el lote 604.

Tabla 2. Edad al primer huevo y huevos desclasificados de pintadas

Lote	Edad primer huevo	% fárfaras	% huevos rotos
604	194,63±1,04 bc	1,06±0,23	0,73±0,18 a
605	201,38±1,24 b	1,07±0,24	0,38±0,07 b
306	213,96±1,73 ac	0,89±0,29	0,08±0,02 bc
307	216,58±1,53 ac	0,86±0,17	0,10±0,03 bc

Valores con letras distintas dentro de una misma columna presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

La figura 1 muestra la evolución de la curva de puesta de las pintadas en la finca Valdesequera. El pico de puesta es superior al 80%, se alcanza a partir de las 39 semanas de edad y en la fase descendente de la curva las pintadas alcanzan las 70 semanas de edad con una tasa de puesta superior al 50%. De los 4 lotes en estudio, la mejor curva de puesta correspondió al lote 605 con una tasa media de puesta del 72,81% y la peor al lote 307 (61,47%).

A destacar que la curva de puesta de la pintada se adapta mejor que la de la gallina, al menos si la comparamos con la población autóctona que se cría en la finca Valdesequera, a los calores del verano; esta observación confirmaría que en países africanos como Ghana (Tye y Gyawu, 2001) se valore a la pintada como ponedora de climas cálidos.

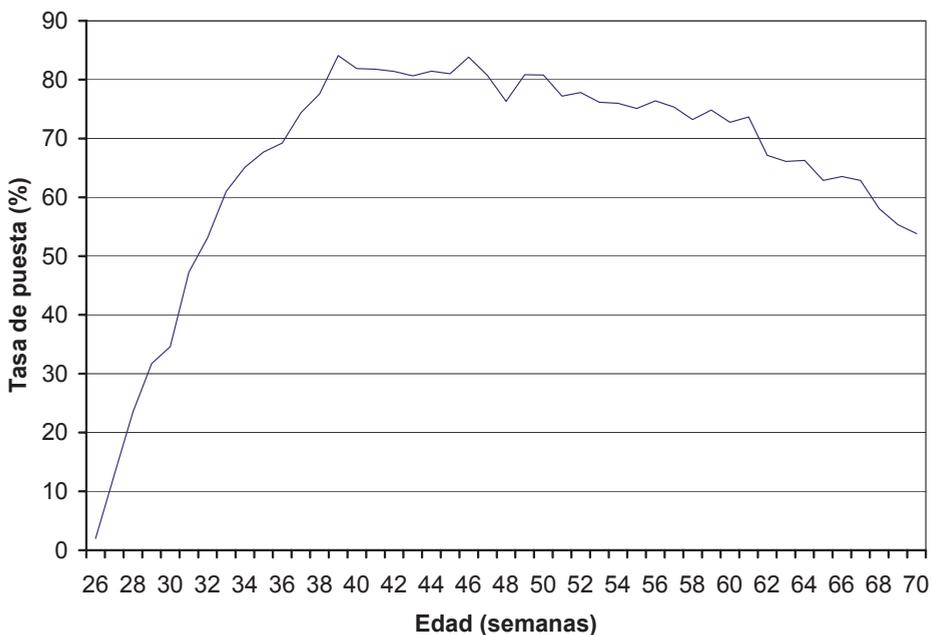


Figura 1. Curva de puesta de pintadas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Le Coz-Douin J. 1992. L'élevage de la pintade, pp. 75-100.
- Galorfrance 2009. Disponible en [http:// www.galorfrance.com](http://www.galorfrance.com) [enero 2009].
- Hayes, C. 1987. Raising turkeys, ducks, geese, pigeons and Guineas, pp.169-184.
- Muriel, A. 2005a. Mundo Ganadero nº 179, pp.60-64.
- Muriel, A. 2005b. XLII Symposium Científico de Avicultura, pp. 153-160.
- Nahashon, S.N., Adefope, N.A., Amenyenu, A., Wright D. 2006a. Poul. Sci. 85: 1682-1689.
- Nahashon, S.N., Adefope, N.A., Amenyenu, A., Wright D. 2006b. Poul. Sci. 85: 1847-1854.
- Nahashon, S.N., Adefope, N.A., Amenyenu, A., Wright D. 2007a. Poul. Sci. 86: 973-982.
- Nahashon, S.N., Adefope, N.A., Amenyenu, A., Wright D. 2007b. Poul. Sci. 86: 1793-1799.
- Ogwuegbu, S.O., Aire, T.A., Adeyemo O. 1988. Br. Poul. Sci. 29: 171-174.
- Oke, U.K., Herbert, U., Akinmutimi, A.H. 2003. Int. J. Poul. Sci. 2: 128-132.
- Tye G.A., Gyawu P. 2001. World Poultry 17 (9): 53-54.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto 553-JUN, cofinanciado por la Junta de Extremadura y la Unión Europea (FEDER).

LAYING PERFORMANCE OF GUINEA FOWL HENS RAISED IN CONFINEMENT

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate egg production performance of Pearl Gray Guinea fowl laying hens between 2004 and 2008. 896 twenty-three-week-old guinea hens were kept in individual cages until 70 weeks (224 guinea hens each year). All birds received a 14 h lighting regimen. Hens were observed for egg production, egg weight and egg mass. Differences in egg production, egg weight and egg mass were significant ($p < 0,01$) between groups. These results showed how performance of layers during the laying cycle can be influenced by quality of bird at the onset of her production cycle and by environment variations.

Keywords: egg production, egg weight, egg mass

ANÁLISIS DIFERENCIAL ENTRE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CAUTIVIDAD DE LA *COTURNIX C. COTURNIX*

Caballero de la Calle, J.R.¹, Peña, J. C.², Calle, M.I.¹ y Caballero, J.V.¹

¹ E.U. de Ingeniería Técnica Agrícola. UCLM. Ronda de Calatrava 5. Ciudad Real 13071. JoseRamon.Caballero@uclm.es. ² Excma. Diputación Provincial de Ciudad Real

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido el elevado grado de dificultad de la crianza en cautividad de la codorniz europea (*Coturnix c. coturnix*), tanto por su escasa capacidad de adaptación a sistemas intensivos como por sus características productivas en le medio natural. El reducido tamaño de su puesta y el bajo índice de fertilidad son aspectos claramente mejorables en este tipo de producción (Dalmau, 1994).

Por otra parte la codorniz es una especie cinegética cada vez más demandada por los cazadores de la media veda en España y que sin embargo ha sufrido en los últimos años una reducción importante en los fenómenos migratorios en la Península Ibérica que ya fueron detectados anteriormente por Puigcerver *et al.* (1990).

Esta circunstancia ha favorecido la aparición de granjas cinegéticas de la especie que tratan de conseguir aves de la pureza genética adecuada y que conserven toda su rusticidad, vigorosidad y capacidad de vuelo (Caballero de la Calle *et al.* 1997a).

Los sistemas de producción tradicionales para la codorniz doméstica o japonesa (*Coturnix japonica*) especializada en carne o huevos no son válidos para la especie salvaje, ya que estos sistemas no favorecen el desarrollo de sus capacidades cinegéticas (Caballero de la Calle, *et al.* 1999).

Sin embargo, todavía quedan algunas dudas sobre el mejor rendimiento productivo de las aves reproductoras en cautividad ya que la disposición al aire libre o en lugares cerrados de las jaulas durante la época de puesta puede ser un elemento decisivo en la productividad de la especie. Este problema de infraestructura y manejo en las granjas cinegéticas es importante pues repercute directamente en su economía productiva.

El objetivo de este trabajo es determinar la capacidad reproductiva de la codorniz europea cuando el sistema de producción se desarrolla en ambientes cerrados y compararla con el resultado obtenido cuando el sistema se desarrolla al aire libre.

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación PA106-0146-3392 de la Consejería de Educación y Ciencia de JCCM y se desarrolla en las instalaciones de la granja cinegética de la finca Dehesa de la Galiana sita en el término municipal de Ciudad Real y perteneciente a la Universidad de Castilla-La Mancha.

Partimos de un plantel de 120 codornices europeas, machos y hembras al 50 por ciento. Disponemos de dos baterías (1 y 2) de 30 jaulas cada una. En cada jaula colocamos un macho con una hembra. La Batería 1 se encuentra en las condiciones tradicionales de producción en ambiente cerrado, mientras que la Batería 2 se coloca en las instalaciones al aire libre de la explotación.

Seguimos las pautas de manejo y producción tradicional de una granja cinegética de codorniz. Los animales entran en reproducción en el mes de marzo y se les hace un seguimiento hasta el mes de junio, es decir de 16 semanas.

Utilizando el método de Caballero de la Calle *et al.* (1997c) se recogen diariamente los huevos producidos en ambos sistemas y se marcan. Para determinar la curva de puesta de cada tipo de producción se controlan el nº de huevos producidos por semana, el nº de huevos total y el nº medio de huevos /hembra. Los huevos recogidos se almacenan durante una semana y luego se incuban hasta el nacimiento de los pollitos, determinando así los porcentajes de fertilidad de ambos sistemas.

Para analizar las diferencias reproductivas y productivas de la *Coturnix c. coturnix* en ambiente cerrado y al aire libre, se realiza un análisis de la varianza utilizando el programa estadístico SPSS 14.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de ambos sistemas para la codorniz europea durante el periodo en estudio fue de 3.978 huevos. La producción en el sistema tradicional cerrado fue de 2.094 huevos y la producción al aire libre fue de 1.884 huevos encontrando diferencias significativas entre ellos. La producción en el sistema cerrado se ajusta a los resultados obtenidos por Caballero de la Calle *et al.* (2005) en condiciones productivas similares.

La producción media de huevos por hembra de codorniz europea en este periodo de puesta fue de $67,20 \pm 6,32$ huevos, mientras que en la Batería 1 fue de $69,8 \pm 4,31$ huevos y de $62,83 \pm 5,41$ huevos en la Batería 2, habiendo diferencias significativas entre los grupos en estudio. En la Tabla 1 aparecen los resultados de puesta de ambos tipos de sistemas de producción.

Tabla 1. Producción de huevos según el sistema de producción

Sistema	Nº de animales	Nº de huevos/batería	Nº de huevos/hembra
Cerrado	30	2.094	$69,80 \pm 4,31^a$
Aire Libre	30	1.884	$62,83 \pm 5,41^b$
MEDIA	60	3.978	$67,20 \pm 6,32$

Valores con superíndices distintos denota diferencias significativas ($P < 0,01$)

Se observa que la curva de puesta de las aves en la Batería 1 es más alargada que en la Batería 2, ya que en esta última comienza más tarde y termina antes (Figura 1). La producción se mejora en las condiciones semi controladas de los ambientes cerrados, ya que en el sistema de producción al aire libre los animales se ven sometidos a las irregularidades climáticas (temperatura y humedad) de la primavera (Lucotte, 1980). El número medio de huevos por hembra y semana se cifra en $4,51 \pm 0,28$ huevos, siendo mayor en el ambiente cerrado ($4,85 \pm 0,17$ huevos) que en las condiciones al aire libre ($3,94 \pm 0,30$ huevos).

La Figura 1 muestra la evolución de las cifras medias semanales de puesta (huevos/hembra) de los dos tipos de sistemas de producción. Si analizamos las curvas de puesta producidos en ambos casos observamos que adquieren una forma de campana de Gauss.

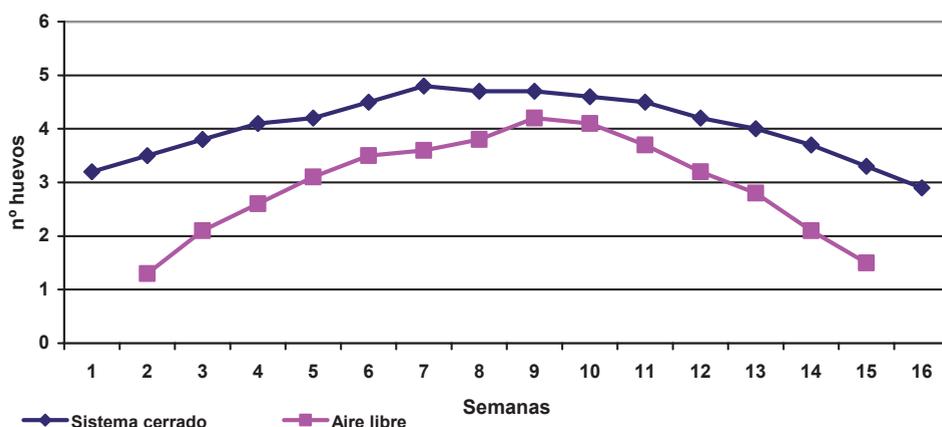


Figura 1. Número medio de huevos por codorniz y semana.

Las variaciones son muy similares a lo largo del ciclo de producción para los dos tipos de producción. El máximo productivo en ambientes cerrados se produce tras los 50-60 días de puesta y se mantiene por encima de los 4 huevos/semana hasta el final del tercer mes de

puesta. En las condiciones al aire libre el máximo de producción se alcanza algo más tarde, descendiendo ésta de forma más brusca.

La viabilidad media de los huevos producidos en nuestra experiencia es de $61,20 \pm 4,83$. Encontramos diferencias significativas en la fertilidad media de los huevos en los dos sistemas de producción estudiados. Se observa que los porcentajes medios de fertilidad son mejores en las condiciones de explotación al aire libre acercándose a los datos proporcionados por Pérez (1981) para la codorniz en condiciones naturales (Tabla 2).

Tabla 2. Viabilidad de los huevos según el sistema de producción

Sistema	Nº de animales	Nº de huevos/batería	% Fertilidad
Cerrado	30	2.094	$60,25 \pm 3,27^a$
Aire Libre	30	1.884	$64,36 \pm 5,12^b$
MEDIA	60	3.978	$61,20 \pm 4,83$

Valores con superíndices distintos denota diferencias significativas ($P < 0,01$)

La mejora de la fertilidad de los huevos producidos en la Batería 2 se puede deber a la identificación de la codorniz salvaje con el medio natural. Esta circunstancia permite a las aves acumular las reservas suficientes para rentabilizar la fecundación. Este fenómeno también se observa en las condiciones de los ambientes cerrados, pero como la puesta es más larga los resultados de fertilidad se reducen. Este resultado confirma el obtenido por Caballero de la Calle *et al.* (1997b) en las mismas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caballero de la Calle, J.R.; Buxadé C.; Peña, J.C. (1997b). *ITEA. Vol. Extra 18 N.º 2 (484-486)*.
- Caballero de la Calle, J.R.; Buxadé C.; Peña, J.C. (1997c) *ITEA. Vol. Extra 18 N.º 2 (487-489)*.
- Caballero de la Calle, J.R.; Peña, J.C.; (1997a). *Zootecnia: Bases de la Producción Animal. Tomo XII*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Caballero de la Calle, J.R.; Peña, J.C.; Carrión, E. (1999). *ITEA. Vol. Extra 20 N.º 2 (726-728)*.
- Caballero de la Calle, J.R.; Peña, J.C.; López Fuentes, F.; Calle, M.I. (2005). *ITEA. Vol. Extra 26 N.º 1 (288-290)*.
- Dalmau, A. (1994). Ed. Dilagro.
- Lucotte, G. (1980). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Pérez, F. (1981). Ed. Científico-Médica.
- Puigcerver, M.; Rodríguez Tejeiro, J.D. (1990). *Revista Trofeo. N.º 243 pp. 34-38*.

DIFFERENTIAL ANALYSIS BETWEEN IN CAPTIVITY PRODUCTION SYSTEMS OF THE COTURNIX C. COTURNIX

ABSTRACT: In this work we try to compare the productivity of the *Coturnix c. coturnix* in two different systems of production. We use 60 males and 60 females. In every cage we place a male with a female. We have two batteries of 30 cages each. One of the batteries is placed in traditional conditions of production in closed environment, whereas other one is placed outdoors. Animals reproduce for 16 weeks. The total production during the period of study was 3.978 eggs. The production in the traditional closed system was 2.094 eggs and 1.884 eggs outdoors, with significant difference. The average production of eggs per female was $67,20 \pm 6,32$ eggs: in the closed system it was of $69,8 \pm 4,31$ eggs and $62,83 \pm 5,41$ eggs outdoors, with significant difference. The curve of production of the birds was shorter in the system outdoors. The average fertility of the eggs was $61,20 \pm 4,83\%$. The results of fertility improved in the outdoors system.

Keywords: quail, fertility, incubation, *Coturnix*

UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DE LA RETINA COMO SISTEMA DE AUDITORÍA DE LA IDENTIFICACIÓN DE OVINO EN GRANJA Y MATADERO

Rojas-Olivares, M.A., Caja, G., Carné S. y Salama A.A.K.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La trazabilidad es un elemento clave en el mercado agroalimentario globalizado y, en el caso de la carne, supone el seguimiento del animal desde el nacimiento hasta el punto final de sacrificio, venta y/o consumo, lo que es un proceso complejo y escasamente resuelto en la actualidad (Arana et al., 2002). La trazabilidad requiere de un sistema de marcado individual (que sea factible en la práctica, único, permanente e intransferible) y de un sistema de custodia de la identidad (que sea creíble y verificable), tal como han señalado McKean (2001) y Caja et al. (2002, 2004). La identificación por medio de la imagen retinal (IR), es una opción de interés para auditar la trazabilidad de los animales. El sistema se basa en las características irrepetibles del patrón vascular de la retina de cada ojo y que se aprecian desde el nacimiento (Golden et al., 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de la IR como sistema de verificación de la identidad de ganado ovino en condiciones de granja y matadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 152 corderos destetados de razas Lacaune (n = 70) y Manchega (n = 82) del rebaño experimental del S1GCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la Universitat Autònoma de Barcelona. Los corderos se identificaron al nacimiento con un crotal oficial de plástico para corderos destinados al matadero (Allflex-Azasa, Madrid) y, al destete (30 d y 10-12 kg PV) con un crotal y un mini-bolo (Allflex-Azasa) para corderos destinados a la reposición, de acuerdo con el sistema oficial español (RD 947/2005 y la OM APA/398/2006). Los corderos se engordaron a base de pienso y paja ad libitum en grupos de 25 según su fecha de destete. Cuatro corderos (2.6%) murieron durante el cebo. A la edad (3 meses) y peso (23 kg PV) de mercado, parte de ellos fueron sacrificados (n = 74) en el matadero de Osvac (Sabadell, Barcelona) y el resto se seleccionaron para reposición del rebaño experimental (n = 58) o venta como reproductores (n = 16).

La captura de las IR se realizó mediante un equipo portátil OptiReader (Optibrand, Fort Collins, CO, USA), por duplicado en cada ojo y animal, a las edades de: 3 (vivos, n = 152; sacrificados, n = 50), 6 (vivos, n = 58) y 12 meses (vivos, n = 58). Todas las IR (n = 1.272) las obtuvo el mismo operador, en el interior del aprisco y con el animal inmovilizado en un cornadizo. Además de la IR se tomó una fotografía del crotal, la fecha y el tiempo de captura (TC) de cada imagen. En el caso de los corderos sacrificados, las IR se tomaron de las cabezas cortadas en la línea de matanza.

Las IR fueron almacenadas como archivos Blob (binary large object) en una memoria extraíble, posteriormente descargadas en un PC portátil y procesadas mediante el programa Optibrand Data Management Software (version 4.1.3). Finalmente fueron transferidas a la base de datos centralizada de Optibrand via internet. El grado de coincidencia de 2 imágenes se calculó mediante el programa de Optibrand, expresando el resultado (Matching score, **MS**) en una escala de 0 (sin coincidencia) a 100 (coincidencia total). Se realizaron comparaciones entre duplicados de imágenes del mismo ojo y entre imágenes del mismo ojo a edades o estados diferentes, tomando como referencia las imágenes capturadas a 3 meses y con el operador entrenado. El valor umbral de confirmación de identidad fue $MS \geq 80$. Los resultados de MS se analizaron con el procedimiento CATMOD y los de TC con el MIXED de SAS (v. 9.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El operador necesitó un período de entrenamiento de 2 semanas (264 imágenes) a fin de obtener repetidamente IR de calidad (patrón vascular nítido y posicionado en el centro de la imagen). Los resultados obtenidos figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Índices de coincidencia (MS)¹ según las imágenes comparadas y la raza

Comparación	Edad (meses)	Situación	Raza		Total
			Manchega	Lacaune	
Intra-clase (repeticiones)	3	Periodo entrenamiento	92.5 ± 1.8 (n = 33)	91.7 ± 1.4 (n = 33)	92.1 ± 0.8 (n = 66)
		Vivos	97.5 ± 0.5 (n = 49)	94.8 ± 1.0 (n = 37)	96.4 ± 0.5 (n = 86)
		Sacrificados	70.5 ± 3.0 ^a (n = 29)	63.1 ± 2.2 ^b (n = 21)	67.4 ± 2.0 (n = 50)
	6	Vivos	96.2 ± 0.8 (n = 28)	96.2 ± 0.9 (n = 30)	96.2 ± 0.6 (n = 58)
		12	Vivos	96.4 ± 1.0 (n = 28)	96.3 ± 0.8 (n = 30)
	Inter-clase	3 vs. 6	Vivos	91.8 ± 1.9 (n = 28)	90.1 ± 1.6 (n = 30)
3 vs. 12			Vivos	91.7 ± 1.6 (n = 28)	89.6 ± 1.5 (n = 30)
3		Vivos vs. sacrificados	60.2 ± 2.5 (n = 29)	55.9 ± 2.3 (n = 21)	58.4 ± 1.8 (n = 50)

¹Media ± ES; ^{a, b} Letras distintas indican diferencias entre razas ($P < 0.05$).

Al comparar las IR del mismo ojo (repeticiones) en los corderos vivos a una edad determinada (3, 6 y 12 meses), los valores de MS se situaron entre 92-98. El valor más bajo correspondió a las IR capturadas en las 2 primeras semanas de entrenamiento del operador. Al eliminar este periodo, los valores se situaron entre 95-98, indicando una elevada repetibilidad del método. El efecto de la raza no fue significativo ($P > 0.05$) para ninguno de los periodos intra-edad analizados en los corderos vivos (Tabla 1).

El TC (Tabla 2) disminuyó marcadamente al superarse el entrenamiento ($P < 0.05$), y lo hizo de forma cuadrática ($R^2 = 0.95$) en las IR capturadas en corderos vivos entre 3 y 12 meses. Sin embargo, en este caso, la raza mostró un efecto significativo sobre el TC ($P < 0.05$) a los 3 y 12 meses, siendo en ambos casos mayor en los corderos Lacaune que en los de raza Manchega (Tabla 2). Los TC obtenidos con el operador entrenado fueron inferiores a los de Rusk et al. (2006; 56 s) y Gonzales-Barron et al. (2008; 50 s) en ovejas adultas. Al comparar el MS de las imágenes capturadas a diferentes edades, lo es indicador de la trazabilidad, el rango de los valores de MS se redujo y varió entre 90-92 para los animales vivos (Tabla 1), no viéndose afectado por la raza y siendo su valor medio de 90.8 ± 1.1 . El valor medio de MS obtenido en nuestro caso fue inferior al de Barry et al. (2008; 96.0), en corderos de 8 a 22 semanas de edad, y Gonzales-Barron et al. (2008; 95.6), en ovejas.

Las IR con un MS ≥ 80 representaron un 96-100%, para la comparación intra-edades, y entre 81-87% para la inter-edades en corderos vivos (Tabla 3). Barry et al. (2008) indicaron que el 100% de las IR comparadas obtuvo un valor de MS ≥ 70 .

Respecto a las IR de los corderos sacrificados, el valor de MS intra-clase fue bajo y se situó entre 63-71 (Tabla 1), con un TC medio de 45 s (Tabla 2), lo que sólo permitiría auditar 80 corderos/h. Ambas variables, MS y TC, variaron según la raza ($P < 0.05$). Del total de imágenes realizadas en matadero (200), sólo el 6% presentó un valor medio de MS ≥ 80 (Tabla 3) como consecuencia de su mala calidad por pérdida de presión de los vasos sanguíneos y de transparencia del cristalino.

Tabla 2. *Tiempos de captura (s)¹ de imágenes retinales en corderos según la edad y la raza*

Edad (meses)	Situación	Raza		Total
		Manchega	Lacaune	
3	Periodo entrenamiento	122 ± 15	166 ± 27	144 ± 15
	Vivos	51 ± 6 ^a	79 ± 9 ^b	63 ± 5
	Sacrificados	32 ± 3 ^a	62 ± 19 ^b	45 ± 7
6	Vivos	29 ± 3	38 ± 6	34 ± 4
12	Vivos	16 ± 1 ^a	26 ± 4 ^b	21 ± 2

¹Media ± ES; ^{a, b}Letras distintas indican diferencias entre razas ($P < 0.05$).

Tabla 3. *Porcentaje de imágenes con índice de coincidencia (MS) mayor de 80*

Comparación	Edad (meses)	Situación	Raza		Total
			Manchega	Lacaune	
Intra-clase (repeticiones)	3	Vivos	100	97.3	98.8
		Sacrificados	27.6	4.8	18.0
	6	Vivos	100	100	100
		12	Vivos	96.4	100
Inter-clase	3 vs. 6	Vivos	82.1	80.0	81.0
	3 vs. 12	Vivos	85.7	86.7	86.2
	3	Vivos vs. sacrificados	10.3	0	6.0

En conclusión, el uso de la imagen retinal puede resultar una herramienta de interés para comprobar la identidad de ovinos vivos de diferentes edades, pero su uso no parece resultar adecuado para las condiciones de matadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana A., Soret B., Lasa I. & Alfonso L. 2002. *Meat Sci.* 61:367-373
- Barry B., Corkery G., Gonzales-Barron U., Mc Donnell K., Butler F. & Ward S. 2008. *Comput. Electron. Agr.* 64:202-211
- Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J.J., Garín D. & Mocket J.H. 2002. En: *Seguridad de la carne y los productos cárnicos, Fundisa, Madrid*, p. 147-167
- Caja G., Ghirardi J.J., Hernández-Jover M. & Garín D. 2004. *ICAR Tech. Series* 9:21-41
- Golden B., Rollin B., Switzer R. & Comstock C. 1999. *Patent: WO/2000/002480*
- Gonzales-Barron U., Corkery G., Barry B., Butler F., McDonnell K. & Ward S. 2008. *Comput. Electron. Agr.* 60:156-166.
- McKean, J. D. 2001. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 20:363-371
- Rusk C.P., Blomeke C.R., Balschweid M.A., Elliot S.J. & Baker D. 2006. Disponible on-line: <http://www.joe.org/joe/2006october/a7.shtml>

Agradecimientos: Trabajo incluido en el proyecto AGL 2007-64541/GAN, financiado por el Plan Nacional I+D+i del MEC. M.A. Rojas-Olivares es becario del programa MAEC-AECID.

USING RETINAL IMAGE RECOGNITION FOR AUDITING IDENTITY OF LIVE AND HARVESTED LAMBS

ABSTRACT: With the aim of auditing the traceability of sheep, the retinal image (RI) was used in a total of 152 lambs in which RI and capturing time (CT) were recorded at: 3 (live and slaughtered), 6 and 12 mo of age. Intra- and inter-age comparisons of pairs of RI were done using the 3-mo as a reference and a matching score of 80 was used as cut-off. Operator training lasted 2 wk. Values of MS and CT improved from training (92 and 144 s) to 12 mo of age (96 and 21 s). Intra-age breed effects were detected in MS at 3-mo ($P < 0.10$), but no effects were observed at 6 and 12 mo; CT also varied by breed ($P < 0.001$). MS in the slaughtered lambs was low and RI comparisons unsatisfactory. Inter-age image analysis, used as a traceability indicator, showed a MS of 90 on average without breed effects. Percentage of RI showing an inter-age MS >80 were 83.6%. In conclusion, RI was a useful technology for auditing the identity of living lambs, but its use was not adequate in abattoirs.

Keywords: *retinal image, meat auditing, lamb, sheep*

COMPARACIÓN DE PULSERAS Y BOLOS RUMINALES PARA LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA DE GANADO CAPRINO LECHERO

Carné, S., Caja, G., Rojas-Olivares, M. A. y Salama, A. A. K.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. gerardo.caja@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La utilización de dispositivos de radiofrecuencia (transpondedores inyectables, crotales y bolos ruminales), desarrollados especialmente para la identificación electrónica (**e-ID**) y la trazabilidad de caprino (Caja et al., 1999; MAPA, 2007; Carné et al., 2009), ha adquirido especial importancia tras la publicación del Reglamento Europeo CE 21/2004 que obliga a la identificación y registro de ovinos y caprinos. El reglamento prevé la e-ID obligatoria de los pequeños rumiantes >6 meses en países con censo >600.000 animales. Aunque la decisión de aplicación se ha aplazado hasta 2010 (CE 1560/2007), en España se ha establecido el uso obligatorio de un crotal y un bolo electrónico para ovinos y caprinos desde 2006 (RD 947/2005). Las pérdidas de crotales se estiman entre 2-20%, aunque están escasamente documentadas. La retención de los bolos se ajusta al valor exigido para uso oficial en ovino (> 98%; ICAR, 2007), pero los resultados son variables en caprino según la raza, tipo de bolo y manejo (Capote et al., 2005; MAPA, 2007; Carné et al., 2007, 2009). Debido a ello, el RD español considera la utilización en caprino (bajo autorización previa) de transpondedores inyectables en el metacarpo.

Aunque el uso de marcas de identificación en las patas en ovino y caprino está contemplado en la legislación europea (CE 21/2004; CE 933/2008), se dispone de escasa información sobre el uso de pulseras en la práctica.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de uso a medio plazo de bolos ruminales y pulseras colocadas en la extremidad posterior (metatarso) para la e-ID de caprino lechero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 220 cabras de raza Murciano-Granadina de la ganadería Mas Huguet (Terradelles, Girona; n = 170) y del rebaño experimental del S1GCE de la Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra, Barcelona; n = 50). Todos los animales se manejaron en condiciones intensivas de alimentación para ordeño y fueron identificados simultáneamente con 2 tipos de dispositivos electrónicos:

1) Pulseras: Bandas plásticas colocadas en el metatarso derecho y con cierre de hebilla (181 × 39 mm, 21 g; AnimalComfort, Jumilla, Murcia), diseñadas especialmente para caprino, cuyo clavo (pin) se cerró con 2 variantes de crotales electrónicos tipo botón y tecnología ISO half-duplex: **P1** (3.9 g, 27 mm Ø, pieza hembra abierta; n = 90; Allflex España, Madrid) y **P2** (5.5 g, 25 mm Ø, pieza hembra cerrada; n = 130; Rumitag, Esplugues de Llobregat, Barcelona); y 2) Bolos ruminales electrónicos (**e-B**): Cápsulas cilíndricas cerámicas de alta densidad (3.4) y de tamaño estándar (75 g, 68 x 21 mm; Rumitag, Esplugues de Llobregat, Barcelona) provistas de un transpondedor ISO half-duplex de 32 x 3.8 mm (Rumitag), encapsulado en cristal, en su interior.

Previamente a la aplicación de las pulseras se midió el perímetro del metatarso en una muestra de cabras adultas (n = 103) y de reposición (n = 47; 6 meses de edad). Adicionalmente, se midió el perímetro interno de 50 pulseras cerradas de acuerdo al ajuste decidido en las cabras identificadas. Los dispositivos se leyeron con un lector manual (Ges2s, Rumitag) y se registró el número (3 dígitos) del crotal de manejo utilizado en las granjas. En el caso de las pulseras, se evaluó el tiempo total de aplicación, lectura y registro del número de ID. Las lecturas de control se realizaron en sala de ordeño a los 7 d de la aplicación y posteriormente con periodicidad mensual durante 1 año. Para cada tipo de dispositivo se evaluó la capacidad de lectura (**CL**) según la expresión:

$$CL = (\text{dispositivos leídos} / \text{dispositivos controlados}) \times 100$$

El análisis estadístico de la CL de los dispositivos se efectuó mediante el procedimiento CATMOD de SAS (v.9.2, SAS Inst., Cary, N. Carolina, USA) y el de los perímetros de las patas y pulseras mediante el GLM. La evaluación de la CL se completó con un análisis no paramétrico de supervivencia Kaplan-Meier, mediante el procedimiento LIFETEST de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perímetro exterior del metatarso de las cabritas (70 ± 1 mm) fue menor ($P < 0.001$) al de las adultas (88 ± 1 mm), y en ambos casos resultaron inferiores ($P < 0.001$) al perímetro interior utilizado de las pulseras (110 ± 1 mm). En consecuencia, las cabritas de 6 meses se consideraron demasiado pequeñas para la colocación de las pulseras. El tiempo total de aplicación de las pulseras y registro de la ID en las cabras fue de 53 ± 3 s, que resultó similar al valor obtenido en la administración de e-B de tamaño estándar en caprino (S. Carné et al., sin publicar; 52-55 s). Un total de 23 cabras (10.5%) abandonaron el estudio por causas ajenas a los tratamientos (mortalidad y desvío). La evolución de la CL de los distintos dispositivos se muestra en la Figura 1.

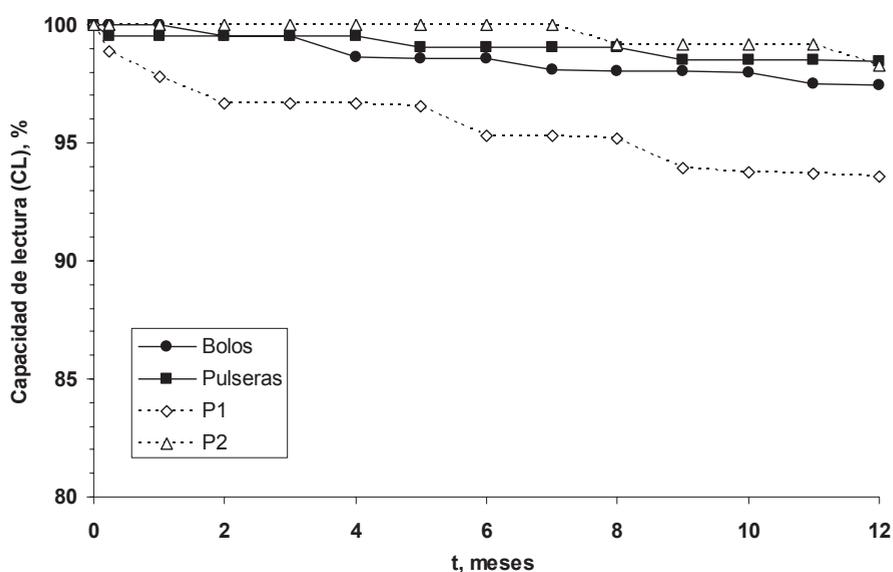


Figura 1. Comparación de la capacidad de lectura de pulseras, cerradas con transpondedores de botón, y bolos electrónicos en caprino

En el caso de las pulseras, no se observaron pérdidas o roturas durante todo el experimento, aunque 3 de ellas tuvieron que ser retiradas debido a que produjeron cojeras (1 comprimió el metatarso al inflamarse la pata; 2 descendieron hasta bloquear la articulación del menudillo por ser demasiado anchas), tal como se indica en la Tabla 1. Por otro lado, la mayor parte de las pulseras necesitó limpiarse para poder leerlas. La CL de los e-B y de los transpondedores de botón (crotales electrónicos) utilizados para el cierre de las pulseras fueron similares a los 12 meses, con un total de 5 e-B perdidos y 7 botones rotos, lo que supuso valores CL medios de 97.5 y 96.4% ($P = 0.54$), respectivamente. Al comparar entre sí los 2 tipos de botones electrónicos utilizados en las pulseras que se mantuvieron durante todo el experimento, la CL de P2 fue numéricamente superior a P1 (Figura 1), pero no difirió a los 12 meses (93.6 vs. 98.3%, respectivamente; $P = 0.11$). Únicamente se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los valores extremos de las pulseras y P1.

Los resultados de CL estimada mediante análisis de supervivencia se muestran en la Tabla 2. Los valores estimados fueron similares a los reales y las diferencias reducidas (0.1-0.5%). Al igual que para la CL real, la CL estimada de pulseras y P1 difirieron (Tabla 2; $P < 0.05$).

Tabla 1. Capacidad de lectura (CL) de pulseras, transpondedores y bolos a los 12 meses post-aplicación en caprino

Dispositivos	Pulseras	Transpondedores de cierre		Bolos
		P1	P2	
Aplicados	220	90	130	220
Controlados, n	197	78	116 ¹	197
Retirados, n	3	0	0	0
Perdidos, n	0	5	2	5
CL real, %	98.5 ^a	93.6 ^b	98.3 ^{ab}	97.5 ^{ab}

^{a,b}Letras distintas indican $P < 0.05$; ¹3 pulseras fueron retiradas por los ganaderos al producir cojeras.

Tabla 2. Valores estimados de capacidad de lectura (CL) de pulseras, transpondedores y bolos en caprino mediante análisis de supervivencia con el método de Kaplan-Meier

Dispositivos	Pulseras	Transpondedores de cierre		Bolos
		P1	P2	
Controlados, n	220	90	127	220
Censurados ¹ , n	23	12	14 ³	23
Eventos ² , n	3	5	2	5
CL estimada, %	98.6 ^a	94.1 ^{bx}	98.4 ^{aby}	97.6 ^{ab}

^{a,b}Letras distintas indican $P < 0.05$; ^{x,y}Letras distintas indican $P < 0.10$; ¹Dispositivos que no pudieron ser controlados durante la totalidad del estudio; ²Illegibles; ³Incluye las pulseras retiradas (n = 3).

La CL estimada de P2 tendió a ser superior ($P = 0.08$) a la de P1 a lo largo del experimento. Sin embargo, no se observó diferencia entre la CL estimada en pulseras y e-B ($P = 0.48$). En conclusión, las pulseras no resultaron adecuadas para cabras en crecimiento, aunque resultó un método válido para adultas. El uso de crotales electrónicos como sistema de cierre puede ser de utilidad según su tamaño y resistencia, pero los bolos y crotales P1 no alcanzaron los valores requeridos para su utilización oficial según ICAR (>98%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja G., Conill C., Nehring R. & Ribó, O. 1999. *Comput. Electron. Agric.* 24:45-63
- Capote J., Martín D., Castro N., Muñoz E., Lozano J., Carné S., Ghirardi J.J. & Caja G. 2005. *ITEA* 26(vol. extra):297-299
- Carné S., Caja G., Ghirardi J.J. & Salama A.A.K. 2007. *J. Anim. Sci.* 85:(Suppl. 1):93 (Abstr.)
- Carné S., Caja G., Ghirardi J. J. & Salama A.A.K. 2009. *J. Dairy Sci.* (en prensa)
- MAPA. 2007. Identificación electrónica. Experiencias del MAPA. Secretaría General Técnica. Madrid.

Agradecimientos: Trabajo incluido en el proyecto AGL 2007-64541/GAN, financiado por el Plan Nacional I+D+i del MEC.

LEG BANDS AND RUMEN BOLUSES FOR THE ELECTRONIC IDENTIFICATION OF DAIRY GOATS

ABSTRACT: A total of 220 Murciano-Granadina goats were identified with half-duplex transponders: 1) leg band (21 g, n = 220) in the metatarsus, closed with 2 button electronic tags (P1, 3.9 g, n = 90; P2, 5.5 g, n = 130); 2) rumen bolus (e-B, 75 g, n = 220). Metatarsus perimeter was measured in 6-mo (n = 47) and adult goats (n = 103). Readability [(read/readable) × 100] was monitored during 1 yr and Kaplan-Meier survival analyses was carried out. Metatarsus perimeter of 6-mo (70 ± 1 mm) and adult (88 ± 1 mm) goats were lower ($P < 0.01$) than P perimeter (110 ± 1 mm). At 1 yr, 2.5% e-B were lost. No leg band losses occurred but 3 (1.5%) produced limping. P1 and P2 estimated readability throughout the study tended to differ (94.1 and 98.4%; $P = 0.08$) but P and e-B readability did not (94.9 vs. 97.5%; $P = 0.48$). In conclusion, suitable leg bands may be an efficient method for adult goats. Use of P1 on leg bands and e-B did not achieve the ICAR value for official ID (>98%).

Keywords: electronic identification, leg band, transponder, goat

ESTIMACIÓN DEL PESO VIVO DE CERDAS *DANBREED* EN GESTACIÓN A TRAVÉS DE MEDIDAS MORFOMETRICAS

Agostini, P.S., Sola-Oriol, D., Muns, R., Collell, M. y Gasa, J.

¹Grup de Nutrició, Maneig i Benestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments. UAB.Facultat de Veterinària, Bellaterra 08193. david.sola@uab.cat

²Marco i Collell, Asesores en porcino, Barcelona

INTRODUCCIÓN

En los actuales sistemas de producción, para optimizar los rendimientos productivos y reproductivos, es fundamental controlar la cantidad de alimento ofrecido a las hembras gestantes con objeto de recuperar las reservas y satisfacer en todo momento los requerimientos. En este sentido, muchas explotaciones utilizan la medida de la condición corporal como referencia para ajustar la cantidad de pienso a administrar y en algunos casos incluso el espesor de grasa dorsal. No obstante, la determinación de la condición corporal es una medida que puede variar en función de la persona que toma el registro (Young et al., 2001), pero también existe variación asociada a la genética de los animales, lo que hace de este parámetro una medida relativamente subjetiva. Según Iwasawa et al. (2004), la medida de la condición corporal a menudo está poco correlacionada con los valores de espesor de grasa dorsal y con el peso vivo del animal. Con las genéticas actuales un dato objetivo que debería ser utilizado para decidir la cantidad de pienso ofertada a las cerdas sería el peso vivo del animal (O'Connell et al., 2007). Sin embargo, a nivel de granja el registro de peso vivo de los animales representa una tarea ardua y de difícil manejo, que incluso puede comprometer el bienestar del animal gestante. En este sentido, existen algunas medidas morfométricas altamente relacionadas con el peso vivo del animal que podrían ser utilizadas. Obtener un método sencillo y fiable para predecir el peso vivo permitiría ajustar con mayor precisión el programa de alimentación durante la gestación (Iwasawa et al., 2004). El objetivo del presente trabajo fue predecir el peso vivo de cerdas *Danbreed* en gestación a partir de la puntuación de condición corporal, el espesor de grasa dorsal y medidas morfométricas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 208 registros de 127 cerdas *Danbreed* en distintas etapas de la gestación y con diferente número de parto (0 a 6 partos). Los animales fueron alojados en jaulas individuales durante toda la gestación. Todos los animales fueron pesados individualmente en tres momentos (antes de la cubrición, a los 36 y a los 110 días de gestación). Paralelamente al pesaje de los animales, se midió el espesor de grasa dorsal (BF2) en el punto P₂ (65mm abajo de la línea media dorsal de la última costilla), medida en ambos lomos utilizando el ultrasonido Renco Lean Meater[®] (Renco Corporation, North Minneapolis, MN, USA). Además, se realizaron las siguientes medidas morfométricas: a) medida de la circunferencia torácica (HG), definida como la circunferencia inmediatamente después de los miembros anteriores y antes del primer par de glándulas mamarias; b) medida de la distancia entre flancos (FF), que fue definida como la medida a partir del fondo del flanco del lado izquierdo hasta el fondo del flanco del lado derecho. Finalmente, también se registró la condición corporal (CC), utilizando una escala de 1 hasta 5 con diferenciación de cuarto de punto, siendo 1 (muy flaca), 3 (intermedio) y 5 (muy engrasada). Para la obtención de las correspondientes ecuaciones de predicción los registros se analizaron teniendo en cuenta los siguientes grupos: grupo 1: cerdas jóvenes (primíparas) consideradas las hembras de 0 y 1 parto, grupo 2: cerdas adultas (multíparas) de 2 o más partos y el grupo 3: todas las cerdas. Las diferentes variables (peso, BF2, HG, FF, CC y grupo) fueron sometidas a un análisis de regresión múltiple utilizando la subrutina PROC STEPWISE del paquete estadístico SAS[®] versión 9.1 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan las ecuaciones obtenidas mediante regresión múltiple de acuerdo con los grupos constituidos.

Tabla 1. Mejores ecuaciones de predicción del peso vivo de cerdas Danbred primerizas (0 y 1 parto) (n=61).

Ecuaciones de regresión: Peso Vivo =	R ²	(Pr>F)	RSD	CV%
-281,31 + 362,07 HG	0,83	***	13.737	6.87
-293,94 + 336,44 HG + 44,19 FF	0,84	***	13.417	6.71

HG= circunferencia torácica; FF= medida entre flancos; *** P < 0,001.

Tabla 2. Mejores ecuaciones de predicción del peso vivo de cerdas Danbred multíparas (2 a 6 partos) (n=147).

Ecuaciones de regresión: Peso Vivo =	R ²	(Pr>F)	RSD	CV%
-107,86 + 249,45 HG	0,49	***	22.165	8.87
-231,34 + 171,64 HG + 207,87 FF	0,59	***	19.937	7.98
-223,65 + 142,47 HG + 205,89 FF + 12,60 CC	0,63	***	19.189	7.68

HG= circunferencia torácica; FF= medida entre flancos; CC= condición corporal; *** P < 0,001.

Tabla 3. Mejores ecuaciones de predicción del peso vivo de cerdas Danbred gestantes entre 0 y 6 partos (n=208).

Ecuaciones de regresión: Peso Vivo =	R ²	(Pr>F)	RSD	CV%
-222,55 + 326,19 HG	0,68	***	22.044	9.37
-285,69 + 250,89 HG + 152,23 FF	0,73	***	20.173	8.57
-236,42 + 220,18 HG + 137,57 FF + 3,51 P	0,76	***	19.222	8.17
-243,00 + 209,76 HG + 140,73 FF + 3,99 P + 5,47 CC	0,76	***	19.108	8.12
-265,58 + 219,68 HG + 154,77 FF + 3,68 P + 7,95 CC - 0,91 BF2	0,77	***	18.977	8.07

HG= circunferencia torácica; FF= medida entre flancos; CC= condición corporal; BF2= espesor de grasa; P= número de partos; *** P < 0,001.

Los resultados indican que para los tres grupos de animales ambas medidas morfométricas (HG y FF) mostraron mayor capacidad predictiva que la CC o el BF2. La circunferencia torácica (HG) por si sola explicó el 83%, 49% y 68% (R²) de la variabilidad del peso vivo y permitió predecir dicho parámetro con coeficientes de variación inferiores al 10%. La introducción secuencial de la distancia entre flancos (FF) ayudó a explicar una proporción superior de la variabilidad del peso vivo (R²) en especial en el grupo de multíparas (del 49% al 59%) y en menor medida en el conjunto de todas las cerdas (del 68% al 73%). Las mejoras obtenidas en el coeficiente de determinación (R²) y el coeficiente de variación por la sucesiva introducción de la condición corporal (CC) o el espesor de grasa dorsal (BF2) como variables independientes no fue significativo para el grupo 1 y fueron modestas para los otros dos grupos de animales.

Nuestros resultados coinciden con los de O'Connell et al. (2007) que trabajó con 9 variables morfométricas para estimar el peso vivo de cerdas en gestación encontrando que el HG fue la variable que tuvo mejor relación con el peso vivo. Sin embargo, se debería tener en cuenta que para cerdas que estén alojadas en jaulas individuales, el HG no sería un medida tan fácil de obtener, pues acceder a la porción anterior del animal en ocasiones es complicado y podría ser un factor de riesgo de accidente para el personal de granja

(Iwasawa et al., 2004). Alternativamente esta medida se puede tomar fácilmente aprovechando los movimientos de manejo rutinarios durante la fase de gestación. Para este sistema de alojamiento el FF es la medida más fácil y segura de realizar, pero presenta la desventaja de ser una variable menos influyente en la estimación del peso vivo ($R^2=0.49$, utilizada como única variable independiente en el grupo 3).

En relación a la medida de CC, la baja influencia que esta variable presenta en relación con el peso vivo coincide con los resultados presentados por Young et al. (2001), argumentando la excesiva subjetividad asociada a esta variable para ser utilizada como única herramienta para estimar el peso vivo del animal.

En conclusión, aunque se trata de resultados preliminares a completar en el futuro con un mayor número de observaciones, las medidas morfométricas y concretamente la circunferencia torácica (HG) fue la variable que mejor predijo el peso vivo en cerdas *Danbred* en gestación. Por el contrario ni la CC ni BF2 demostraron buena capacidad predictiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Iwasawa, T., Young, M.G., Keegan, T.P., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., & Nelssen, J.L. 2004. Swine Day, Kansas State University:17-22.
- O'Connell, M.K., Lynch, P. B., Bertholot, S., Verlait, F. & Lawlor, P. G. 2007. Animal 1 (9):1335-1343.
- Statistical Analysis Systems Institute. 2006.SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Young, M.G., Tokach, M.D., Goodband, R., Nelssen, J.L. & Dritz, S.S. 2001. Swine Day, Kansas State University: 5-9.

Agradecimientos: El licenciado R. Muns disfruta de una Beca Master Obra Social Fundación 'La Caixa'

ESTIMATION OF LIVE WEIGHT OF SOWS IN GESTATION OF *DANBRED* GENETIC THROUGH OF MORPHOMETRIC MENSURAMENTS

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate the usefulness of body condition score (BCE), backfat thickness (BFT) and morphometric measures from *Danbred* sows at different phases of gestation to establish body weigh predictive equations. A total of 208 measurements were performed on 127 sows at different gestation phases (day 0, 36 and 110). Sows were individually weighed and BFC, morphometric measurements (heart girth and flank to flank) and BCE were also measured. The multiple regression analysis was conducted taking into account the following groups of partition: primiparous (0 and 1 parity), multiparous (2 to 6 parities) and general (0 to 6 parities). According to the parameters evaluated, heart girth showed the best relationship with body weight of the sows in all groups (primiparous, multiparous and general) showing the highest values of R^2 and lower residual value. The accuracy of the prediction is also improved including the measure of flank to flank in the model. It is concluded sow mofometric measures, better than BCS or BFT, may be used as tool to easily predict body weight in *Danbred* sows during gestation.

Keywords: *morphometric measurements, body weight, gestating sows.*

PREVISIÓN DEL PESO VIVO EN ANIMALES HOLSTEIN MEDIANTE BARIMETRÍA: ECUACIONES DE PREDICCIÓN SIMPLES Y MÚLTIPLES

García Lara, I.¹, Vázquez Ferreño, M.A.², Fernández Calviño, E.³, Vidal Galego, L.³ y García Lara, M.T. de J.¹

¹ Dpto. Anatomía y Producción Animal. Facultad de Veterinaria, 27002, Lugo.

glara@lugo.usc.es. ² Nuter Feed SAU. San Pedro de Nós-Oleiros, 15176, A Coruña.

³ AFRICOR-Pontevedra. Recinto Ferial s/n, Silleda, 36540, Pontevedra

INTRODUCCIÓN

La barimetría sirve para determinar el peso de los animales valiéndose de medidas corporales; cuando no se tiene posibilidad de utilizar métodos directos, como la báscula, se puede recurrir a los métodos barimétricos (Ajenjo Cecilia, 1946; Wattiaux, (s/a)).

El perímetro torácico y la altura a la cruz, han sido las medidas bovinométricas que más se ha utilizado para la predicción del peso vivo en ganado bovino. El análisis de correlaciones entre diversas mediciones del ganado vacuno y el peso vivo ha sido ampliamente estudiado, asimismo también como indicador de crecimiento, adaptabilidad y eficiencia alimenticia en esta especie. Se considera que el P.V. puede ser estimado, casi con exactitud, en base al P.T. (Wattiaux (s/a), Heinrichs *et al.* 1998, Leslie *et al.* 2004).

En el presente trabajo evaluamos y determinamos los siguientes parámetros: la alzada a la cruz (A.C.), el perímetro torácico (P.T.) y edad de animales (E.A) de hembras de la raza Holstein; con el fin de obtener predictores del P.V. de dicha raza. Se analizaron las correlaciones de esas medidas corporales con el peso vivo (P.V.), y también hemos comprobado la utilización de una segunda variable mediante análisis de regresión múltiple, con base a distintos modelos matemáticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los datos barimétricos de 104 novillas de la raza Holstein de explotaciones situadas en la Comarca del Deza (Pontevedra). Pertenecientes a explotaciones integradas en control lechero dentro de la Asociación AFRICOR-Pontevedra, habiendo sido seleccionadas por ser las más representativas de la zona y por practicar el renuevo de efectivos de la propia explotación.

Los datos recogidos fueron: Numero de identificación crotal (CIB), los pesos de los animales con la bascula electrónica móvil con sensibilidad de 0,5 Kg; la alzada a la cruz (A.C.), tomada con bastón zoométrico con nivel y escala graduada en cm. y el perímetro torácico (P.T.) obtenido mediante cinta métrica flexible graduada en cm.

Todas las medidas fueron efectuadas siguiendo la metodología propuesta por Ajenjo Cecilia (1946) y Wattiaux (s/a) teniendo en cuenta las distintas recomendaciones en la toma de medidas, con el objeto de obtener una mayor precisión de las mismas.

Los valores obtenidos fueron analizados mediante el tratamiento estadístico de los datos (programa estadístico SPSS 11.5)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores limites obtenidos en los animales de la muestra analizada presentaron las siguientes cuantías: edades 4 días a 2 años, P.T. de 74 a 207 centímetros, A.C. de 66 a 142 centímetros y los P.V. registrados de 36 a 658 Kg.

En la Tabla 1 se recogen los modelos matemático obtenidos según variables estudiadas. Se observa que el P.T. es la variable mayormente correlacionada con el P.V. Podemos afirmar que la mayor correlación ($R^2 = 99,18\%$) en la predicción del P.V. es la efectuada mediante la medida del P.T., estando en la línea que prodigan y recogen estudios efectuados en animales Holstein por Wattiaux, (s/a); Francis *et al.*, (2002); Heinrichs *et al.*, (1992), Tuzemen *et al.*, (1995), los cuales afirman que el P.V. puede ser estimado, casi con exactitud, en base al P.T. La ecuación de regresión propuesta difiere de las proporcionadas

por estos autores, lo que corrobora la necesidad de obtener ecuaciones propias según el tipo de animal explotado.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión predictoras del P.V., según las distintas variables estudiadas

Variables	Modelos matemáticos	R ² %	Orden
Perímetro torácico	$P = 78,4139 - 2,35177 * PT + 0,0244963 * PT^2$	99,18	1
Perímetro torácico & altura a la cruz	$P = -215,0 - 4,05255 * AC + 6,6913 PT$	96,89	2
Altura a la cruz	$P = 0,00000281356 * AC^{3,84726}$	96,80	3
Edad del animal	$P = 9,00142 * EA^{0,598836}$	93,87	4

En la Tabla 2 se recogen los resultados obtenidos de modelos matemáticos de regresión múltiple lineales y no lineales. Destacamos del análisis de regresión múltiple con respecto al PT&AC, como no se observan mejoras importantes en la introducción de dos variables, por lo tanto no se aprecian mayores proporciones de varianza del P.V. explicativo para éste modelo, hecho que esta en concordancia con los ofrecidos por (Heinrichs *et al.*, 1992)

Tabla 2. Resultados de modelos matemáticos de regresión múltiple lineales y no lineales: P.T. & A.C. y P.T. & E.A.

Medidas		Parámetros: Primera medida				Adicción Segunda medida lineal	R ² %	Adicción R ² con 2º medida*
Primera	Segunda	Constante	Lineal	Cuadrático	Cúbico			
PT	AC	-215,0	6,6913	-	-	- 4,05255	96,89	(0,93)- 0,0093
PT	AC	79,3573	-2,5487	0,02487	-	0,01659	99,19	(0,008)- 0,00008
PT	AC	-44,19	0,267	0,0030	0,000052	0,293155	99,208	(0,043)- 0,000043
PT	EA	235,775	3,09929	-	-	0,19977	96,8166	(0,85)- 0,0085
PT	EA	77,87504	-2,333	0,024340	-	- 0,003733	99,189	(0,0008)- 0,000008
PT	EA	-35,1417	0,36646	0,04179	0,0000477	0,004740	99,204	(0,0003)- 0,000003

*adición del R² de la ecuación resultante. Valores (%) – tanto por uno.

Se recomiendan para futuras predicciones del P.V. en animales Holstein el P.T. por ser el parámetro que más esta correlacionado con el peso en novillas Holstein, seguido de la A.C, siendo la E.A. el que presenta menor valor. La inclusión de otras medidas adicionales, como la A.C. no se ve compensado por los resultados de predicción obtenidos mediante la ecuación de regresión múltiple.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajenjo Cecilia, C. 1946. Ganado Vacuno. Espasa Calpe. Madrid. Pág. 106-113.
- Francis, J. Sibanda, S. Hermansen, J.E. Kristensen, T. 2002. Zimbabwe Veterinary Journal. 33, (1):15-21.
- Heinrichs, A.J., Rogers, O. W. and Cooper, J. B., 1992. Journal of Dairy Science 75.(12):3576-3581.
- Heinrichs, A.J., Lammers. B. 1998. College of agricultural sciences.

PennState. pp 1-12. • Leslie, K.E., Wallace. M. , Dingwell.C, 2004. J. Anima. Sci. 80. suppl.1 /J. Dairy Sci. Vol 85. Suppl.1. • Tuzemen, N., M. Yanar, O. Akbulut, F. Ugur and R. Aydm. 1995. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (2): 245-252. • Wattiaux, Michel A. s/a. Esencias Lecheras. Cap. 35. Instituto Babcock. Universidad de Winconsin-Madison.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias a la firma del contrato para actividades de apoyo tecnológico Reg. 2002/CE304, suscrito por la USC, (Universidad de Santiago de Compostela) y AFRICOR-Pontevedra (Asociación de Frisona para el control de Rendimientos Lecheros. Agradecemos la colaboración de las ganaderías pertenecientes a dicha Asociación por las facilidades dadas.

PREDICTING BODY WEIGHT IN HOLSTEIN HEIFERS USING BODY MEASUREMENTS: SIMPLE AND MULTIPLE EQUATIONS PREDICTION

ABSTRACT: In this paper 104 dairy holstein-freisan heifers from Deza's region of Pontevedra (Spain) were monitored. The aim of the study was to determine which of the body measures, commonly used to predict body weight in dairy cattle (wither height "WH", thoracic perimeter "TP" and animal age "AA"), would be better predictor of weight. Also, possible confounding factors between measures were valued by means of multiple regression equations. Statistical treatment was performed with SPSS 11.5. Regression analysis indicates that thoracic perimeter is the measure that best predicts body weight (highest R^2), followed by the wither height and the animal age. Though field situations body weight or wither height cannot be measured, the thoracic perimeter can be used to estimate these body measures. Specific tables for the studied breed were constructed and adapted to our conditions. From our studies, we propose the following equation: $BW=78,4139-2,35177*TP + 0,0244963*TP^2$ with $R^2=99,18$. Regressions considering multiple traits as independent variables showed that the addition of a second body trait added little to the already high multiple correlations found with a single variable.

Keywords: *heifer, body weight, wither height, body measurements, thoracic perimeter.*

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ORDEÑO ROBOTIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Vieira e Brito, A.N., Candeias, G. y Silva Xavier, J.M.
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios do Lima,
4990-706 Ponte de Lima, Portugal.
nunovbrito@ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha dado lugar a la aparición de equipos que en los últimos años han provocado profundos cambios en la producción animal. De hecho, existe un movimiento para la automatización de las operaciones con el objetivo de optimizar la producción y el trabajo, lo que también se aplica a la producción de leche, cuyos principales avances tecnológicos han permitido automatizar todos los pasos desde la distribución de los alimentos hasta el ordeño (Pastell *et al.*, 2006). Un buen ejemplo es el desarrollo de robots de ordeño (SOR) para las vacas lecheras que, según Halachmi *et al.* (2002) representa uno de los avances más importantes para la producción de leche, sólo comparable al sistema de ordeño mecánico (SOM). Así, ha sido objetivo de este estudio comparar la calidad de la leche, según distintos parámetros (grasa, proteína, células somáticas e microorganismos) antes y después de la instalación de sistema de ordeño robotizado, en granjas con uno, dos y cuatro robots de ordeño.

MATERIAL Y METODOS

La colecta de datos para este trabajo se originó en 12 granjas de las provincias de La Coruña y Castilla-León. De las granjas estudiadas, nueve estaban equipadas con un robot de ordeño, dos con dos robots, y una con cuatro robots, todos instalados hace más de dos años. Se estudiarán los parámetros cuantitativos y cualitativos de la leche (productividad, contenido butírico, proteico, microorganismos y células somáticas) en los periodos antes y después de instalar el SOR en las distintas granjas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de ordeños en el Sistema de Ordeño Manual (SOM) es de 2 ordeños/día, mientras que en el Sistema de Ordeño Robotizado (SOR) se registró una media de 2,8 ordeños/día. Este aumento de frecuencia condujo a un aumento de la producción (Tabla 1). Se verificó también que las granjas equipadas con 1 robot antes de la instalación del equipamiento tenían productividades menores que las posteriormente equipadas con 2 e 4 Robots. Pero después de la instalación del robot, sus valores de productividad superan los de las granjas con 2 y 4 robots.

El aumento de la productividad dio lugar a un cambio en la constitución de la leche. Hubo, por tanto, diferencias en contenido butírico, más elevado antes que después de instalación de robots (Tabla 1).

Así, se verificó que las explotaciones con 4 robots tenían antes de instalar el SOR, el contenido butírico mayor, en comparación con las granjas equipadas posteriormente con 1 y 2 robots (Tabla 1), lo que no se mantiene después de instalación, dado que el contenido más elevado se observa en las granjas con solo 1 robot.

En el contenido proteico hubo también alteración después de la instalación de los robots (Tabla 1).

Se constató que las granjas con 2 y 4 robots, disminuirán el contenido proteico después de instalación del robot, mientras que en las granjas con 1 robot este contenido ha subido después de la instalación.

El recuento de microorganismos (Tabla 1) se reveló más favorable después de la instalación de los robots para las granjas equipadas con 1 y 2, habiendo mantenido sus valores estables las granjas con 4 robots.

La recuento celular después de la instalación del robot reveló (Tabla 1) valores más elevados en las granjas equipadas con 4 y 2 robots.

También se observó que los mejores resultados pertenecen a las granjas con 1 solo robot, aunque antes de la instalación eran las que tenían valores más elevados.

Así, con respecto a los parámetros cuantitativos, el aumento de la producción después de instalación de robots se tradujo necesariamente en un cambio en la composición de la leche. Para el contenido butírico, la disminución de su valor se asocia con aumento de la producción. La disminución fue menor en granjas equipadas con 2 y 4 robots, ya que el aumento de la producción fue también menor. En cuanto al contenido de proteínas, se observó un aumento después de la introducción de la SOR en las granjas equipadas con 1 robot, lo que no ocurre en las granjas equipadas con 2 y 4 robots. Para el recuento de microorganismos se observó una disminución después de la aplicación de la SOR. Este efecto podría explicarse por un mayor control en las granjas después de la introducción de la SOR, así como una mayor eficiencia del robot de limpieza. Finalmente, para el recuento celular se encontró una disminución en las explotaciones equipadas con 1 robot y un aumento en las granjas equipadas con 2 y 4 robots. La disminución podría explicarse por un aumento de la frecuencia de ordeño en las explotaciones equipadas con 1 robot, siendo la diferencia para las granjas equipadas con robots de 2 y 4, probablemente debido a lo mayor intervalo entre ordeños.

La automatización completa del proceso de ordeño pretende obtener una óptima producción de leche, de buena calidad, teniendo en consideración los intereses humanos y el bienestar de los animales. El robot de ordeño representa un avance en la producción de leche, con cambios importantes en todas las operaciones relacionadas con la producción así como la labor del productor. La aplicación de esta nueva tecnología tendrá consecuencias en las instalaciones de la granja, la alimentación y manejo del ganado y, en consecuencia, en los resultados de las granjas lecheras.

Tabla 1. Media e desviación estándar de la productividad, contenido butírico, contenido proteico, recuento de microorganismos y recuento celular.

NÚMERO DE ROBOTS		1	2	4
N		9	2	1
Productividad (kg/día)	Antes	27.33 ± 2.87	29.5 ± 0.7	28
	Después	32.55 ± 3.84	32.5 ± 0.7	31
Contenido butírico (%)	Antes	4.01 ± 0.26	3.75 ± 0.07	4.1
	Después	3.66 ± 0.31	3.5 ± 0.14	3.45
Contenido proteico (%)	Antes	3.26 ± 0.12	3.26 ± 0.04	3.4
	Después	3.28 ± 0.15	3.14 ± 0.01	3.1
Recuento de microorganismos (m.o/ml)	Antes	36 222 ± 32 205	15 000 ± 7 071	20 000
	Después	25 333 ± 17 173	10 000	20 000
Recuento celular (cél. somáticas/ml)	Antes	293 888 ± 78 651	215 000 ± 49 497	260 000
	Después	257 777 ± 64 764	310 000 ± 127 279	350 000

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Halachmi, I., J. H. M. Metz, A. van t Land, S. Halachmi, y J.P.C Kleijnen. 2002. Trans. ASAE 45: pp 1539-1546.
- Pastel, M., H. Takko, H. Gro, M. Hautala, V. Poikalainen, J. Praks, I. Veerma, M. Kujala, e J. Ahokas. 2006. *Biosystems Engineering*. 93 (1), 81 – 87.
- Xavier, J., 2008. Relatório final de curso. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Portugal.

INFLUENCE OF ROBOT MILKING SYSTEM IN MILK PRODUCTION

ABSTRACT: The aim of this study was to compare milk quality, according to various parameters, before and after the installation of automatic milking system (AMS).

We collected data from 12 dairy farms in *La Coruña* and *Castilla-León*, Spain: nine farms had one AMS, two farms add two, and one farm add four AMS, all installed over two years. We studied the productivity, butyric content, protein, microorganisms and somatic cells, in the periods before and after the AMS.

The observed increase in production had effect in the milk composition. The butyrous content decreased, less in farms with 2 and 4 AMS, because the increase in production was also lower. The protein content, after introduction of AMS increased in farms with 1 AMS, which did not happen in farms with 2 and 4 AMS. The micro-organisms decreased after AMS. This may be explained by a greater control after AMS, as well the greater efficiency of the cleaning that the robotic system has. The cell count decreased in farms with 1 AMS, and increased in farms equipped with 2 and 4 AMS. This may be justified by an increase of milking frequency on farms with 1 AMS, unlike the farms with 2 and 4 AMS, probably due to the greater interval between milkings, which is reflected in cell count.

Keywords: *robot, milk quality, productivity, efficiency.*

INDICADORES DE BIENESTAR ANIMAL EN TERNEROS HOLSTEIN CASTRADOS CON GOMAS TRAS APLICAR ANESTESIA LOCAL Y ANALGESIA A LOS TRES MESES DE EDAD

Marti, S.^{1,2}, Velarde, A.², de la Torre, J.L.^{1,3}, Bach, A.^{2,3,4}, Manteca, X.^{1,3}, Aris, A.², Serrano, A.², Devant, M.^{1,3}

¹ Grupo de Alimentación, Manejo y Bienestar Animal, Barcelona, España. ² IRTA, Barcelona, Spain. Sonia.marti@irta.cat. ³ UAB, Barcelona, Spain. ⁴ ICREA, Barcelona, Spain.

INTRODUCCIÓN

La castración de terneros Holstein es una práctica que tiene como objetivo la mejora del manejo debido a que las conductas agresivas y sexuales se reducen, y la mejora de la calidad de la carne, principalmente la terneza (Mach et al., 2009). Los principales inconvenientes de la castración son el estrés fisiológico, el dolor crónico, reacciones inflamatorias (Fisher et al., 1996; Pang et al., 2007), supresión de la respuesta inmune (Fisher et al., 1996); todos ellos y muy relacionados con la edad a la cual se castra y con el uso de protocolos de anestesia local y analgesia. En concreto, la castración con gomas se cuestiona por el dolor crónico que puede causar (Molony et al., 1995; Thüer et al., 2007), dolor que se ha diagnosticado por un aumento de posturas anormales en los animales castrados con gomas. Sin embargo, en los citados estudios (Molony et al., 1995; Thüer et al., 2007) tan sólo indicadores de comportamiento y la concentración plasmática de cortisol el día de la castración se analizaron para evaluar el bienestar animal de terneros castrados y en ambos no se utilizó analgesia. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la castración con gomas a los tres meses de edad con anestesia local y analgesia en machos Holstein sobre diferentes indicadores de bienestar durante dos meses post-castración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuarenta y siete terneros Holstein de 95 ± 1.5 días de edad y 130 ± 3.43 kg de PV, fueron alojados en corrales individuales (1.5×3 m) y distribuidos aleatoriamente en los 2 tratamientos (control, CTR o castrados, CAS). Veinticuatro terneros fueron castrados con 2 gomas (Insvet, Huesca, Spain) para asegurar la castración, previa aplicación 20 minutos antes de realizar la castración (Stafford et al., 2002) de 3 mL de anestesia local (lidocaína 2%, Xilocaina Ovejero), en el polo distal de cada testículo y 2 mL en la parte distal del escroto en los dos lados, y se administró un AINE intramuscular (3 mg/kg PV im flunixin meglumine; Flunixin Inyectable Norbrook; Laboratorios Karizoo). Los terneros fueron alimentados con concentrado y paja *ad libitum* durante los 49 d de experimento. Se extrajeron muestras de sangre el día de la castración a los -120, 0, 30, 60, 90 y 180 min después de castrar para determinar la concentración sérica de cortisol. Los días 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 post-castración se extrajeron muestras de sangre para determinar la concentración de sérica haptoglobina, se registró la temperatura rectal y escrotal, se evaluaron las lesiones producidas en la castración, y el comportamiento de 24 animales (12 CTR y 12 CAS) fue grabado de forma continua durante 24 horas, registrando las posturas (tumbado/pie) normales o anormales cada 10 min. Semanalmente se pesaron los terneros y se registró el consumo de pienso y paja. El día 14 se inyectó s.c. ovoalbúmina y se determinaron los títulos de anticuerpos contra ovoalbúmina del día 14 (antes de la inyección) y el día 35. Se inyectó vía endovenosa ACTH el día 49 y se determinó la concentración de cortisol sérica a las 0, 1, 2 y 4 h posteriores a la inyección de ACTH. El día 49, se determinó el nivel de testosterona sérica de los terneros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La GMD diaria fue mayor ($P < 0,001$) en los CTR que en los CAS ($1,36$ vs $1,16 \pm 0,038$ kg/d respectivamente). La concentración sérica media de cortisol el día de la castración, indicador de dolor agudo, fue menor ($P < 0,05$) en CAS ($8,2 \pm 1,85$ nmol/L) que en los CTR ($13,2 \pm 1,74$ nmol/L), ello se puede atribuir a la aplicación de anestesia local y analgesia previa castración (Stafford et al., 2002). Se esperaba que la concentración sérica de haptoglobina, indicador de daño tisular (Baumann and Gauldie, 1994), incrementara tras la castración; sin embargo en el presente estudio no se observaron diferencias entre tratamientos en la concentración sérica de haptoglobina (Figura 1). No se observaron diferencias en la temperatura corporal ($39,1 \pm 0,032$ °C), sin embargo la temperatura del escroto disminuyó ($P < 0,0001$) en los terneros CAS ($28,8 \pm 0,15$ °C) respecto los CTR ($33,7 \pm 0,15$ °C). El día 49 todos los testículos se habían desprendido, no se detectó testosterona en sangre en los terneros CAS. El grado de las lesiones en la zona escrotal provocadas por la castración fueron mínimas; resultados que se contradicen con las lesiones observadas por Molony et al. (1995), donde se castraron terneros con 1 semana de vida y observaron que las lesiones eran severas y duraderas, sin embargo a diferencia del presente estudio Molony et al. (1995) no utilizaron ni anestesia ni analgesia en la castración. El número de posturas anormales cuando los terneros estaban tumbados, tanto en los terneros CTR y como en los terneros CAS, fue muy elevado (668 ± 50 min en 24 h) coincidiendo con los resultados obtenidos por de Molony et al. (1995) y Thüer et al. (2007). El día 49 no se observaron diferencias en el comportamiento entre los terneros CTR y CAS. No se observaron diferencias en los títulos de anticuerpos frente a ovoalbúmina ($0,66 \pm 0,091$), ni en la concentración sérica de cortisol tras la inyección de ACTH ($501 \pm 34,5$ nmol/L/h).

CONCLUSIONES

La castración con gomas a los tres meses de edad con anestesia local y analgesia en terneros Holstein produce una reducción de la ganancia media diaria pero no se ve alterado ningún otro indicador de bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumann, H., and J. Gauldie. 1994. *Immunology Today*. 15: 74-80.
- Fisher, A.D., M. A. Crowe, M. E. Alonso de la Varga, and W. J. Enright. 1996. *J. Anim. Sci.* 74: 2336-2343.
- Mach, N., A. Bach, C. E. Realini, M. Font i Furnols, A. Velarde, and M. Devant. 2009. *Meat Sci.* 81: 329-334.
- Molony, V., J. E. Kent, and I. S. Robertson. 1995. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46: 33-48.
- Pang, W.Y., B. Earley, V. Gath, and M. A. Crowe. 2006. *J. Anim. Sci.* 84: 351-359.
- Stafford, K.J., D. J. Mellor, S. E. Todd, R. A. Bruce, and R. N. Ward, R.N. 2002. *Res. Vet. Sci.* 73: 61-70.
- Thüer, S., S. Mellema, M. G. Doherr, B. Wechsler, K. Nuss, and A. Steine. 2007. *Vet. J.* 173: 333-342.

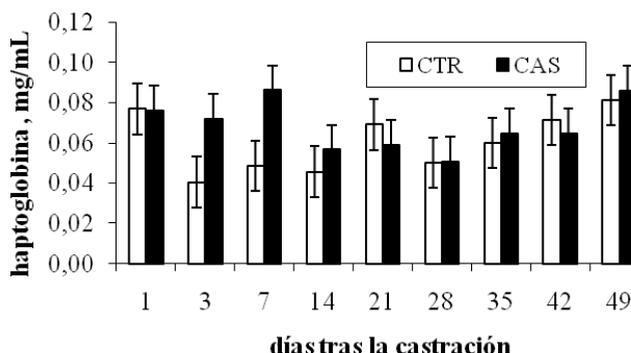


Figura 1. Evolución de la concentración de haptoglobina (mg/mL) en los terneros control (CTR) y los terneros castrados con gomas a los tres meses de edad con anestesia local y analgesia (CAS).

ANIMAL WELFARE INDICATORS OF HOLSTEIN BULLS RING-CASTRATED AT THREE MONTH OF AGE WITH LOCAL ANESTHESIA AND ANALGESIA

ABSTRACT: Forty-seven bulls were assigned to 2 treatments (control, CTR, or castrated, CAS) to evaluate the effects of ring castration at 3 mo of age in Holstein bulls on welfare indicators. Castration was performed with local anesthesia and i.m. non-steroidal anti-inflammatory treatment. Serum cortisol concentration at different hours post-castration was determined. Weekly serum haptoglobin concentration was determined, rectal and scrotal temperature were measured, lesions at the castration site were scored, and behavior, BW, and concentrate and straw intake were recorded. Serum antibody titers against ovoalbumin were determined at 35 d, and serum cortisol concentration was analyzed at 49 d after i.v. ACTH injection. Gain was greater in CTR bulls than CAS bulls (1.36 vs 1.16 ± 0.038 kg/d, respectively). Area under the curve (AUC) of serum cortisol concentration at day 0 was smaller in CAS than in CTR bulls (18 vs 33 ± 5.2 nmol/L/h, respectively). Castration did not affect DMI, serum haptoglobin concentration, body and scrotal temperature, serum ovalbumin antibody titers, serum cortisol AUC after ACTH injection, scrotal lesion scoring, and behavior at d 49. Ring castration performed at 3 mo of age with local anesthesia and analgesia decreases ADG but does not alter the other welfare indicators.

Keywords: beef, castration, welfare, behavior.

DETERMINACIÓN DE METABOLITOS DE GLUCOCORTICOIDES EN HECES DE GANADO PORCINO

Chacón, G.¹, Ruiz de la Torre, J. L.², Palacio, J.¹, Manteca, X.² y García-Belenguer, S.¹

¹ Dpto. Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

gchacon@unizar.es. ²Dpto. Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona.

INTRODUCCIÓN

En los estudios de bienestar animal, la determinación de cortisol es un parámetro indispensable para valorar la respuesta de estrés y en consecuencia el estado de bienestar de los animales. Habitualmente se utilizan el cortisol plasmático o sérico, pero cada vez cobra más importancia otro tipo de muestra como la determinación de sus metabolitos en heces (metabolitos de glucocorticoides), ello se debe a que la toma de muestra no es estresante para el animal y a que la concentración de metabolitos de glucocorticoides en heces no se ve influenciada por pequeñas fluctuaciones en la actividad del eje corticotropo (ritmo circadiano, efecto del manejo en la toma de muestra, etc.), tal y como ocurre con el cortisol en sangre (Palme Möstl y Palme, 2002). Se han estandarizado métodos de determinación y su aplicación a estudios de bienestar en distintas especies (Palme et al., 1999; Schatz y Palme, 2001; Dehnhard et al., 2003; etc.), sin embargo en heces de cerdos no se ha conseguido hasta el momento, debido en gran medida a que en esta especie la mayoría de los metabolitos se eliminan por orina (93%) (Möstl et al., 1999).

El objetivo de este estudio consistió en la validación de una técnica de radioinmunoensayo para la determinación de metabolitos de glucocorticoides en muestras de heces de porcino. Para valorar la capacidad de la técnica para reflejar la actividad del eje corticotropo se determinaron los metabolitos en heces tras la estimulación del mismo comparándolos con la concentraciones de cortisol sérico. En segundo lugar se estudió la estabilidad de los metabolitos a temperatura ambiente con el fin de establecer el tiempo máximo que puede transcurrir entre la deposición y la recogida de la muestra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 7 machos sanos de 20-30 Kg. de la especie porcina. Para determinar las concentraciones basales se tomaron muestras de suero y heces durante los 2 o 5 días previos a la prueba respectivamente. La estimulación del eje corticotropo se realizó mediante la administración 0,75 mg. de ACTH (Nuvacthen depot) via i.m., tras lo que se fueron tomando muestras de plasma y heces durante un periodo de 4 días.

La determinación de cortisol en plasma se realizó mediante una técnica de EIA "in home" (límite de detección de 0,024 ng/ml, precisión intraensayo e interensayo de 3,47-6,63% y 3,92-9,93% respectivamente).

La extracción de las heces frescas se realizó en dos fases: con metanol al 80% y posteriormente con dietileter; tras la evaporación del dietileter los metabolitos se reconstituyeron con 500 microlitros PBS. La concentración de metabolitos de cortisol se realizó con un Kit comercial de radioinmunoensayo (ICN corticosterone radioimmunoassay) siguiendo la adaptación descrita por Morrow et al. (2002) para muestras de heces de la especie bovina.

Para el estudio de la estabilidad de los metabolitos se utilizaron muestras de heces de 5 animales sanos. Las heces se extrajeron directamente de la ampolla rectal y se incubaron a temperatura ambiente (25-30°C) durante 24 horas. De cada muestra de heces se recogieron, a su vez, muestras a las 0, 2, 4, 8 y 24 horas de incubación, congelándose inmediatamente a -20°C hasta su análisis.

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS v.9.0. Se aplicó la prueba de t de Student para muestras pareadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En plasma se observa un incremento de la concentración de cortisol en los 7 animales (Figura 1), reflejando la estimulación del eje corticotropo en todos los animales, la concentración máxima es a los 60-90 minutos tras la estimulación con ACTH con valores de cortisol de 5 a 12 veces superiores a los valores basales. Se recuperaron las concentraciones basales de cortisol a partir de las 24 horas.

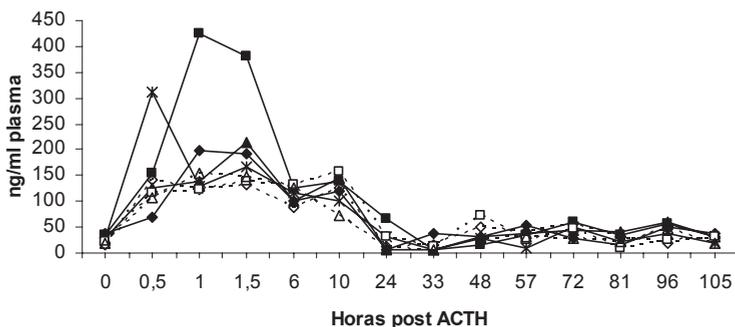


Figura 1. Cortisol plasmático tras la estimulación del eje corticotropo con ACTH. Cada línea corresponde a un animal diferente. La concentración basal (hora 0) es la media de la concentraciones de cortisol sérico de los 2 días previos a la prueba (3 muestras por día).

La concentración basal de metabolitos de glucocorticoides en heces es de $8,36 \pm 6,6$ ng/gr. La actividad del eje corticotropo se refleja en heces entre las 24 y 48 horas post ACTH (Figura 2), con incrementos significativos ($p=0,0027$, $n=7$) de 2,2 a 9,2 veces la concentración basal.

Estos resultados demuestran la validez de la técnica para reflejar la actividad del eje corticotropo. Sin embargo, debido a la gran variación individual (rango de concentración basal de 0 a 21,56 ng/gr), en estudios de estrés agudo se recomienda tomar varias muestras por animal cubriendo el periodo de 24 a las 48 horas posteriores al estímulo estresante para asegurarnos que detectamos el pico de máxima actividad corticotropa.

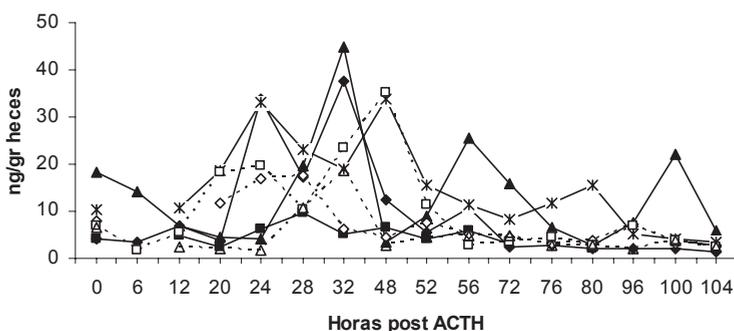


Figura 2. Metabolitos de glucocorticoides en heces tras la estimulación del eje corticotropo con ACTH. Cada línea corresponde a un animal diferente. La concentración basal (hora 0) es la media de la concentraciones metabolitos de los 5 días previos a la prueba (3 muestras por día).

En el estudio de la estabilidad de los metabolitos de glucocorticoides a temperatura ambiente no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones tras 2, 4 y 8 horas. A las 24 horas de incubación se observa un incremento de la concentración ($p=0,0983$) (Figura 3). Estos resultados nos indican que es posible la toma de muestra al menos hasta 8 horas tras la deposición sin que le afecte a los resultados obtenidos con esta técnica, facilitando el manejo de los animales durante los estudios.

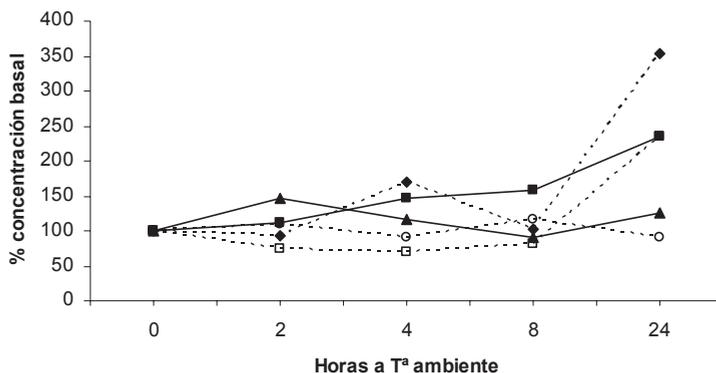


Figura 3. Estabilidad de los metabolitos de glucocorticoides en heces a temperatura ambiente. Los resultados reflejan la concentración de metabolitos en heces expresados en % en relación a la concentración a las 0 horas de incubación.

En conclusión, la determinación de metabolitos de glucocorticoides en heces de porcino determinados con un kit de corticosterone radioimmunoassay refleja la actividad del eje corticotropo entre las 24 y 48 horas postestimulación, siendo por tanto de utilidad su aplicación a los estudios de bienestar animal como alternativa a la determinación de cortisol plasmático o sérico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dehnhard, M., Schreer, A., Krone, O., Jewgnow, K., Krause, M., Grossmann, R. 2003. Gen. Comp. Endo. 131: 345-352.
- Morrow, C.J., Kolver, E.S., Verkerk, G.A., Matthews, L.R. 2002. Gen. Comp. Endo. 126: 229-241.
- Möstl, E., Messmann, S., Bagu, E., Robia, C., Palme, R. 1999. J. Vet. Med 46: 621-631.
- Schatz, S., Palme, R. Vet. 2001. Res. Commun. 25(4):271-287.
- Palme, R., Robia, C., Messman, S., Hofer, J., Möstl, E. 1999. Wien Tierärztl. Mschr 86: 237-241.

GLUCOCORTICOIDS METABOLITES DETERMINATION IN PORCINE FAECES

ABSTRACT: Faecal glucocorticoid metabolites (FGM) are used in animal welfare studies to evaluate the corticotrope axis activity. The aim of the present study was to validate a technique to determinate glucocorticoid metabolites in porcine faeces. FGM were measured with RIA assay at basal level and after ACTH administration. FGM increased from 2.2 to 9.2 times after 24-48 hours of corticotrope axis stimulation. Stability of FGM at room temperature was at least of 8 hours after defecation. FGM are a potentially valuable tool for monitoring stress in pigs.

Keywords: cortisol, faeces, porcine, welfare.

**EFEECTO DEL USO DE PAJA DE CEREAL SOBRE
EL BIENESTAR ANIMAL, LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DEL PRODUCTO
DURANTE LA FASE DE CEBO DE CORDEROS TIPO TERNASCO**
Lemos D., Miranda G., Pascual M., Ruiz J.A., Chacón G., García S., Alieria S., Escós
J. y María G.A.

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

INTRODUCCIÓN

En Aragón, la producción de corderos evoluciona hacia un sistema más intensivo con la interposición de Centros de Clasificación y cebo entre la granja y el matadero (CC). En estos centros se acopian los corderos de las ganaderías asociadas, donde se los clasifica por su peso y aloja en corrales de cebo. Este sistema asegura una mayor homogeneidad del producto y su comercialización bajo una marca de calidad, simplificando a su vez el manejo en las ganaderías de origen. Sin embargo los corderos se ven sometidos a una serie de nuevos estresores tales como la mezcla social, un ambiente extraño, un manejo poco personalizado y la duplicación del proceso de transporte. Debido al elevado coste de la paja, algunos centros de clasificación se plantean prescindir en momentos puntuales de este sustrato para completar el cebo de los corderos, que puede extenderse entre los 20 y 30 días en el 80% de los casos (Escos et al., 2006). Es razonable pensar que la ausencia de paja pueda afectar el bienestar de los corderos, ya que la paja puede ser considerada un elemento de enriquecimiento ambiental, tal como se propone en otras especies ganaderas. En ambientes poco estimulantes y con mezcla social los comportamientos estereotipados y re-direccionamientos hacia elementos del alojamiento o hacia otros corderos, podrían verse evocados con mayor frecuencia. El objetivo de este estudio ha sido analizar el efecto de la paja de cereal como sustrato y como alimento sobre la producción y el bienestar animal en la fase de cebo de corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con corderos machos de raza Rasa Aragonesa. Una vez clasificados por su peso a la llegada al CC desde sus granjas de origen, se separaron 24 corderos de aproximadamente 17 kg que se trasladaron a la Unidad de Etología Aplicada de la Universidad de Zaragoza. Se formaron cuatro grupos de seis corderos de forma aleatoria. Dos grupos dispusieron de paja de cereal a modo de cama y alimento, mientras que otros dos no dispusieron de este recurso en absoluto. La experiencia se prolongó durante un ciclo de cebo de 32 días. Los corderos se marcaron con pintura negra apropiada para animales con símbolos en el dorso, laterales y piernas. Todos los corderos dispusieron de agua y pienso comercial a voluntad (Ovirum®). Todas las labores de manejo fueron similares a las del cebadero comercial. Cada corral de 8 m² contó con una cámara de vídeo la que filmó de forma continua de 8 a 20 horas los días miércoles (días 1, 7, 14, 21 y 28 del cebo). Por falta de tiempo en la visualización de los vídeos, en esta comunicación se presentan resultados de los días 1 y 28. Los demás días, en el mismo período, se filmó de manera discontinua registrando 1 minuto cada 5 minutos. Cada semana, el día después de la filmación continua, se pesaron los corderos y se obtuvieron muestras de sangre y se tomo una placa termográfica de rayos infrarrojos (IRT). Se controló el consumo de pienso e índices de conversión de cada grupo. Como indicadores de bienestar se registraron las variables cortisol, glucosa, lactato, CK, NEFA e indicadores hematológicos. En esta comunicación se presentan los resultados para cortisol únicamente. El cortisol se determinó por medio de un kit comercial (CTRIA-1125) y los demás parámetros se analizaron por medio de un multianalizador

Technicon Analyser (RA-500). Se visualizaron los vídeos para determinar la frecuencia de estereotipias e interacciones agresivas y afiliativas. Se estimaron los estadísticos descriptivos y se analizó el efecto de los tratamientos mediante la técnica de mínimos cuadrados. Finalizado el cebo al entrar los corderos en el peso de la categoría ternasco, se procedió a su envío al matadero (día 32). Los corderos se transportaron a Mercazargoza, siguiendo el protocolo comercial del cebadero, siendo sacrificados después de una espera en matadero de aproximadamente 12 horas. El día siguiente se registró el peso de la canal fría, el pH del músculo L. dorsi, la conformación, engrasamiento e índice de hematomas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta comunicación representa un avance de resultados únicamente. En la Tabla 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para el efecto del uso de paja de cereal durante el cebo sobre los indicadores productivos. Como puede observarse no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para estas variables. Los corderos demostraron en ambos tratamientos una productividad que se halla dentro de los rangos esperados para un cebo comercial. La carne tuvo una calidad comercial aceptable si nos atenemos a los valores de pH que siempre se hallaron por debajo de seis, valor límite para carnes de calidad. En la Tabla 2 se presentan las medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del uso de paja de cereal durante el cebo sobre algunos indicadores de bienestar animal. El uso de paja afectó los niveles de cortisol al final del cebo, mostrando valores más bajos los corderos que dispusieron de paja como sustrato y como alimento. El estrés social inicial derivado de la clasificación se redujo de manera significativa en estos corderos, demostrando una mejor capacidad de adaptación a un medio más enriquecido. Asimismo los corderos alojados en corrales sin paja presentaron un mayor nivel de estereotipias que los que dispusieron de este material. No obstante, cuando se contempla la frecuencia de interacciones agonísticas, éstas fueron más elevadas en los corrales con paja. Las interacciones afiliativas aumentaron a lo largo del cebo, indicando una mayor cohesión del grupo. Los corderos que no dispusieron de paja desarrollaron un comportamiento social afiliativo más intenso, quizá como consecuencia de la inexistencia de elementos de enriquecimiento ambiental, lo que hizo interactuar con mayor frecuencia en las relaciones con sus compañeros de cebo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escos, J., Maria, G.A., Lopez, J., Alierta, S., Garcia-Belenguer S. 2006. 52nd Intern. Cong. of Meat Sci. and Tech. (ICOMST).

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

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

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

Tabla 2. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del uso de paja de cereal durante el cebo sobre algunos indicadores de bienestar.

Variable	Dia 1 del cebo		Dia 28 del cebo		p \leq
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	
Cortisol (1)	6,02 \pm 1,13 a	5,44 \pm 1,13 a	2,15 \pm 1,13 b	6,23 \pm 1,13 a	0,05
Estereotipias	305 (43%) a	398 (57%) b	326 (46%) A	379 (54%) B	0,05
Agresiones	263 (44%) a	333 (56%) b	245 (57%)A	180 (43%) B	0,05
Afiliaciones	119 (58%)	85 (42%)	266 (40%) A	397 (60%) B	0,05

(1): expresado en ng ml⁻¹

Agradecimientos: Financiado por Proyecto de CICYT AGL-2005-00208 y AGL2008-02088. Los autores agradecen la colaboración de Mercazaragoza y Oviaragón en la realización del estudio, así como al resto de miembros del Grupo de Investigación de Calidad de Productos que colaboraron en la toma de muestras y análisis de las mismas.

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

ABSTRACT: Due to cost increase of straw, the lamb's feed lots recommend to avoid the use of straw during the fattening stage, which last from 20 to 30 days approximately. The objective of this study was to analyze the use of straw as an enrichment material in light lambs of the *Rasa Aragonesa* breed housed in feed lot pens (n=24). The experimental design included two treatments and two replicates with 6 male lambs each (17 kg live weight). Animals were housed in a pen of 8 m². One of the areas was provided with straw while the other was not. Feeding was *ad libitum* with pellet concentrate. The production traits analyzed were live weight and concentrate consumption, carcass weight, meat pH & bruising score. The welfare indicators analyzed were cortisol level, stereotypes behaviours, agonistic interactions & affiliative interaction (from a video recording). No significant differences in productive performance between the two groups were observed. The lambs housed without straw presented higher levels of cortisol and stereotypic behaviours indicating a poorer welfare. The lambs without straw presented higher frequency of affiliative behaviours.

Keywords: *lamb, welfare, straw, enrichment environment*

Calidad de los productos

ANÁLISIS DE ALGUNOS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DE LA CANAL DE TERNEROS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA

Daza, A¹., López Carrasco, C²., Rey, A.I³., Ávila, A² y Olivares A³.

¹Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. ²CIA El "Dehesón del Encinar".

Oropesa, Toledo. Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha. ³ Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. argimiro.daza@ upm.es

INTRODUCCIÓN

Las canales de terneros se clasifican teniendo en cuenta el peso de la canal, la conformación y el estado de engrasamiento. La conformación y el estado de engrasamiento son dos variables subjetivas que se estiman mediante patrones fotográficos en donde los clasificadores evalúan las regiones de la canal de mayor valor económico (pierna, lomo y espalda). Sin embargo, en la práctica diaria de la clasificación los clasificadores expertos se basan en su experiencia personal con lo que, inexorablemente, pueden cometer errores derivados de que tanto la conformación como el engrasamiento son dos características que dependen de un abanico amplio de factores (tipo genético, sexo, edad y peso al sacrificio, sistema de cebo utilizado, etc). Por ello resulta interesante para ganaderos e industriales relacionar las medidas de conformación y engrasamiento con medidas objetivas de la canal. De otra parte, es de utilidad conocer las relaciones entre el peso de los cortes de la canal con variables de rápida y fácil medida en el matadero para poder establecer, en cada situación productiva concreta, ecuaciones de predicción que estimen, con suficiente aproximación, la calidad real de la canal bovina. En el presente experimento se consideran los aspectos precitados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 24 terneros de raza Avileña-Negra Ibérica, ocho machos y 16 hembras, del CIA El "Dehesón del Encinar", (Oropesa, Toledo, Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha) que fueron destetados en junio con seis-siete meses de edad y 210 kg de peso vivo. Ocho machos y ocho hembras fueron cebados en estabulación con paja y pienso administrados *ad libitum* y las ocho hembras restantes se cebaron en una pradera polifita de secano cuyas principales especies pascícolas protagonistas fueron varias variedades de trébol. En la pradera los animales fueron suplementados con pienso, en cantidad variable, según las disponibilidades coyunturales de pasto. El pienso utilizado, único para todos los grupos de terneros, tenía 1,05 UFC /kg de MS y el 14,8% de proteína bruta. La edad de sacrificio fluctuó entre 11 y 15 meses, de manera que los pesos de la canal fría de machos, hembras de establo y hembras de la pradera fueron de 282,9, 216,8 y 244,1 kg respectivamente. En el matadero, después de 24 horas de oreo y refrigeración, se midieron las variables objetivas de la canal: longitud de la canal, longitud de la pierna, perímetro de la pierna, anchura de la pierna y profundidad del tórax (Sañudo y Campo, 1998). Para estimar la conformación y el estado de engrasamiento de las canales se utilizaron patrones fotográficos que observaban las clasificaciones SEUROP para la conformación y la escala clásica de uno a cinco para el engrasamiento, considerando en este experimento una escala de clasificación de uno a 15 puntos para ambas variables subjetivas. Se procedió al despiece de las canales separando las mismas en cuatro grandes cortes: pierna (cadera, tapa, tapilla, contra, culata de contra, redondo y rabillo de cadera), delantero separado del lomo por la undécima vértebra (morrillo, aguja, espaldilla, llana, brazuelo, pez, pescuezo y pecho), lomo (solomillo, lomo alto y bajo) y falda (falda y región inferior del costillar). Los cortes precitados de las dos medias canales fueron pesados en una balanza electrónica de alta precisión.

Los datos obtenidos fueron estudiados mediante correlación y regresión simple y múltiple utilizando el método de selección de ecuaciones de regresión que tiene en cuenta el estadístico de Mallows. Como ayuda se utilizó el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 aparece reflejada la matriz de correlaciones entre las medidas objetivas y subjetivas de la canal. Como puede observarse la conformación (C) sólo estuvo discretamente correlacionada con ($P < 0,05$) con la profundidad del tórax ($r = 0,41$) y con la anchura de la pierna ($r = 0,46$), sorprendiendo los bajos y no significativos coeficiente de correlación obtenidos entre la conformación (C) y las variables objetivas de la canal peso canal (PC) y la compacidad de la canal (CC = peso canal/ longitud de la canal) e índice de compacidad de la pierna (AP/LP) ($r = 0,21$ y $r = 0,18$ y $r = -0,14$ respectivamente, $P > 0,10$), ya que a tenor de un trabajo de Monsón et al (2005) las medidas objetivas de la canal que estuvieron correlacionadas con las notas de conformación en un porcentaje elevado de razas estudiadas (entre el 62,5 al 72,6%) fueron el peso de la canal, la anchura de la pierna, la compacidad de la canal y el índice de compacidad de la pierna. Sin embargo, la variable subjetiva de la canal estado de engrasamiento (E) estuvo correlacionada positivamente y significativamente ($P < 0,001$) con las variables objetivas peso canal (PC), longitud de la canal (LC), profundidad del tórax (Prof To), perímetro de la pierna (Per P) y compacidad de la canal (CC). Las correlaciones entre el peso canal y el engrasamiento observadas por Carballo y Ledoiro (2005) dependían de la raza y edad de los terneros siendo más elevadas en los tipos genéticos más grasos que en los más magros.

En la Tabla 2 se estudia la relación entre los grandes cortes de la canal con el peso de la canal y otras variables objetivas y subjetivas de la canal. El peso de la canal fría explicaba el 93, 93, 90 y 55% de la variabilidad del peso de la pierna, delantero, lomo y falda respectivamente. Cuando en las ecuaciones de regresión correspondientes se incluyeron otras variables objetivas y subjetivas de la canal los valores del coeficiente de determinación aumentaron en un 5, 2, 4 y 30% en las ecuaciones de la pierna, delantero, lomo y falda respectivamente, lo que sugiere que con sólo el peso de la canal podrían establecerse ecuaciones de predicción de las principales grades regiones de la canal (pierna, delantero y lomo) en terneros de raza Avileña-Negra Ibérica que se ceban bajo modelos productivos convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Carballo, J. A., Ledoiro, J. 2005. ITEA Vol Extra, 26, Tomo II, 720-722. •Monsón, F., Campo, M. M., Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J. L., Alberti, P., Ertbjerg, P., •Christiansen, M., Gigli, S., Failla, S., Gaddini, A., Hocquette, J. F., Jailler, R., Nute, G. R., •Williams, J. L. 2005. ITEA Vol Extra, 26, Tomo II, 723-725. •Sañudo, C., Campo, M. M. 1998. En: Vacuno de carne: aspectos claves. (Coord C. Buxadé). Ed Mundi Prensa, pp 465-492. •SAS. 1999. User's guide, Cary, NC, SAS Institute Inc.

ANALYSIS OF SOME ASPECTS RELATED WITH THE CARCASS QUALITY IN CALVES OF AVILEÑA-NEGRA IBERICA BREED.

ABSTRACT. By means correlation and simple and multiple regression analysis, in this experiment were studied the correlation coefficients among the objective and subjective variables of the carcass and the relations between the weight of the main carcass cuts and the carcass weight. The carcass weight accounted for 55-93% of the variation of weight of the different carcass cuts.

Key words: carcass quality, calves, Avileña breed.

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre medidas objetivas y subjetivas de la canal.

	PC	LC	LP	Prof To	Per P	A P	AP/LP	CC	C	E
PC	-									
LC	0,90 ¹	-								
LP	0,45 ⁴	0,48 ⁴	-							
Prof T	0,31	0,17	0,17	-						
Per P	0,86 ¹	0,86 ¹	0,37	0,30	-					
AP	0,52 ³	0,56 ³	-0,09	0,44 ⁴	0,62 ³	-				
AP/LP	-0,33	-0,35	0,96 ¹	-0,07	-0,25	0,22	-			
CC	0,98 ¹	0,81 ¹	0,43 ⁴	0,29	0,90 ¹	0,49 ⁴	-0,32	-		
C	0,21	0,27	0,19	0,41 ⁴	0,37	0,46 ⁴	-0,14	0,18	-	
E	0,68 ²	0,64 ²	0,34	0,72 ²	0,70 ²	0,54 ³	-0,24	0,66 ²	0,50 ⁴	-

PC = peso canal, LC = longitud de la canal, LP = longitud de la pierna, Prof To = profundidad del torax, Per P = perímetro de la pierna, AP = anchura de la pierna, CC= compacidad de la canal (PC/LC), C = conformación, E = engrasamiento.

1: P<0,0001, 2: P<0,001, 3: P<0,01, 4: P<0,05.

Tabla 2. Relación entre el peso las grandes piezas de la media canal izquierda (kg) con variables objetivas y subjetivas de la canal.

Ecuación de regresión	R ²	RSD	P <
Pierna = 7,69 + 0,19 . PC	0,93	1,28	0,0001
Pierna = -11,2 + 0,12 .PC 0,253. Prof To + 0,691 . C	0,98	0,79	0,0001
Delantero = -4,92 + 0,19 . PC	0,93	1,86	0,0001
Delantero = -1,012 + 0,220 .PC -1,25 .E	0,95	1,62	0,0001
Lomo = -0,37 +0,089 . PC	0,90	1,04	0,0001
Lomo = 17,69 + 0,099 .PC - 0,47 . AP	0,94	0,85	0,0001
Falda = 6,81 + 0,051 .PC	0,55	1,62	0,0001
Falda = 13,11 +0,020 .PC – 0,27 .Prof To + 0,66 .C + 1,66.E	0,85	1,01	0,0001

PC = peso canal, Prof To = profundidad del torax, C = conformación, E = engrasamiento, AP = anchura de la pierna, R² = coeficiente de determinación, RSD = desviación residual estándar, P = probabilidad.

EFFECTO DEL SEXO SOBRE EL RENDIMIENTO AL DESPIECE DE DE ANIMALES MORUCHA X CHAROLÉS.

Vieira, C., Fernández, A.M., Sánchez, M. y García Cachán, M.D.
Consejería de Agricultura y Ganadería de Castilla y León. Instituto Tecnológico Agrario.
Estación Tecnológica de la Carne, 37770 Guijuelo, Salamanca.

*Email: vieallce@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

En la dehesa salmantina, la base genética de la cabaña de ganado vacuno la constituye la raza Morucha, si bien buena parte de los animales son el producto de su cruce con Charolés. El sistema productivo de la dehesa se ha caracterizado tradicionalmente por una lactancia natural en régimen extensivo y en el momento del destete, en la mayoría de los casos, los animales son vendidos a cebaderos, en los que permanecen hasta el sacrificio.

Para optimizar el rendimiento económico de la producción ganadera en la dehesa salmantina, es preciso conocer los gastos e ingresos que obtiene cada uno de los operadores que intervienen en el proceso productivo (dehesas, cebaderos, mataderos, salas de despiece, etc). Muchas veces los datos tomados por estos operadores y el análisis técnico de datos, han seguido caminos separados, quedando los primeros en las cooperativas o asociaciones de productores, y restringiéndose las segundas a datos obtenidos en condiciones experimentales. La novedad de este estudio radica en la utilización de la información obtenida en condiciones reales, lo que además de incrementar el volumen de datos obtenido, aporta a los resultados mayor importancia práctica para los ganaderos. El objetivo del trabajo ha sido por tanto, analizar la información aportada por las asociaciones de ganaderos, con la pretensión de contribuir a la mejora de la rentabilidad de la ganadería salmantina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han recogido datos de interés para conocer el rendimiento potencialmente obtenido por la producción ganadera, tanto si el destino final de los animales es para vida o para sacrificio. Los datos que se han recogido son los siguientes:

- En las explotaciones de origen: edad y peso al destete y, precio medio de los animales que se venden al cebadero.
- En el cebadero: gastos e ingresos que conlleva el cebo de los animales.
- En el matadero: peso vivo y peso canal, con las cotizaciones semanales de los mismos. Se realizó el despiece comercial de la canal (MAPA, 1975). Se tomó el peso de las piezas y su precio medio, para calcular el rendimiento económico de la canal.

Todos los datos indicados se han tomado tanto para hembras como para machos y se expresan separadamente por sexo. Para conocer el valor económico de los mismos, se han utilizado las cotizaciones de la M.G. Ternera Charra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos obtenidos en las explotaciones de origen:

- Animales para vida: se destetan entre el quinto y el sexto mes de edad, con un peso medio de los machos al destete es de 240 kilos, y alcanzan un valor medio de 510 € y el peso medio de las hembras es de 200 kilos, y alcanzan un valor medio de 450 €.

Datos obtenidos en los cebaderos:

- El tiempo medio de cebo por animal es de 180 días.
- La ganancia media diaria en machos es de 1,79 kg.
- La ganancia media diaria en hembras es de 1,24 kg.
- El consumo diario medio de pienso es de 5 kg en machos y 3kg en hembras.

En la Tabla 1 se resumen los gastos e ingresos directos de la actividad del cebo para machos y hembras del cruce de madres Morucha x Charolés, y machos Charolés. Cabe indicar que no se han considerado los costes de amortizaciones de la explotación ni los ingresos por subvenciones, puesto que en cada explotación son partidas variables, que se atribuyen más a la estructura de cada explotación que a la actividad del cebo.

Tabla 1. Relación de gastos e ingresos por explotación media, para machos procedentes del cruce F1 (Morucha x Charolés) x Charolés.

		MACHOS		HEMBRAS		
INGRESOS:	Venta Canal		966,0		818,4	
	Kg Canal	31		24		
	Conformaci Precio	R+ 3,1		R+ 3,4		
COSTES:	Animal		997,4		830,8	
	Valor Vida	51	510	45	450	
	Alimentación		266,4		159,8	
	Pienso/Día	5		3		
	Paja/Día	2		1,2		
	Precio	0,2		0,2		
	Precio Paja	0,0		0,0		
	Días De	18		18		
	Sanitario					
	Plan	20	20	20	20	
	Mano de Obra		180		180	
Nº Horas	20		20			
Precio hora	9		9			
Coste de		21		21		
BENEFICIO INDUSTRIAL			31,31		12,34	

Tanto en el caso de canales de machos como de hembras, si no tenemos en cuenta ni los gastos de amortización ni los ingresos derivados de las subvenciones, el beneficio industrial es negativo. Estos datos están en consonancia con lo indicado en diversos trabajos sobre la dependencia de las explotaciones ganaderas de las subvenciones europeas (Iraizola et al., 2008; Glendining et al., 2009).

El rendimiento de la canal fue un 56% en machos y un 55 % hembras. A la hora de realizar el despiece, el rendimiento de la canal fue del 72% de carne limpia, 21% es hueso y 8 % de sebo para machos y de 68% carne limpia, 20% hueso y 12 % sebo para hembras. A continuación se pueden observar los datos obtenidos del despiece de la canal, además de la valoración económica de éste en machos y hembras (Tabla 2). Se observa que, si bien el precio medio de la canal de machos se cotizó por debajo del de las hembras, al presentar los primeros canales más pesadas, el valor final de la canal de los machos es superior al de las hembras. Este aspecto, confirma lo observado diversos autores (Reiling et al., 1992; Osoro et al., 2001; Casas y Cundiff, 2006), quienes han observado un mayor desarrollo global de la musculatura en machos.

En cuanto a los porcentajes de los distintos cortes comerciales de la canal, tal como ha sido observado por otros autores, los machos presentan un mayor porcentaje de piezas de las categorías extra y primera, mientras que las hembras presentan un mayor porcentaje de piezas clasificadas en la segunda categoría. Por ello, aunque para una sala de despiece, el coste que supone la compra de una canal sea superior en el caso de canales de macho que de hembra, este aspecto se ve compensado por el mayor comercial de las piezas obtenidas en el caso de los machos. De hecho, el beneficio económico, tomado como la diferencia entre el coste de la canal y el importe obtenido por la venta de las piezas es prácticamente el doble en el caso de las hembras que para los machos.

A partir de los resultados obtenidos de las explotaciones adscritas a la M.G Ternera Charra, se puede concluir que el actual sistema ganadero, depende económicamente del aporte de subvenciones, ya que eliminando estos ingresos, el beneficio industrial resulta negativo. En cuanto al rendimiento al despiece para animales cruzados de Ternera Charra, es superior en el caso de las canales de machos que en las de hembras

Tabla 2. Rendimientos al despiece para machos cruzados.

	Peso canal machos	Precio machos (€/Kg)	Coste machos	Peso canal hembras	Precio hembras (€/Kg)	Coste hembras
310	3,15	1032,92			3,48	877,29
	DESPIECE	Precio (€/Kg)	Rendimiento % machos	Importe machos	Rendimiento %	Importe
EXTR	SOLOMILL	21	2,1	133,9758	2,1	103,72
	LOMO	12	11,6	422,8896	10,6	299,17
			13,7		12,7	
1 ^a A	TAPA	9	6	164,052	6,3	133,35
	REDONDO	9	1,8	49,2156	1,7	35,985
	CONTRA	9	4,9	133,9758	4,5	95,256
	CADERA	9	3,6	98,4312	2,9	61,387
	BABILLA	9	4,5	123,039	4,3	91,022
			20,8		19,7	
1 ^a B	CULATA	5	1,2	18,228	1,6	18,816
	LOMO	5	5,8	88,102	8	94,08
	ESPALEDIL	5	5,2	78,988	4,6	54,096
	PEZ	5	1	15,19	1,1	12,936
			13,2		15,3	
2 ^a	MORCILLO	4	5	60,76	4,6	43,276
	ALETA Y	3,5	11	116,963	5,2	42,806
			16		9,8	
3 ^a	COSTILLA	2	8	48,608	10	47,04
	RABO	6	0,4	7,2912	0,4	5,6448
			8,4		10,4	
Total venta				1559,7092		1138,6
Rendimiento canal			72,1		67,9	
Diferencia entre coste y venta				526,7892		261,3072

Agradecimientos. Los datos han sido aportados por las Asociaciones vinculadas a la M.G. Ternera Charra

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Iraizosa, B., Gortonb, M., Davidova, S. (2008). Agricultural Systems, Volume 93, Issues 1-3, March 2007, Pages 143-169. •Casas, E.; Cundiff, L. V. (2006). J. Anim. Sci. 84:305-310. •Glendining, A.G. Dailey, A.G. Williams, F.K. Van Evert, K.W.T. Goulding, A.P., Whitmore (2009). Agricultural Systems, Volume 99, Issues 2-3, 117-125. M.J. •MAPA (1975). BOE, nº 165, 15021-15024. •Reiling BA, Rouse GH, Duello DA. (1992). J. Anim Sci.,70(7):2151-8.

EFFECT OF GENDER ON RETAIL CARCASS YIELD OF MORUCHA X CHAROLÉS CROSSBRED YOUNG BULLS

ABSTRACT. Salamanca's livestock production is based on Morucha x Charolés crossbreed yearlings reared under semi-extensive production system. Data of profitability of livestock farming in different phases of productive process have been recorded. It is interesting to note that, in fattening phase, without the income from subsidy, the yield is negative. When cutting retail is performed, males showed better results than females because of the higher percentage of retails with high price. Taking into account this situation, in order to increase the profitability of farms, an advantageous alternative could be the integration of phases of the productive process.

Keywords: retail yield, carcass quality, gender, subprimal cut.

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE LACTANCIA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CABRITO DE LAS RAZAS MURCIANO-GRANADINA Y MALAGUEÑA

Panea, B.¹, Ripoll, G.¹, Sañudo, C.³, Horcada, A.² y Alcalde, M.J.²

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

²Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera km 1, 41013, Sevilla

³Facultad de Veterinaria de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza

INTRODUCCIÓN

En las razas caprinas de aptitud lechera el cabrito es considerado en muchas ocasiones como un subproducto, por lo que frecuentemente se separa de la madre y se alimenta con leche artificial (normalmente compuesta por leche de vaca, cereales y grasa vegetal) hasta alcanzar un peso de sacrificio aproximado de 8 Kg. Este manejo posibilita la utilización de la lecha materna en la fabricación de quesos con un elevado valor añadido, reduce los costes de alimentación y posibilita buenos crecimientos. Sin embargo, algunos ganaderos prefieren alimentar a los cabritos con leche natural porque creen que esto incrementa la calidad de la carne (Bañón et al., 2006), además de otras razones de tipo sanitario y de manejo de la explotación. En cualquier caso, ambos sistemas de lactancia, natural y artificial, se pueden encontrar actualmente en las explotaciones de ganado de una misma raza. Las dos razas caprinas lecheras de mayor censo en España son la Murciano-Granadina y la Malagueña. (508.000 y 150.000 ejemplares, respectivamente).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia del sistema de lactancia sobre la calidad de la canal de los cabritos de las dos razas mencionadas. El presente trabajo es parte de un amplio proyecto que pretende caracterizar la calidad de la canal y de la carne de 7 razas caprinas españolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se sacrificaron 30 animales de cada una de las dos razas utilizadas (Malagueña y Murciano-Granadina). La mitad de ellos habían recibido leche artificial y la otra mitad procedían de un sistema de lactancia natural. Los cabritos se sacrificaron con un peso canal caliente objetivo de 4,5 kg incluyendo cabeza y asadura.

Tras el sacrificio se tomó el peso de la canal caliente y se calculó el rendimiento comercial (peso vivo sacrificio/peso canal caliente). Tras 24 horas de oreo se valoró el estado de engrasamiento de las canales según el Reglamento (CE) 22/2008, se pesaron la cabeza y la asadura y se tomaron diversas medidas lineales de la canal (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005). Igualmente, se extrajo y se pesó la grasa renal.

Posteriormente, se extrajo, pesó y diseccionó la espalda de la media canal izquierda, a partir de la cual se evaluó la composición tisular de la canal.

Todas las variables del análisis se covariaron por el peso de la canal caliente y la medias mostradas están ajustadas a un peso canal caliente de 4,6 kg.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La raza tuvo efecto significativo sobre el peso de grasa renal, la longitud de la pierna y la anchura de la canal. El sistema de lactancia afectó significativamente a la nota de engrasamiento, al peso de la grasa renal y al peso de la asadura. No se han encontrado interacciones significativas entre ambos efectos. Los animales de raza Murciano-Granadina presentaron menor engrasamiento, mayor longitud de pierna y menor anchura de grupa que los de raza Malagueña, lo cual refleja la mayor precocidad de la raza Malagueña.

Respecto al sistema de alimentación, se observó que, independientemente de la raza, los cabritos que recibieron leche de la madre presentaron mayores notas de engrasamiento y

mayor peso de grasa renal que los alimentados con leche artificial ($p < 0,001$ y $p < 0,001$, respectivamente). En el ganado caprino, la grasa visceral es la primera que se deposita y su cantidad es muy variable, dependiendo de muchos factores, entre los cuales está la alimentación y la actividad física (Webb et al., 2005). Sin embargo, nuestros resultados contradicen los encontrados por Argüello *et al.* (2003) en animales de raza Canaria, ya que estos autores describen que el sistema de lactancia influye en las medidas de la canal y en el peso de la espalda, pero no en la cantidad de grasa pélvico-renal.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo sugieren que el aprovechamiento de la leche natural por parte de los cabritos es superior al aprovechamiento de la leche artificial, lo cual podría deberse a la diferente composición de ambas leches. Esto mismo podría explicar en parte las diferencias encontradas en el peso de la asadura ($p < 0,001$) ya que el incremento de la masa de estos órganos (hígado y tracto respiratorio) podría ser un reflejo de que los fenómenos que intervienen durante la digestión de la leche artificial han sido más intensos que los desarrollados en los cabritos alimentados con leche natural.

Tabla 1. Efecto de la raza y el sistema de lactancia sobre las características de la canal de cabritos de raza Murciano-Granadina y Malagueña.

	Raza		Lactancia		e.e.	Raza	Lactancia	RxL
	MU	MA	Natural	Artificial				
Peso vivo (kg)	7,10	7,00	7,07	7,02	0,082	ns	ns	ns
Rdto. comercial (%)	64,38	65,87	65,29	64,96	0,714	ns	ns	ns
Engrasamiento (1-4)	3,2(1+)	2,9(1+)	3,6(2-)	2,6(1+)	0,16	ns	***	ns
Peso grasa renal (g)	69,9	91,3	94,12	67,0	6,19	*	**	ns
Peso cabeza (kg)	0,43	0,42	0,43	0,43	0,005	ns	ns	ns
Peso asaduras (kg)	0,39	0,38	0,36	0,40	0,007	ns	***	ns
Longitud canal (cm)	38,6	39,1	38,7	39,1	0,21	ns	ns	ns
Longitud pierna (cm)	20,1	19,2	19,8	19,5	0,13	***	ns	ns
Anchura grupa (cm)	8,8	9,4	9,1	9,1	0,07	***	ns	ns
Perímetro grupa (cm)	31,3	30,9	31,2	31,1	0,17	ns	ns	ns
Peso espalda (g)	377,3	383,5	383,9	376,9	5,132	ns	ns	ns

MU.- Murciano-Granadina. MA.- Malagueña. e.e.- error estándar. ns.- no significativo.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argüello, A., Castro, N., Capote, J. 2003. *La Cabra*, 6: 24-26.
- Bañón, S., Vila, R., Price, A., Ferrandini, E., Garrido, M.D. 2006. *Meat Sci.* 72: 216-221.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Cañueque, V., Velasco, S. 2005. *Monografías INIA*, nº 3.
- Webb, E.C., Casey, N.H., Simela, L. *Small Rum. Res.*, 60: 153-166.

Agradecimientos. Asociación Nacional de Criadores de caprino de raza Murciano-Granadina, Asociación Española de Criadores de la cabra Malagueña, Asociación Española de la cabra Murciano-Granadina. A José Antonio, por el apoyo prestado. A Cárnicas Chica, S.L., Cárnicas La Encantada, S.L. y Cárnicas Alfredo, S.L. por permitirnos el uso de sus instalaciones. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2006-0177.

INFLUENCE OF LACTATION SYSTEM ON KIDS CARCASS QUALITY FROM MURCIANO-GRANADINA AND MALAGUEÑA BREEDS

ABSTRACT. In meat goat breeds, kids are a sub product, hence they were weaned as soon as possible. The aim of the present work was to study the influence of lactation system on carcass quality of the two main dairy Spanish goat breeds. Present work is part of a large Project whose objective is the characterisation of the carcass and meat from 7 Spanish goat breeds. Thirty kids, 15 per breed, were slaughtered at 4,5 kg, including head and offal. Half of them were fed with natural milk, the other half with artificial milk. Registered variables

were: hot carcass weight, head, offal's and kidney fat weights, fatness degree and carcass measures. Breed influence kidney fat weight, fore-limb length and pelvis width. Lactation system influenced fatness degree, kidney fat weight and offal weight. No interactions between effects were found. Animals from Murciano-Granadina breed were leaner, with longer fore-limbs and thinner hindquarter than kids from Malagueña breed. Fatness degree was higher in animal from natural lactation system.

Keywords: *suckling kids, zoometric measures, carcass, fatness degree.*

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CANAL DEL CABRITO TRANSMONTANO

Rodrigues¹, S., Pereira, E. y Teixeira, A.

¹Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia Apt 1172 5301-855 Bragança, Portugal. rodriques@ipb.pt

INTRODUCCIÓN

En Portugal, la carne de cabrito se comercializa, principalmente en forma de canal, o en piezas resultantes de su despiece. La canal es fundamentalmente una medida de la productividad del sistema, siendo particularmente el objetivo final de los sistemas de producción de carne. La cantidad de músculo, grasa y hueso, o sea, la composición en tejidos merece un especial interés, puesto que el consumidor paga estos tres tejidos al mismo precio. Los métodos de disección y de despiece de referencia son de gran importancia al permitir obtener datos de alto valor biológico (Delfa et al., 1992). Así, el conocimiento de la composición de tejidos, en función de los principales factores que la afectan, como el peso y sexo, es fundamental, como lo han referido diversos autores (Colomer-Rocher et al., 1992, Teixeira et al., 1995, Dhanda et al., 1999a,b, Mourad et al., 2001, Marichal et al., 2003, Dhanda et al., 2003 y Santos, 2004). El propósito de este estudio fue evaluar el efecto del sexo y el peso de la canal en la composición regional, en algunas medidas de la conformación y en la proporción de piezas comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 cabritos (31 machos y 29 hembras) de la raza Serrana Transmontana, sacrificados a diferentes pesos vivos con la finalidad de obtener pesos de canal en el rango establecido en la DOP, es decir, entre 4 y 8 kg. Los cabritos fueron sacrificados después de 24 horas de ayuno, en un matadero comercial. Las canales fueron refrigeradas durante 24 horas, y después transportadas al Laboratorio de Tecnología y Calidad de la canal y de la carne de la Escuela Agraria de Bragança. Las canales fueron escindidas longitudinalmente y se realizaron las medidas de longitud de la pierna (F) y canal (K), la anchura de la canal (G), las medidas de anchura (A), profundidad (B) y área de músculo longissimus, y el espesor de la grasa subcutánea por encima de B (medida C) en la 12^a-13^a costillas. La mitad izquierda se dividió en ocho piezas comerciales (pierna, entrada, costillas de lomo, costillas de palo, badal, espalda, bajos y cuello), de acuerdo con el corte de la Estación Zootécnica Nacional. La grasa pélvica y renal (GPR) se retiró y pesó. Todas las piezas fueron envasadas al vacío y congeladas a -25°C para el almacenamiento hasta su disección, siendo separadas con bisturí en sus componentes: músculo, grasa subcutánea (GS), grasa intermuscular (GI), hueso y residuos (incluyendo los nervios, tendones y vasos sanguíneos). Los datos fueron analizados por el procedimiento de modelos mixtos de software SAS (SAS, 1998). El modelo incluyó los efectos de sexo, el peso de la canal y de su interacción como efectos fijos. En caso de que la interacción no fuese significativa ($P > 0,05$), fue retirada del modelo y se realizó un nuevo análisis. Para examinar la importancia del ajuste de las diferencias entre las medias del sexo y del peso de la canal se utilizó la prueba Pairwise de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el efecto del sexo y del peso de la canal en las dimensiones y en los índices de conformación de la canal. El sexo tuvo un efecto significativo en el índice de compacidad de la canal (PCC/K), los machos fueron más compactos, más pesados para el mismo volumen, que las hembras. El aumento de peso provocó un aumento ($P < 0,05$) en las medidas F, G y K y del índice PCC/K.

Las medias de los mínimos cuadrados para el efecto de sexo y el peso de la canal en la proporción de piezas comerciales de la canal, se presentan en la Tabla 2. El porcentaje de las piezas se calculó teniendo en cuenta la GPR como un componente de la canal, como sucede en Portugal con pequeños rumiantes. Las hembras presentaron mayor ($P < 0,05$) proporción de entrada, bajos y GPR, mientras que los machos presentaron más alta ($P < 0,05$) proporción de costillas de palo y espalda. El aumento del peso en canal conllevó a un aumento ($P < 0,05$) del peso de la entrada y los bajos. La proporción de lomo aumentó ($P < 0,05$) ligeramente con el aumento de peso de la canal de 4 para 6 kg, pero se redujo ($P < 0,05$) cuando el peso de canal pasó de 6 a 8 kg. Además, el porcentaje de GPR ($P < 0,05$) disminuye inicialmente y posteriormente aumenta ($P < 0,05$) con el aumento de peso de la

canal. Según el trabajo de Colomer-Rocher et al. (1992) y Teixeira et al. (1995), se espera una disminución significativa en la proporción de la pierna y de la espalda, que ha sido confirmada en este trabajo. También se observa una disminución ($P<0,05$) en la proporción de badal.

Con relación al porcentaje de tejidos (Tabla 3) las hembras presentaron mayor ($P<0,05$) proporción de grasa (GI y GPR) e inferior ($P<0,05$) proporción de hueso que los machos. Globalmente se observa un aumento significativo de depósitos de grasa y una disminución significativa en la proporción del hueso con el aumento del peso de la canal. En la Tabla 4 se puede observar que no hay diferencias significativas ($P>0,05$) entre machos y hembras en las medidas A, B y C, de acuerdo con los resultados verificados en las diferencias entre machos y hembras en relación a la proporción de músculo. Aunque la proporción de músculo en la canal no ha aumentado significativamente, el aumento del peso de la canal ha llevado a un aumento ($P<0,05$) de las medidas A, B y área del músculo longissimus, y también de la medida C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Colomer-Rocher, F., Kirton, A.H., Mercer, G.J.K., Duganzich, D.M. 1992. *Small Ruminant Research* 7:161-173. •Delfa, R., Teixeira, A., González, C. 1992. *Ovis* 23(Calidad de la canal ovina III):9-22. •Dhanda, J.S., Taylor, D.G., McCosker, J.E., Murray, P.J. 1999a. *Meat Science* 52(4):355-361. •Dhanda, JS, Taylor, D.G., McCosker, J.E., Murray, P.J. 1999b. *Meat Science* 52(4):369-374. •Dhanda, JS, Taylor, D.G., Murray, P.J. 2003. *Small Ruminant Research* 50:57-66. Marichal, A., Castro, N., Capote, J., Zamorano, M.J., Argüello, A. 2003. *Livestock Production Science* 83:247-256. •Mourad, M., Gbanamou, G., Balde, I.B. 2001. *Small Ruminant Research* 42:83-86. •Santos VC. 2004. *Cabrito de Barroso - IGP. A carcaça e a qualidade da carne* [Tese de Doutorado]. Vila Real: UTAD. 227 p. •SAS. 1998. SAS/STAT User's Guide. Inc. SASI, editor. Cary, NC. •Teixeira, A., Azevedo, J., Delfa, R., Morand-Fehr, P., Costa, C. 1995. *Small Ruminant Research* 16:263-269.

CABRITO TRANSMONTANO CARCASS QUALITY CHARACTERISTICS

ABSTRACT. This work aims to study sex and carcass weight effect on carcass quality characteristics in *Transmontana* kids. Sixty male and female kids with a carcass weight ranging between 4 and 8 kg, were slaughtered after 24-h fasting in a commercial slaughterhouse, and cooled for 24-h. Carcasses were transported to ESAB. Carcasses were halved, and the left side was divided into eight standardized commercial joints. Some carcass conformation and tissues measurements were taken. Each joint was then dissected into muscle, subcutaneous and intermuscular fat, bone and remains. Results indicate that carcass linear measurements (F, G and K), and carcass compactness indices increased with carcass weight increasing. Males presented higher F, G, K and compactness indices than females. Females presented higher chump, breast, and KKCF proportion, while males had higher ribs and shoulder proportions. An increase in chump and breast proportions was observed with carcass weight increasing. A decrease was observed in leg, shoulder, and anterior ribs proportions with carcass weight increasing. Results also indicate that females had significantly higher intermuscular fat and KKCF proportions and smaller bone proportion than males. An increase of fat depots and all tissues measurements and a decrease of bone proportion were observed with carcass weight increase.

Keywords: kids, carcass, joints, tissues

Tabla 1: Efecto del sexo y del peso de canal en las dimensiones y en los índices de conformación de la canal

		F (mm)	G (mm)	K (mm)	G/F	PCC/K
Sexo	♀	255,2±1,92	144,3±1,34	404,0±4,56	0,57±0,005	0,14 ^b ±0,002
	♂	258,3±1,86	143,7±1,30	407,9±4,41	0,56±0,004	0,15 ^a ±0,002
Peso	4 kg	232,7 ^c ±2,33	130,8 ^c ±1,62	365,8 ^c ±5,52	0,56±0,006	0,11 ^c ±0,002
	6 kg	262,0 ^b ±2,31	145,5 ^b ±1,62	407,9 ^b ±5,49	0,56±0,006	0,14 ^b ±0,002
	8 kg	275,6 ^a ±2,31	155,8 ^a ±1,62	444,2 ^a ±5,49	0,57±0,006	0,17 ^a ±0,002
Signif.	Sexo					*
	Peso	***	***	***		***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas. *-P≤0,05; ***-P≤0,001.

Tabla 2: Efecto del sexo y del peso de canal en la proporción de piezas comerciales.

	Sexo		Peso			Significancia	
	♀	♂	4 kg	6 kg	8 kg	Sexo	Peso
Piern	24,0±0,35	24,7±0,34	25,4 ^a ±0,42	23,9 ^b ±0,42	23,8 ^b ±0,42		*
Entra	7,8 ^a ±0,10	7,5 ^b ±0,10	7,4 ^b ±0,12	7,5 ^b ±0,12	8,1 ^a ±0,12	*	***
Lomo	9,6±0,24	9,7±0,23	9,7 ^{ab} ±0,29	10,2 ^a ±0,29	9,0 ^b ±0,29		*
Costill	6,2 ^b ±0,14	6,7 ^a ±0,13	6,1±0,16	6,5±0,16	6,7±0,16	**	
Badal	5,2±0,14	5,1±0,13	5,3 ^a ±0,17	5,4 ^a ±0,17	5,0 ^b ±0,17		**
Espal	19,9 ^b ±0,19	20,6 ^a ±0,19	20,9 ^a ±0,23	20,0 ^a ±0,23	19,8 ^b ±0,23	**	**
Bajos	11,8 ^a ±0,22	11,0 ^b ±0,21	10,3 ^b ±0,27	11,8 ^a ±0,26	12,2 ^a ±0,26	*	***
Cuell	11,8±0,20	11,6±0,19	11,8±0,24	11,8±0,24	11,5±0,24		
GPR	3,8 ^a ±0,26	3,0 ^b ±0,25	3,1 ^{ab} ±0,31	2,9 ^b ±0,31	4,1 ^a ±0,31	*	*

Letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas. *-P≤0,05; **-P≤0,01; ***-P≤0,001.

Tabla 3: Efecto del sexo y del peso de canal en la proporción de tejidos en la canal

		Músculo	G. S.	G. I.	Hueso	G.P.R.
Sexo	♀	58,4±0,52	4,8±0,19	9,2 ^a ±0,26	20,2 ^b ±0,24	3,8 ^a ±0,26
	♂	58,9±0,50	4,5±0,19	8,0 ^b ±0,25	21,7 ^a ±0,23	3,0 ^b ±0,25
Peso	4 kg	58,1±0,63	4,1 ^b ±0,23	7,8 ^b ±0,31	23,2 ^a ±0,28	3,1 ^{ab} ±0,31
	6 kg	59,7±0,63	4,4 ^b ±0,23	8,5 ^{ab} ±0,31	20,7 ^b ±0,28	2,9 ^b ±0,31
	8 kg	58,2±0,63	5,5 ^a ±0,23	9,5 ^a ±0,31	18,9 ^c ±0,28	4,1 ^a ±0,31
Significancia	Sexo			**	***	*
	Peso		***	**	***	*

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas. *-P≤0,05; **-P≤0,01; ***-P≤0,001.

Tabla 4: Efecto del sexo y del peso de canal en las medidas de anchura y profundidad del músculo longissimus y espesor de grasa subcutánea en la 12^a-13^a costillas

		A (mm)	B (mm)	Area (mm ²)	C (mm)
Sexo	♀	37,5±0,69	17,1±0,36	57,3±1,90	1,08±0,094
	♂	39,2±0,67	17,0±0,35	61,1±1,84	1,09±0,090
Peso	4 kg	34,1 ^c ±0,83	14,3 ^c ±0,44	43,5 ^a ±2,30	0,88 ^b ±0,131
	6 kg	38,8 ^b ±0,83	17,2 ^b ±0,43	58,4 ^b ±2,29	0,91 ^b ±0,108
	8 kg	42,1 ^a ±0,83	19,8 ^a ±0,43	75,5 ^c ±2,29	1,47 ^a ±0,096
Significancia	Sexo				
	Peso	***	***	***	***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas. ***-P≤0,001.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por el Programa Agro.

INFLUENCIA DEL SEXO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DE LA CANAL EN CERDO BLANCO DESTINADO A LA ELABORACIÓN DE JAMONES CURADOS

Cámara, L.¹, Serrano, M. P.¹, Chaveinte, C.², Fuentetaja, A.² y Mateos, G. G.¹.

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.
gonzalo.gmateos@upm.es.

²COPESE S.A. Conde de Sepúlveda, 24. 40300, Sepúlveda, Segovia.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la producción de cerdo blanco se ha basado en la utilización de cruces de hembras Landrace x Large White con líneas paternas magras tipo Pietrain, sacrificando hembras y machos enteros en torno a los 100 kg de peso vivo (PV). Sin embargo, este tipo de producción genera un cierto porcentaje de canales no adecuadas para la obtención de productos curados de calidad debido al tamaño y a la escasez de grasa de cobertura del jamón (Latorre *et al.*, 2004). Dos estrategias utilizadas para obtener canales con más grasa y mayor tamaño de las partes nobles consisten en aumentar el peso al sacrificio por encima de los 120-130 kg PV y realizar cruces con líneas paternas Duroc (Latorre *et al.*, 2003). Estas estrategias exigen por un lado la castración de los machos (MC) para evitar la aparición del olor sexual en la carne y por otro utilizar genéticas más adecuadas. Cuando las hembras enteras (HE) se sacrifican a pesos elevados el consumo de pienso y el crecimiento se reducen debido probablemente a la aparición de celos (Zeng *et al.*, 2002). Latorre *et al.* (2008) observaron que el 12% de las canales de las HE sacrificadas a 130 kg PV tenían un contenido de grasa de cobertura del jamón a la altura del músculo *Gluteus medius* (GM) inferior a 18 mm que es el nivel mínimo deseable para garantizar un curado adecuado de las piezas nobles. Por tanto, la castración de las cerdas (HC) podría ser también una alternativa a utilizar. Peinado *et al.* (2008) observaron que la castración de las hembras mejoraba la productividad y la uniformidad de las canales al tiempo que se incrementaba la cantidad de grasa de la canal. Estos autores indican que las HC serían más adecuadas para la producción de productos curados que las HE. Sin embargo, esta práctica no está permitida en la Unión Europea por sus efectos negativos sobre el estrés y el bienestar animal (Directiva EEC, 1991). La utilización de HC sí está permitida en otros países productores de porcino habiendo sido una práctica común en la producción de cerdo Ibérico. Dadas las ventajas que la utilización de HC puede tener para la producción de jamones curados, el presente trabajo se realizó para comparar la productividad desde el destete hasta el sacrificio (de 8 a 127 kg PV) y la calidad de la canal de MC y HC destinados a la producción de jamones curados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los procedimientos experimentales utilizados en este ensayo fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Madrid. Se utilizaron 362 cerdos (mitad MC y mitad HC) cruce de hembras Landrace x (Duroc x Large White) y machos Duroc con $8,0 \pm 1,27$ kg PV ($28 \pm 4,45$ días de edad) al inicio de la prueba. Los machos se castraron con 5 ± 3 días de edad ($9,1 \pm 0,66$ kg PV; 23 días antes del inicio de la prueba) y las hembras con $65 \pm 10,3$ días de edad ($19,7 \pm 3,11$ kg PV; 37 días después del inicio de la prueba). El ensayo se realizó siguiendo las normas establecidas por el Boletín Oficial del Estado (2005) sobre la protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos y según la metodología descrita por Serrano *et al.* (2008). Se controló el crecimiento, el consumo de pienso, la eficiencia alimenticia y la calidad de la canal (rendimiento, espesor de grasa a nivel P₂ entre la tercera y la cuarta últimas costillas y a nivel del GM así como el rendimiento de jamones perfilados, paletas perfiladas y lomos frescos) siguiendo la metodología descrita por Peinado *et al.* (2008). Cada tratamiento se replicó 4 veces (29 lechones/departamento) para los datos de productividad en lechoneras ($8,0$ a $23,2$ kg PV) y 6 veces (13 cerdos/departamento) para los datos de productividad en crecimiento-cebo ($23,5$ a $127,0$ kg PV) y calidad de la canal. A los 102 días de edad (fin del periodo en lechoneras) se escogieron al azar 13 cerdos por departamento que constituyeron la unidad experimental para la fase de cebo. Todos los cerdos de cada réplica en la fase de cebo

provenían de la misma réplica de la fase de lechones. El resto de animales sobrantes se eliminaron de la prueba. La unidad experimental fue el departamento en todos los casos. Los resultados se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990) para diseños al azar. El modelo incluyó el sexo (MC vs. HC) como efecto principal. Se utilizaron como covariables el PV inicial para los rendimientos productivos y el PV al sacrificio para los parámetros de calidad de canal. Los datos se presentan como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Machos castrados y HC presentaron rendimientos productivos similares de 8,0 a 127,0 kg PV lo que concuerda con los resultados obtenidos por Peinado *et al.* (2008) en cerdo blanco y por Serrano *et al.* (2008) en cruces de Ibérico x Duroc (Tabla 1). La única diferencia que se detectó fue para el periodo de 19,0 a 23,2 kg PV en el que las HC crecieron menos (362 vs. 472 g/d; $P < 0,001$) y convirtieron peor (2,16 vs. 1,82; $P < 0,01$) que los MC probablemente debido al efecto de la operación quirúrgica sobre la productividad.

Tabla 1. Influencia del sexo sobre los rendimientos productivos de 8,0 a 127,0 kg y la calidad de la canal

Parámetro	Machos castrados	Hembras castradas	EEM ¹	P ²
<i>Rendimientos productivos</i>				
De 8,0 a 23,2 kg				
GMD, g ³	350	330	29,7	NS
CMD, kg ⁴	0,524	0,508	0,03061	NS
IC ⁵	1,52	1,55	0,0450	NS
De 23,5 a 127,0 kg				
GMD, g	833	815	14,5	NS
CMD, kg	2,417	2,409	0,03813	NS
IC	2,90	2,96	0,0325	NS
<i>Calidad canal</i>				
Rendimiento, %				
Canal	80,1	80,8	0,28	*
Jamón	25,7	26,1	0,20	+
Paleta	15,3	14,9	0,055	***
Lomo	6,5	6,7	0,038	**
Espesor grasa, mm				
P ₂	30,2	31,9	0,55	**
Gluteus	21,0	22,1	0,36	**

¹Error estándar de la media con 4 réplicas por tratamiento. ²Probabilidad. NS: $P > 0,10$. +: $P < 0,10$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. ³Ganancia media diaria. ⁴Consumo medio diario. ⁵Índice de conversión.

Las HC tuvieron mayor rendimiento de la canal (80,8 vs. 80,1%; $P < 0,05$) y canales más grasas (31,9 vs. 30,2 mm y 22,1 vs. 21,0 mm de espesor de grasa a nivel P₂ y a la altura del GM, respectivamente; $P < 0,01$) que los MC. No hemos encontrado ningún trabajo que compare el rendimiento y el contenido en grasa de la canal de MC y HC en cruces de líneas maternas blancas con líneas paternas Duroc que nos permita cotejar nuestros resultados. Los MC presentaron mayor rendimiento de paleta perfilada (15,3 vs. 14,9%; $P < 0,001$) que las HC. Sin embargo, las HC tendieron a presentar mayor rendimiento de jamón perfilado (26,1 vs. 25,7%; $P < 0,10$) y presentaron mayor rendimiento de lomo fresco (6,7 vs. 6,5%; $P < 0,01$) que los MC. López-Bote *et al.* (2000) indicaron que la castración provoca cambios en el metabolismo del animal con una mayor preponderancia del tercio posterior sobre el anterior. Los resultados de este ensayo indican que este incremento relativo del desarrollo del tercio posterior es superior en HC que en MC. Se concluye que, cuando se sacrifican los cerdos a una edad fija, la utilización de HC es una buena alternativa a la utilización de MC y

HE para la producción de piezas nobles curadas, por su mayor rendimiento de jamón y lomo y mayor espesor de grasa subcutánea y de cobertura del jamón lo que beneficia el proceso de curado y la calidad del producto final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Boletín Oficial del Estado. 2005. *BOE* 252: 34367-34391. • Directiva EEC. 1991. *Official J.* 534: 36-38. • Latorre, M. A., García-Belenguer, E. y Ariño, L. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 1933–1942. • Latorre, M. A., Lázaro, R., Gracia, M. I., Nieto, M. y Mateos, G. G. 2003. *Meat Sci.* 65: 1369-1377. • Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P. y Mateos, G. G. 2004. *J. Anim. Sci.* 82: 526–533. • López-Bote, C. J., Fructuoso, G. y Mateos, G. G. 2000. *FEDNA* 16: 79-111. • Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A. y Mateos, G. G. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 1410–1417. • Serrano, M. P., Valencia, D. G., Fuentetaja, A., Lázaro, R. y Mateos, G. G. 2008. *Meat Sci.* 80: 1122-1128. • Statistical Analysis Systems Institute. 1990. *SAS user's guide: statistics*. Versión 6, 4^a edición. Cary, NC: SAS Institute, Inc, USA. • Zeng, X. Y., Turkstra, J. A., Tsigos, A., Meloen, R. H., Liu, X. Y., Chen, F. Q., Schaaper, W. M. M., Oonk, H. B., Guo, D. Z. y van de Wiel, D. F. M. 2002. *Theriogenology* 58: 1315–1326.

EFFECT OF GENDER ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF HEAVY PIGS DESTINED TO THE DRY-CURED INDUSTRY

ABSTRACT. A total of 362 Landrace x (Duroc x Large White) dam x Duroc sire pigs was used to investigate the effects of gender (CM, castrated males; CF, castrated females) on performance and carcass quality. Males were castrated at 5 ± 3 days of age (23 days before begin of the trial) and CF were ovariectomized at 65 days of age (after 37 days on trial). All procedures were approved by the Ethics Committee of the UPM and were in compliance with BOE (2005). Each treatment was replicated 4 times (29 pigs) from 8.0 to 23.2 kg and 6 times (14 pigs) from 23.5 to 127.0 kg. From 8.0 to 127.0 kg, gender did not affect performance ($P > 0.10$) in agreement with data of Peinado *et al.* (2008) and Serrano *et al.* (2008). Castrated females had higher carcass yield ($P < 0.05$) and carcass fat ($P < 0.01$) than CM whereas CM had higher trimmed shoulder yield ($P < 0.001$) but lower trimmed ham and fresh loin yield than CF. The results indicate that at same slaughter age, CF are a good alternative to entire females and CM for the production of dry-cured products.

Keywords: gender and castration; heavy pig; growth performance; carcass quality.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CERDOS DE CRUCE COMERCIAL CRIADOS EN EXTENSIVO Y SACRIFICADOS A PESOS ELEVADOS

Rodríguez-Sánchez J.A., Calvo S. y Latorre M.A.
CITA. Avda. Montañana, 930, 50059 Zaragoza. malatorreg@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos en condiciones extensivas en la península Ibérica data de antes de la dominación romana. Durante milenios, la península estuvo poblada por el bosque mediterráneo, compuesto fundamentalmente por encinas (*Quercus ilex*), alcornoques (*Quercus suber*), quejigos (*Quercus lusitanica*), retamas y madroños. Además, las condiciones climáticas y orográficas de la cuenca mediterránea, con inviernos fríos y veranos cálidos y secos, propició el desarrollo de sistemas de conservación de la carne basados en la desecación y en la incorporación de sal (López Bote *et al.*, 2000). Actualmente, el engorde de cerdos en sistema extensivo en España se reduce casi exclusivamente a la raza Ibérica, localizada en la zona adeshada del suroeste de la península. Sin embargo, la búsqueda de productos diferenciados para satisfacer distintos nichos de mercado, así como la necesidad de sostenibilidad con el medio ambiente, hace que cobre sentido experimentar con otras razas. En algunos estudios se ha observado que tanto la línea paterna Duroc como la Pietrain pueden cebarse óptimamente en condiciones extensivas (CE). No obstante, para la obtención de productos curados de calidad y también por su mayor adaptación al medio, la línea Duroc da mejores resultados alcanzado mayor peso vivo (PV) a la misma edad (Latorre *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio fue conocer las características de la canal de cerdos de cruce comercial criados en CE sacrificados a pesos elevados, comparándolos con cerdos del mismo cruce, criados en condiciones intensivas (CI) sacrificados a un peso superior al tradicional por destinarse también a productos curados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 machos castrados procedentes del cruce de machos Duroc con cerdas Landrace x Large White. Todos los cerdos permanecieron en CI durante la lactación (hasta 6 kg PV), transición (hasta 20-25 kg PV) e inicio del cebo. Con 55 ± 3 kg PV, diez cerdos salieron al campo para ser cebados en CE hasta alcanzar aproximadamente 175 kg PV, momento en que se sacrificaron. Los otros diez cerdos fueron criados en CI hasta un peso al sacrificio (PS) de aproximadamente 130 kg PV. Durante la fase de engorde-acabado, los cerdos cebados en CE se alojaron en una parcela (La Fueva, Huesca), donde disponían de 290 m²/animal, cubierta por superficie herbácea (lastón y gramen), arbustiva (aliaga y espliego) y arbórea (encina y roble quejigo), así como de cantidades limitadas (aunque no cuantificadas) de bellota. Los cerdos cebados en CI disponían de 1.05 m²/animal en una nave de cebo industrial. Ambos grupos recibieron una dieta comercial y agua *ad libitum* durante ese tiempo. La dieta, basada en cebada, maíz, trigo y harina de soja, se formuló (2355 kcal EN/kg, 15,5% proteína bruta y 0,75% lisina) para satisfacer o exceder los requerimientos del NRC (1998) para cerdos de esta edad. Los animales fueron sacrificados mediante aturdimiento eléctrico y desangrado. A continuación, se pesaron las canales en caliente y se midió el espesor de grasa a nivel dorsal (EGD: entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y a nivel del músculo *gluteus medius* (EGGM: en el punto de menor espesor), la longitud de la canal (desde la sínfisis isquio-pubiana hasta el borde anterior de la primera costilla), la longitud del jamón (desde la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte media interna del corvejón) y el perímetro del jamón (en su parte más ancha). Asimismo, se pesaron individualmente las principales piezas magras (paletas, lomos y jamones) para determinar su rendimiento en la canal. Los datos se analizaron usando el análisis de varianza del paquete estadístico InfoStat (2008) incluyendo en el modelo el tipo de manejo (CE vs CI) como efecto principal. Cada tratamiento se replicó 10 veces y la unidad experimental fue el animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cerdos cebados en CE presentaron menor ganancia media diaria que los cebados en CI (690 vs 970 g/día; datos no analizados estadísticamente). Estas diferencias podrían ser

debidas a los mayores requerimientos de energía para ejercicio físico y termorregulación en CE (Enfält *et al.*, 1997) y al mayor PS. Los cerdos cebados en CE tuvieron mayor longitud de canal ($P<0,001$), de jamón ($P<0,001$) y perímetro del mismo ($P<0,001$) que los cebados en CI (Tabla 1). Estas diferencias se deben principalmente a la mayor edad y PS de los cerdos en CE puesto que el ejercicio físico afecta en menor medida al desarrollo del esqueleto en cerdos de estos pesos (Enfält *et al.*, 1993). Según trabajos de Enfält *et al.* (1997) y Warriss *et al.* (1983), a un PS similar, cerdos cebados en CE presentaron menor EGD que los cebados en CI debido a que la menor velocidad de crecimiento favorece la deposición de músculo frente a la de grasa. Sin embargo, en el presente ensayo, el EGD fue mayor en CE ($P<0,01$) que en CI, debido probablemente a que fueron sacrificados a diferentes PS (175 vs 130 kg PV para CE y CI, respectivamente). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el EGGM, lo que indicaría que, en los cerdos cebados en CE, la deposición de grasa con la edad fue mayor a nivel dorsal que en las zonas de recubrimiento de jamones y quizás también de paletas.

Tabla 1. Efecto del sistema de producción sobre las características de la canal de cerdos Duroc x (Landrace x Large White).

	Intensivo	Extensivo	CV	P
PCC, kg	99,0	136,8	6,04	<0,001
Longitud canal, cm	85,4	95,2	3,25	<0,001
Longitud jamón, cm	39,6	42,6	3,84	<0,001
Perímetro jamón, cm	74,9	81,4	3,48	<0,001
EGD, mm	26,2	32,3	15,11	<0,001
EGGM, mm	21,6	22,0	18,68	0,83

PCC: peso de canal en caliente; EGD: espesor de grasa dorsal; EGGM: espesor de grasa en el m. *Gluteus medius*. CV: coeficiente de variación (n = 10).

Los cerdos cebados en CE presentaron paletas ($P<0,001$), jamones ($P<0,001$) y lomos ($P<0,001$) más pesados que los cebados en CI debido a su mayor PS (Tabla 2). Sin embargo, aunque en el rendimiento de paletas y jamones no hubo diferencias significativas entre tratamientos, el grupo CE presentó mayor rendimiento de lomo que el grupo CI ($P<0,05$).

Tabla 2. Efecto del sistema de producción sobre el rendimiento de las piezas magras de la canal de cerdos Duroc x (Landrace x Large White).

	Intensivo	Extensivo	CV	P
Peso piezas magras, kg				
Paletas	14,8	21,3	8,52	<0,001
Lomos	6,3	9,8	16,18	<0,001
Jamones	27,3	37,4	7,20	<0,001
Total*	48,4	68,5	7,81	<0,001
Rendimiento piezas magras, % canal				
Paleta	15,1	15,5	4,87	0,12
Lomo	6,3	7,2	12,50	<0,05
Jamón	27,5	27,3	3,42	0,56
Total*	48,9	50,0	3,07	0,19

CV: Coeficiente de variación (n = 10); *Paletas + lomos + jamones

En la tabla 3 se observa cómo incrementa el peso de las principales piezas magras a medida que aumenta el PCC. Por cada kg que incrementó el PCC en animales criados en CE hubo un aumento lineal de 0,22, 0,15 y 0,28 kg en el peso de paletas, lomos y jamones, respectivamente. Asimismo, el total de las piezas magras incrementó en 0,66 kg por cada kg que aumentó el PCC. Comparando tratamientos, se observa que el crecimiento de los jamones fue similar (0,28 kg/kg PCC). Sin embargo, el crecimiento de paletas (0,22 vs 0,13 kg/kg PCC) y de lomos (0,15 vs 0,07 kg/kg PCC) fue mayor en los cerdos CE que en los CI.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión entre PCC y los pesos de paletas, lomos y jamones.

	R ²	P
Extensivo		
Paletas = (-9,04 ± 10,37) + (0,22 ± 0,08) PCC	0,52	<0,05
Lomos = (-11,03 ± 11,67) + (0,15 ± 0,09) PCC	0,30	0,10
Jamones = (-1,20 ± 13,19) + (0,28 ± 0,1) PCC	0,52	<0,05
Piezas magras* = (-21,27 ± 26,08) + (0,66 ± 0,19) PCC	0,60	<0,001
Intensivo		
Paletas = (1,5 ± 2,01) + (0,13 ± 0,02) PCC	0,85	<0,001
Lomos = (-0,7 ± 1,99) + (0,07 ± 0,02) PCC	0,61	<0,001
Jamones = (-0,32 ± 2,45) + (0,28 ± 0,02) PCC	0,94	<0,001
Piezas magras* = (0,48 ± 4,19) + (0,48 ± 0,04) PCC	0,94	<0,001

R²: coeficiente de determinación; *Paletas + Lomos + Jamones

Los cerdos de cruce comercial criados en extensivo y sacrificados a 175 kg PV no resultan excesivamente grasos a nivel de jamón y dieron buenos rendimientos de las principales piezas magras de la canal. No obstante, el análisis de la carne de estos animales, que está en proceso, así como el estudio de distintos pesos al sacrificio, quizás menores al del presente trabajo, podría despejar dudas ofreciendo un producto diferenciado y de calidad al consumidor.

AGRADECIMIENTOS. A Antonio Arasanz, ganadero que se ha prestado al ensayo, a SCLAS (Ainsa, Huesca) por la ayuda técnica, al matadero de Huesca, por permitirnos utilizar sus instalaciones, y a Carnes y Embutidos Casa Gorré (Boltaña, Huesca), por la colaboración en el despiece y la cesión de las muestras. Este ensayo se ha realizado gracias al Proyecto DER-2008-02-50-729006-553 del Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

●Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Karlsson, A., Essén-Gustavsson, B., y Hakansson, J. 1993. *Animal Production* 57: 127–135. ●Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N., y Nyström, P. E. 1997. *Meat Sci.* 45: 1–15. ●Infostat 2008. Estadística, Biometría y Diseño de Experimentos de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). ●Latorre, M. A., Iguácel, F., Sanjoaquin, L. and Revilla, R. 2009. *Animal doi: 10.1017/S1751731108003595* ●López-Bote, C. J., Fructuoso, G. y Mateos, G. G. 2000. XVI Curso de Especialización FEDNA. Madrid. ●NRC 1998. Nutrient requirements of swine. National Research Council. National Academy Press. Washington DC, EEUU. ●Warris, P. D., Kestin, S. C., y Robinson, J. M. 1983. *Meat Sci.* 9: 271–279.

CARCASS CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL CROSSBRED PIGS REARED OUTDOOR AND SLAUGHTERED AT HEAVY WEIGHTS

ABSTRACT. Twenty Duroc x (Landrace x Large White) barrows were used to study the carcass traits of pigs reared outdoor compared with pigs reared indoor. From 55 ± 3 kg of body weight (BW) to slaughter weight (SW), ten pigs were reared under outdoor conditions (OC) and the other ones were reared under indoor conditions (IC). The average SW was 175 kg and 130 kg BW for OC and IC, respectively. The OC pigs had less average daily gain than IC (690 vs 979 g/day). The carcass length (P<0.001), ham length (P<0.001), ham perimeter (P<0.001) and backfat thickness (P<0.01) were higher in OC than in IC pigs. However, no differences were detected in fat depth over the *gluteus medius* muscle. Shoulder (P<0.001), loin (P<0.001) and ham (P<0.001) from OC pigs were heavier than those from IC pigs. However, although the yield of trimmed shoulder and ham were similar between groups, the trimmed loin yield was higher for OC than for IC pigs. Commercial pigs reared outdoor and slaughtered at 175 kg BW were not too fatty at the level of ham and showed optimum yield of primal lean cuts.

Keywords: pigs, outdoor and indoor, carcass traits

EFFECTO DE LA ESTIRPE DUROC UTILIZADA EN LOS CRUCES DE CERDO IBÉRICO SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

Viguera¹, J., Sánchez¹, M., Peinado¹, J., Robina², A. y Ruiz³, J.

¹ C/ Nápoles 3, 28224 Pozuelo (Madrid), jviguera@e-imasde.com

² Plaza de la Fuente 7, 06900 Llerena (Badajoz).

³ Facultad de Veterinaria s/n. 10071 Cáceres.

INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1469/2007, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo Ibéricos elaborados en España (B.O.E., 2007) establece que las piezas que se destinen a la elaboración de los productos Ibéricos deben proceder de cerdos resultantes del cruce de "reproductora Ibérica pura" con macho reproductor de la raza Ibérica "Duroc" o "Duroc-Jersey", puro o resultante de cruce entre ellas. Así pues, uno de los cruces más utilizados en la producción de cerdo Ibérico es el cruzado al 50 % con Duroc, ya que presenta una buena adaptación al medio propio del cerdo Ibérico sin provocar un descenso en la calidad de los productos curados (López-Bote, 1998). Sin embargo, debido a su amplia distribución en el mundo, la raza Duroc ha sido objeto de distintas selecciones genéticas, algunas de ellas dirigidas hacia la producción cárnica, donde se buscan animales de mayor velocidad de crecimiento, con mayor contenido magro y menor contenido graso. Así pues, las diferencias entre estirpes pueden tener influencia sobre el nivel de la grasa subcutánea e infiltrada, así como sobre los rendimientos y la dimensión de las piezas nobles.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 90 cerdos Ibéricos cruzados al 50% con Duroc (50 % machos y 50 % hembras) para evaluar el efecto de la estirpe del macho finalizador sobre la calidad de la canal y de la carne. Hubo 6 tratamientos experimentales ordenados en un factorial con tres estirpes: Duroc A vs B vs C (A: Duroc procedente de Agropecuaria Robina, S.L.; B: Duroc procedente de Ibérico Comarca los Baldíos, S.L.; C: Duroc procedente de Stamboek, S.A.), y dos sexos: machos vs hembras, ambos castrados. Los animales se obtuvieron tras la inseminación de un mismo lote de cerdas Ibéricas con semen procedente de 3 machos de cada estirpe. Todos los cerdos recibieron el mismo manejo y alimentación desde el nacimiento hasta el sacrificio en las instalaciones de la empresa Agropecuaria Robina, S.L. y cuando los animales llegaron a los 305 d de vida fueron pesados individualmente y sacrificados con un peso medio de $150,4 \pm 14,6$ kg en el matadero Ibéricos Sierra de Azuaga, S.A. Tras el desangrado y eviscerado se tomó el peso de la canal (con cabeza) y el espesor graso a la altura del P2. Posteriormente, se midió con cinta métrica la longitud de la canal medida desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla, la longitud del jamón medida desde el centro de la articulación tarso-metatarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana y el perímetro del jamón por la parte más ancha del jamón en todas las medias canales izquierdas. Asimismo, se determinó el índice de compacidad de los jamones, calculado como la división entre el perímetro y longitud de cada pieza. Tras el despiece se pesaron todos los jamones, paletas y lomos perfilados, para el cálculo del rendimiento de las piezas nobles sobre el peso de la canal. Por último, se tomaron 300 g del cabecero de lomo para el análisis de la composición química de la carne. La humedad se determinó siguiendo el protocolo establecido en el método oficial (AOAC, 2000), el contenido total de lípidos se extrajo con cloroformo/metanol (2:1 v/v) siguiendo el método descrito por Folch *et al.* (1957), mientras que el contenido en proteína se analizó de acuerdo con el método descrito por Lowry *et al.* (1951). Asimismo, se midió el color instrumental, como media de 3 medidas no solapadas desde un ángulo de visión de 0 grados con iluminante tipo D65 mediante un colorímetro Minolta mod. Chroma Meter CR-300 (Minolta Camera Corp., Meter Division, Ramsey, NJ). En todas las medidas mencionadas anteriormente, cada cerdo individual se trató como la unidad experimental. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 1990). El modelo incluyó la estirpe del macho finalizador, el sexo y su interacción como efectos principales. En el análisis del espesor graso, de los rendimientos y de los parámetros

morfológicos se introdujo el peso de la canal como covariable. Los datos del efecto de la estirpe del macho finalizador se presentan como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la estirpe del macho finalizador sobre la calidad de la canal se muestra en la Tabla 1. No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes estirpes para el peso vivo ni para el peso de la canal. Sin embargo, la estirpe A obtuvo mayor rendimiento de los jamones, paletas y lomos que las estirpes B y C ($P < 0,05$). Diferencias similares para el rendimiento de los jamones y los lomos entre diferentes cruces de estirpes Duroc x Ibérica fueron encontradas por [Ramírez y Cava \(2007\)](#).

Tabla 1. Efecto de la estirpe del macho finalizador sobre el peso vivo y el peso de la canal (kg), el espesor graso a nivel del P2 (cm) y el rendimiento de la canal y piezas nobles (%).

ESTIRPE	Peso, kg		Espesor P2, cm	Rendimiento, %			
	Vivo	Canal		Canal	Jamon	Paleta	Lomo
Duroc A	146,9	118,7	4,49	80,4	19,69 a	12,79 a	4,15 a
Duroc B	154,3	123,9	4,83	80,0	19,01 b	12,14 b	3,89 b
Duroc C	149,4	118,4	4,57	79,4	18,95 b	12,31 b	3,84 b
EEM ¹ (n=30)	2,62	2,16	0,13	0,35	0,22	0,14	0,08
PROBABILIDAD ^{2,3}							
Estirpe	NS	NS	NS	NS	0,030	0,002	0,020
Sexo	0,057	0,095	NS	NS	0,038	NS	<0,001

¹ EEM = Error estándar de la media (n = nº de réplicas por tratamiento).

² NS: No Significativo. ^{a, b, c} Diferente letra dentro de la misma columna indica diferencia significativa ($P < 0,05$).

³ No se encontraron interacciones significativas.

Las diferencias halladas en el rendimiento de los jamones pueden explicarse gracias a los resultados de los parámetros morfológicos de los cerdos (Tabla 2). En este sentido, los cerdos de la estirpe A obtuvieron mayor longitud de la canal y del jamón que los de las estirpes B y C ($P < 0,01$), logrando un menor índice de compacidad del jamón ($P = 0,001$).

Tabla 2. Efecto de la estirpe del macho finalizador sobre la longitud de la canal y la longitud, perímetro e índice de compacidad de los jamones de los cerdos.

ESTIRPE	Long.	Long.	Perímetro	Índice
	Canal, cm	Jamón, cm	Jamón, cm	Compacidad
Duroc A	87,1 a	54,9 a	75,7	1,38 a
Duroc B	84,9 b	53,6 b	75,5	1,41 b
Duroc C	85,5 b	52,8 b	75,6	1,43 b
EEM ¹ (n=30)	0,57	0,29	0,29	0,01
PROBABILIDAD ^{2,3}				
Estirpe	0,001	<0,001	NS	0,001
Sexo	0,005	NS	0,071	0,097

¹ EEM = Error estándar de la media (n = nº de réplicas por tratamiento).

² NS: No Significativo. ^{a, b, c} Diferente letra dentro de la misma columna indica diferencia significativa ($P < 0,05$).

³ No se encontraron interacciones significativas.

Por último, el efecto de la estirpe del macho finalizador y del sexo sobre la composición química y el color instrumental de la carne se muestra en la Tabla 3. Aunque los cerdos de la estirpe A tendieron a presentar menor grasa intramuscular de la carne que los de la estirpe C, sí mostraron mayor intensidad de rojo que los cerdos de las estirpes B y C ($P < 0,05$), lo que es valorado positivamente por los consumidores.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la elección de la estirpe de verraco Duroc a utilizar en los cruces de cerdo Ibérico podría influir sensiblemente sobre los rendimientos de las piezas nobles y el color instrumental de la carne. Sin embargo, será

necesario evaluar el impacto de las diferentes estirpes sobre el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea e intramuscular, cuya relación con la calidad de los productos del cerdo Ibérico es bien conocida.

Tabla 3. Efecto de la estirpe del macho finalizador sobre la composición química y el color instrumental de la carne de lomo de los cerdos.

ESTIRPE	Humedad, %	Grasa, %	Proteína, %	Coordenadas CIELab		
				L*	a*	b*
Duroc A	70,5	8,0 y	18,5	43,1 b	10,7 a	3,7
Duroc B	69,9	7,8 y	18,7	44,0 b	9,1 b	3,2
Duroc C	70,0	10,5 x	16,4	47,1 a	9,4 b	4,2
EEM ¹ (n=12)	0,42	0,77	0,91	0,99	0,44	0,33
PROBABILIDAD ^{2,3}						
Estirpe	NS	0,059	NS	0,012	0,045	NS
Sexo	0,011	NS	NS	NS	NS	NS

¹ EEM = Error estándar de la media (n = nº de réplicas por tratamiento).

² NS: No Significativo. ^{a, b, c} Diferente letra dentro de la misma columna indica diferencia significativa (P<0,05).

³ No se encontraron interacciones significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 2000. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis (17th ed.) Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- BOE, 2007. Real Decreto 1469/2007, de 2 de noviembre, por la que se aprueba la Norma Calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo Ibéricos. Boletín Oficial del Estado, 264: 45087-45104. España.
- Folch, J., Lees, M. & Stanley, G.H.S. 1957. *J. Biochem.* 226, 497–508.
- López-Bote, C.J. 1998. Porceedings of the 44th ICOMST, Barcelona, L2: 14-21.
- Lowry, O., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. & Randall, R.J. 1951. *J. Biol. Chem.* 193, 265–275.
- Ramírez, M.R. y Cava, R. 2007. *Meat Science* 75 (3): 388-396.

Agradecimientos: Ensayo ejecutado dentro de un Proyecto de Investigación Industrial Concertada financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI 05-0619), la Junta de Extremadura (AI-05-0060-1) y el MITYC (FIT-010000-2006-116). En el ensayo se realizó en las instalaciones de Agropecuaria Robina, S.L. y para la realización de los análisis de la calidad de la carne se contó con la colaboración del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Extremadura.

EFFECT OF DIFFERENT DUROC GENETIC LINES ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF CROSSBRED IBERIAN PIGS

ABSTRACT

A total of 90 crossbred pigs were used to study the carcass composition and meat quality of *Longissimus dorsi* from three different Duroc x Iberian genotypes: ♂ Duroc A x ♀ Iberian; ♂ Duroc B x ♀ Iberian; ♂ Duroc C x ♀ Iberian. All animals received the same diet and were slaughtered at the same time. Pigs with Duroc A genotype showed higher yield for trimmed ham, shoulder, and loin, and higher carcass and ham length than pigs with Duroc B and C genotype (P<0,05). Further, the use of Duroc A genotype decreased the conformation of hams (P<0,001). No significant differences were found between Duroc genotypes for meat composition, but Duroc A x Iberian pigs showed higher a* values than the other experimental pigs (P<0,05). Therefore, the genetic line of Duroc used to obtain crossbred Iberian pigs could influence carcass yield and meat quality.

Keywords: Iberian crossbred, carcass, meat quality

EFFECTO DE LA GENÉTICA DEL MACHO FINALIZADOR SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS CON GENÉTICA CHINA-EUROPEA.

Sánchez², M., Viguera², J., Peinado², J., Flamarique³, F., Sanz⁴, E., Alfonso¹, L.

¹ 31006 Pamplona, (Navarra), leo.alfonso@unavarra.es

² 28224 Madrid, jviguera@e-imasde.com, msanchez@e-imasde.com

³ 31192 Tajonar, (Navarra), f.flamarique@grupoan.com

⁴ 40353 Hontalbilla, (Segovia), sanberel@itacyl.es

INTRODUCCIÓN

El principal interés de la introducción de las razas chinas en Europa reside en su carácter maternal, la alta prolificidad y precocidad sexual de estos animales. Asimismo, las razas chinas puras o cruzadas producen carnes con atributos sensoriales deseables por el consumidor como la terneza, jugosidad, y sabor (Touraille et al., 1989). Con la creación de la nueva raza denominada Youna®, con un 12,5% de genética china y 87,5% de genética europea, se ha conseguido un aumento de la productividad numérica al obtener un lechón más por camada. Así pues, el reto de este estudio ha sido evaluar el efecto de la genética de un macho finalizador sobre la productividad y la calidad de la canal y la carne fresca de los cerdos cruzados con la raza Youna®.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 96 cerdos (50 % machos y 50 % hembras) de $25,1 \pm 0,42$ kg PV, distribuidos en 24 cuadras de 4 animales cada una. Todos los animales fueron sacrificados con $120,7 \pm 6,92$ kg PV. Se utilizó un diseño al azar con 4 tratamientos experimentales ordenados factorialmente en función de la genética paterna (Defi+® vs Duroc) y el sexo (machos castrados vs hembras enteras). La unidad experimental estuvo formada por 4 cerdos alojados conjuntamente. Todos los animales fueron pesados individualmente, y se registró el consumo de pienso por box para calcular los rendimientos productivos (crecimiento, consumo e índice de conversión). Se determinó la calidad de la canal en matadero, tomando el peso de la canal (con cabeza), el espesor graso a la altura del P2 (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y del músculo *Gluteus medius* (GM) en la parte de menor espesor graso. Asimismo, se midió con cinta métrica la longitud de la canal (LC) medida desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la parte anterior de la primera costilla, la longitud del jamón (LJ) medida desde el centro de la articulación tarso-metatarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana y el perímetro del jamón (PJ) por la parte más ancha del jamón en todas las medias canales izquierdas. Asimismo, se determinó el índice de compacidad de los jamones (ICO), calculado como la división entre el perímetro y la longitud de cada pieza. Tras el despiece se pesaron todos los jamones, paletas y lomos. Para determinar el rendimiento de los jamones (J) y paletas (P) se sumó el peso de las piezas cárnicas de cada lado y dicha suma se relacionó con el peso de su correspondiente canal. Por último, se tomaron 300 g del cabecero de lomo para el análisis de la composición química de la carne tomando como referencia los Métodos Oficiales de Análisis (BOE 29/8/1979) y las Normas Internacionales ISO. El porcentaje de humedad (H) se determinó por desecación (ISO R-1442), el porcentaje de proteína (P) por el método Kjeldhal (ISO 937-1978) y el porcentaje de grasa intramuscular (G) según el método Soxhlet (ISO 1443-1973). Asimismo, el color de la carne se midió instrumentalmente utilizando un espectrocolorímetro (Minolta, modelo CM-2002; Osaka, Japón) (λ : 400-700 nm, $\Delta\lambda$: 10 nm, D65, 10°). El color se expresó mediante un sistema de coordenadas de color L* (claridad), a* (índice de rojo), b* (índice de amarillo) (CIE, 1976). Se tomaron para cada una de las muestras un total de 5 lecturas espectrales en las diferentes partes del músculo utilizando diferentes orientaciones instrumentales. Las lecturas de color se tomaron tras cortar el filete (24 h post-sacrificio) y dejar airear la superficie de corte durante 1 hora a 4 °C (Renner et al., 1996). La fuerza máxima de corte de la carne cocinada se determinó con la sonda Warner-Bratzler (Honickel, 1998) y el área del músculo (área lomo), área de vetas y número

de vetas de grasa intramuscular se determinó por duplicado mediante la técnica de análisis de imagen con el software Optimas 6,5 (Cibernética de Medios de comunicación, E.E.U.U). Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños al azar y el modelo incluyó la genética paterna, el sexo y sus interacciones como efectos principales. Los resultados de efecto de la genética paterna se presentan, como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el periodo global de cebo no se encontraron diferencias significativas entre las genéticas paternas para ninguno de los parámetros productivos (Tabla 1). Los cerdos cruzados con la raza Duroc mostraron mayor espesor graso a nivel del músculo *Gluteus medius* (P=0,03) que los cerdos cruzados con Defi+®, sin encontrarse diferencias a nivel del P2 (Tabla 2). Del mismo modo, los cerdos con genética Duroc mostraron un menor rendimiento de los jamones, lomo y del total de piezas nobles que los cerdos con genética Defi+® (P<0,05). Asimismo, el índice de compacidad de los jamones fue mayor en los cerdos cruzados con Defi+® (P=0,01).

Tabla 1. Efecto de la genética paterna sobre la productividad.

Variables ⁴	Cebo (25-120 kg PV; 68-174 d/v)		
	GMD, g/d	CMD, g/d	IC, g/d
Defi+®	891	2227	2,50
Duroc	911	2273	2,50
EEM ¹	12,9	46,2	0,03
Probabilidad ^{2,3}			
Padre	NS	NS	NS
Sexo	<0,001	<0,001	NS

¹ Error Estándar de la Media (n=12). ² NS = No Significativo (P>0,10). ³ No se encontraron interacciones significativas

⁴ GMD: Ganancia Media Diaria ⁴ CMD: Consumo Medio Diario ⁴ IC: Índice de Conversión

Tabla 2. Efecto de la genética paterna sobre la calidad de la canal.

variables ⁴	P2,	GM,	Canal,	J,	P,	L,	PN,	LC,	LJ,	PJ,	ICO
	cm	cm	%	%	%	%	%	cm	cm	cm	
Defi+®	3,3	1,7	77,2	25,7	14,9	7,1	47,9	82,4	48,1	72,7	1,51
Duroc	3,4	2,0	76,3	25,2	14,7	6,7	46,4	83,2	48,9	71,8	1,47
EEM ¹	0,11	0,11	0,20	0,15	0,12	0,08	0,43	0,44	0,32	0,41	0,01
Probabilidad ^{2,3}											
Padre	NS	0,03	NS	0,02	NS	<0,01	0,03	NS	0,09	NS	0,01
Sexo	<0,01	0,02	NS	<0,01	NS	<0,001	0,02	NS	NS	0,03	NS

¹ Error Estándar de la Media (n=12). ² NS = No Significativo (P>0,10). ³ No se encontraron interacciones significativas.

⁴ P2: Espesor Graso entre la 3ª y 4ª últimas costillas; GM: *Gluteus medius*; J: Rendimiento Jamones; P: Rendimiento Paletas; L: Rendimiento Lomo; PN: Rendimiento Piezas Nobles; LC: Longitud Canal; LJ: Longitud Jamón; PJ: Perímetro Jamón; ICO: Índice Compacidad.

Los cerdos con genética Duroc obtuvieron menor área de lomo (P=0,03) y un mayor área de vetas (P=0,01) que los cerdos con genética Defi+®, aunque en contra de lo esperado, este mayor número de vetas no supuso un mayor contenido en grasa intramuscular en el lomo. Igualmente no se observaron diferencias significativas entre las genéticas paternas para el color de la carne (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la genética paterna sobre la calidad de la carne.

Variables ⁴	H, %	P, %	G, %	Color			Fuerza Corte, kg	Á. lomo, cm ²	nº vetas	Área vetas, cm ²
				L*	a*	b*				
Defi+®	69,94	22,72	5,01	52,54	1,60	10,70	5,53	58,5	272	5,43
Duroc	69,37	22,74	5,60	52,18	1,37	10,66	5,56	53,6	303	6,94
EEM ¹	0,30	0,17	0,36	0,81	0,26	0,27	0,20	1,51	29,9	0,40
Probabilidad ^{2,3}										
Padre	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,03	NS	0,01
Sexo	NS	<0,001	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,02

¹ Error Estándar de la Media (n=24). ² NS = No Significativo (P>0,10). ³ No se encontraron interacciones significativas.

⁴ H: Porcentaje Humedad; P: Porcentaje Proteína; G: Porcentaje Grasa Intramuscular; A.lomo: Área Lomo.

Se concluye que el efecto positivo sobre la calidad de la carne de la genética Youna® puede verse favorecido por el cruce con un macho finalizador de la raza Defi+® al mejorar el rendimiento de las piezas nobles sin perjudicar el contenido en grasa intramuscular respecto al cruce de la raza Youna® con la raza Duroc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis (17th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, EE.UU.
- Honikel, K. O. 1998. *Reference methods for the assesment of physical characteristics of meat*. Meat Science, 49, 447-457.
- Renerre, M., Dumont, F., Gatallier, P. 1996. Meat Science, 43, 111-121.
- Touraille, C., Monin, G., Legault, C. 1989. Meat Sci. 25: 177.

Agradecimientos: Ensayo ejecutado dentro de un Proyecto de Investigación Industrial Concertada financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (IDI-2007-0056), el Gobierno de Navarra (3453/2007) y el MITYC (FIT-060000-2006-52).

EFFECT OF BOARS ON PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT QUALITY OF EUROPEAN – CHINESE CROSSBREED

ABSTRACT

The use of European-chinese Youna® dams improves the productivity of sows and the quality of meat. A total of 96 European-chinese crossbred pigs was used to study the effect of boar breed (Defi+® vs Duroc), sex (castrated males vs females), and their interaction on performance and carcass and fresh meat quality. All pigs were sacrificed with an average live weight of 120.7 kg. Each treatment was replicated 6 times, and the experimental unit was formed by 4 animals allocated in a pen. No significant interactions were found. The boar breed did not affect the performance during all the fattening period. Further, Duroc x Youna® pigs showed similar backfat and intramuscular fat than Defi+® x Youna® pigs. However, Duroc x Youna® pigs had lower trimmed ham, loin, and primal cuts yield and loin area than Defi+® x Youna® pigs (P<0.05). Therefore, the use of Defi+® breed was better than the use of Duroc breed for mating European-chinese Youna® dams because an increase in primal cuts yield without a decrease in intramuscular fat content was observed.

Keywords: Chinese crossbred, carcass, meat quality.

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LA CANAL DE CORDEROS CON BASE EN SUS MEDIDAS Y COMPOSICIÓN DE LOS CORTES

Galvani¹, D.B., Pires, C.C., Wommer, T.P., Oliveira, F., Griebler, L. y Santos, M.V.
¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. dbg@mail.ufsm.br

INTRODUCCIÓN

Las proporciones de músculos, huesos y grasa en la canal son características de gran importancia para clasificación y valoración del producto cárnico, y por lo tanto han sido ampliamente estudiadas en numerosos trabajos (Díaz et al., 2006; Galvani et al., 2008). Sin embargo, debido a las dificultades asociadas a los proceso de disección, la composición física de la canal ha sido muchas veces estimada subjetivamente, o representada por la composición de cortes individuales, siendo la costilla el corte que tiene presentado los mejores resultados (Silva y Pires, 2000). En bovinos, Hankins y Howe (1946) propusieron el uso de una sección tomada de la región de las costillas para estimar la composición de la canal, pero ningún procedimiento semejante fue intentado con éxito para la especie ovina. Además, considerando que las medidas de la canal son correlacionadas con su composición (Silva y Pires, 2000), éstas podrían ser usadas alternativamente para predecir los porcentajes de cada tejido.

Así, el objetivo de este trabajo fue establecer las relaciones entre la composición de la canal y aquella de sus cortes, e intentar el uso de algunas de sus medidas como forma de elevar la precisión y exactitud de las predicciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo fue conducido en el Sector de Ovinos de la Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situada en la ciudad de Santa Maria (29°43' S, 53°42' W, 95 m a.n.m), RS, Brasil. Fueron usados 30 corderos mestizos Texel × Ile de France, los cuales fueron destetados a los 42 días de edad con un peso promedio de 15,9 ± 2,1 kg, tratados contra parásitos internos y entonces alojados individualmente. Los animales fueron alimentados *ad libitum* durante diez días, tras lo cual 5 corderos fueron aleatoriamente sorteados y sacrificados. Quince corderos fueron entonces alimentados hasta alcanzar 25, 30 o 35 kg de peso corporal, siendo los 10 remanentes asignados a dos niveles de alimentación, correspondientes a 70 y 55% del consumo *ad libitum*. Estos últimos fueron sacrificados conjuntamente con los animales del grupo sacrificado a los 35 kg. La dieta estaba compuesta por 55% de ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), 20,7% de maíz, 23,2% de harina de soja, 0,85% de carbonato de calcio y 0,25% de sal, y la oferta de alimento fue hecha dos veces al día (8 y 16 horas). Los corderos fueron sacrificados tras un periodo de ayuno de 16 horas, siendo aturdidos con uso de descarga eléctrica y sacrificados por sangría. Después del sacrificio las canales fueron refrigeradas a la temperatura de 2 °C durante 24 horas, tras las cuales fueron pesadas y tomadas algunas medidas. La anchura de grupa (mayor distancia entre los trocánteres de ambos fémures) fue medida posicionando las articulaciones tarso-metatarsianas a una distancia de 17 cm. A continuación, cada canal fue seccionada, en su longitud, en dos mitades iguales, y en la mitad izquierda se tomaron la longitud de la canal (distancia entre el borde de la sínfisis isquio-pubiana y la porción media de la primera costilla); la longitud de la pierna (distancia entre la sínfisis isquio-pubiana y la superficie articular tarso-metatarsiana); la anchura de la pierna (mayor distancia entre los bordes interno y externo de la pierna); la profundidad de la pierna (mayor distancia entre los bordes anterior y posterior de la pierna); la profundidad del pecho (mayor distancia entre el esternón y el dorso de la canal); y el perímetro de la pierna (tomado en su parte más amplia). La mitad derecha fue entonces separada en 4 cortes (pierna, espalda, costillar y cuello) según Osório et al. (1998). Del costillar fue tomada una sección comprendida entre la 9^a, 10^a y 11^a costillas, siendo estas posteriormente cortadas transversalmente, en la posición correspondiente a 63.5% de la longitud de la 11^a costilla. Cada corte fue entonces disecado en músculos, huesos y grasa total. La composición total del costillar consideró también la composición de la sección. La composición física de cada región de la canal (Galvani et al., 2008) y sus medidas fueron usadas para predecir la composición total de la canal. El consumo de alimento y las ganancias diarias de peso fueron también tomadas como posibles variables en los modelos. Los análisis fueron

realizados usando el procedimiento REG (selección STEPWISE) del programa estadístico SAS (Statistical Analysis Systems, Inst. Inc., Cary, NC), adoptando el nivel de 5% de significancia para admisión de cualquier variable en los modelos. Cuando más de un modelo fue disponible, la selección de modelos fue basada primeramente en el valor de la estadística C_p de Mallows (1973), y después en los coeficientes de determinación de las ecuaciones. Además algunos coeficientes de correlación fueron también obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las proporciones de cada tejido en los cortes, incluyendo aquella de la sección tomada entre la 9, 10 y 11ª costillas, fueron significativamente ($P < 0,01$) correlacionadas con la composición total de la canal y los mayores coeficientes fueron obtenidos para la costilla ($r = 0,94, 0,95$ y $0,98$, respectivamente para músculo, hueso y grasa), seguida de la pierna ($r = 0,85, 0,95$ y $0,95$, respectivamente para músculo, hueso y grasa). Así, con el intento de obtener ecuaciones simples para predecir la composición de la canal, primeramente fueron usados solamente los datos de la composición individual de cada corte. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Las ecuaciones de predicción de la composición de la canal basadas en la composición de la pierna y de la espalda presentaron interceptos no diferentes de cero ($P > 0,05$), por lo que éstos fueron sacados de los modelos. Estas ecuaciones fueron las que presentaron los mayores coeficientes de determinación, pero los más elevadas desviaciones estándar (DE) de las ecuaciones de la espalda, en comparación con aquellos de la pierna, indican una cierta inexactitud o una más baja exactitud en predecir la composición de la canal. En contrapartida, el coeficiente de regresión de la ecuación de predicción de la porcentaje de músculo de la canal en función de la constitución de la espalda fue estadísticamente igual a uno ($P > 0,05$), sugiriendo que la proporción de músculo de este corte puede directamente ser usada para representar la porcentaje de músculo en la canal. Por otro lado, las ecuaciones basadas en la composición de la costilla presentaron las menores DE y, por consiguiente, son útiles para predecir la composición de la canal con mayor exactitud, aunque la pierna fue mejor para predecir la proporción de hueso. Estos resultados posiblemente están asociados al ritmo de crecimiento de los tejidos en la costilla que, según Galvani et al. (2008), es bastante similar al de los tejidos en la canal como un todo. También Silva y Pires (2000) observaron que la costilla es el corte que mejor representa la canal, no obstante Díaz et al. (2006) concluyeron que la composición de la canal puede aún ser predicha con base en la pierna.

Las ecuaciones basadas en la composición de la sección hecha entre la 9, 10 y 11ª costillas, aunque significativas ($P < 0,001$), no fueron muy precisas para predecir los porcentajes de músculos y huesos de la canal, pero presentaron mayor precisión y exactitud para predecir el porcentaje de grasa. Cuando se han intentado los modelos múltiples, hubo una pequeña mejora en la precisión y exactitud de las nuevas ecuaciones basadas en la sección del costillar, mientras estas fueron muy complejas y poco prácticas. En este sentido, solo la ecuación de predicción del músculo de la canal en función de su proporción en la pierna (Ecuación [1], $r^2 = 0,92$, $DE = 0,75$), así como aquella para predicción de la proporción de huesos a partir de la espalda (Ecuación [2], $r^2 = 0,95$, $DE = 0,56$) vieron su exactitud mejorada por la inclusión de más variables en los modelos:

$$\text{Músculo de la canal (\%)} = 33,5169 (\pm 2,51) - 1,9621 (\pm 0,31) \times \text{peso de la pierna (kg)} + 0,0072 (\pm 0,00049) \times \text{músculo de la pierna}^2 (\%); \quad [1]$$

$$\text{Hueso de la canal (\%)} = 54,8633 (\pm 18,16) + 0,7220 (\pm 0,067) \times \text{hueso de la espalda (\%)} - 3,8901 (\pm 1,55) \times \text{anchura de grupa (cm)} + 0,0741 (\pm 0,033) \times \text{anchura de grupa}^2 (\text{cm}). \quad [2]$$

Aunque correlacionadas con el peso de la canal y, por lo tanto, con sus proporciones de cada tejido, ninguna otra medida de la canal fue útil para mejorar las estimaciones. Por fin, nuestros resultados corroboran aquellos de Silva y Pires (2000), de que la costilla es el corte que mejor estima la composición de la canal. No obstante, la pierna también representa la canal con gran exactitud y debido a su facilidad de disección puede ser recomendada para predecir su composición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Díaz, M. T., Fuente, J., Pérez, C., Lauzurica, S., Alvarez, I., Huidobro, F. R., Velasco, S. y Cañeque, V. 2006. *Small Rumin. Res.* 64:126-132. •Galvani, D. B., Pires, C. C., Wommer, T. P., Oliveira, F., Bolzan, A. M. S. y François, P. 2008. *Cienc. Rural.* 38:1711-1717. •Hankins, O. G. y Howe, P. E. 1946. *Tech. Bull.* No. 26. USDA, Washington, DC. •Mallows, C. L. 1973. *Technometrics* 15:661-675. •Osório, J. C. S., Osório, M. T. M., Jardim, P. O., Pimentel, M., Pouey, J. L., Lüder, W. E., •Cardellino, R. A., Oliveira, N. M., Borba, M. F., Motta, L. y Esteves, R. 1998. *Métodos para avaliação da produção de carne ovina*, UFPEL, Pelotas, 98p. •Silva, L. F. y Pires, C. C. 2000. *R. Bras. Zootec.* 29:1253-1260.

Tabla 1 – Ecuaciones para estimar la composición física de la canal con base en la composición de sus cortes

Ecuación de regresión	r ²	DE ^a
<i>Músculo de la canal (%)</i>		
$\hat{Y} = 0,9276 (\pm 0,0032) \times \text{Músculo de la pierna } (\%)$	0,99	1,19
$\hat{Y} = 0,9974 (\pm 0,0038) \times \text{Músculo de la espalda } (\%)$	0,99	1,31
$\hat{Y} = 19,8425 (\pm 3,49) + 0,7285 (\pm 0,056) \times \text{Músculo de la costilla } (\%)$	0,87	0,91
$\hat{Y} = 41,7998 (\pm 3,39) + 0,4171 (\pm 0,061) \times \text{Músculo del cuello } (\%)$	0,64	1,48
$\hat{Y} = 37,8235 (\pm 0,45) + 0,4467 (\pm 0,074) \times \text{Músculo de la sección } (\%)$	0,62	1,61
<i>Hueso de la canal (%)</i>		
$\hat{Y} = 1,0216 (\pm 0,0066) \times \text{Hueso de la pierna } (\%)$	0,99	0,69
$\hat{Y} = 0,9551 (\pm 0,0076) \times \text{Hueso de la espalda } (\%)$	0,99	0,83
$\hat{Y} = 4,0335 (\pm 0,96) + 0,8015 (\pm 0,049) \times \text{Hueso de la costilla } (\%)$	0,90	0,74
$\hat{Y} = 7,4524 (\pm 1,55) + 0,5997 (\pm 0,076) \times \text{Hueso del cuello } (\%)$	0,69	1,33
$\hat{Y} = 9,0577 (\pm 0,46) + 0,4644 (\pm 0,13) \times \text{Hueso de la sección } (\%)$	0,34	1,93
<i>Grasa de la canal (%)</i>		
$\hat{Y} = 1,4419 (\pm 0,018) \times \text{Grasa de la pierna } (\%)$	0,99	1,13
$\hat{Y} = 1,0777 (\pm 0,020) \times \text{Grasa de la espalda } (\%)$	0,99	1,62
$\hat{Y} = 19,8425 (\pm 3,49) + 0,7285 (\pm 0,056) \times \text{Grasa de la costilla } (\%)$	0,97	0,65
$\hat{Y} = 2,3009 (\pm 1,21) + 0,5441 (\pm 0,047) \times \text{Grasa del cuello } (\%)$	0,83	1,70
$\hat{Y} = 4,8401 (\pm 0,88) + 0,6295 (\pm 0,048) \times \text{Grasa de la sección } (\%)$	0,87	1,49

^a Desvío estándar

PREDICTING CARCASS COMPOSITION OF LAMBS FROM THE COMPOSITION OF INDIVIDUAL CUTS AND CARCASS MEASUREMENTS

ABSTRACT. Thirty Texel × Ile de France crossbred noncastrated male lambs were used in a fully randomized trial aiming establish the relationships between total carcass composition and the composition of individual cuts. Animals were allocated in individual install and after ten days of an experimental adaptation period, five lambs were slaughtered. Fifteen lambs were fed *ad libitum* and slaughtered at 25, 30 or 35 kg of BW, and the remaining 10 lambs were then assigned randomly to two levels of dry matter intake, either 70 or 55% of the *ad libitum* intake, and were slaughtered concomitantly with lambs slaughtered at 35 kg of BW. Carcasses were chilled at 2°C for 24 h, weighed, measured, and the right-half carcass was divided into shoulder, neck, rib and leg. Each cut was then dissected into muscle, bone, and total fat. The proportions of each tissue in the carcass were highly correlated ($P < 0,01$) with their proportions in all cuts. However, the best regression equations to estimate carcass composition were those based on the rib and leg compositions. Carcass measurements improved the accuracy of estimative just for prediction of muscle from leg, and for bone from shoulder. Although rib seems to be the more appropriated cut to estimate carcass compositions, we recommend the use of leg because it is more easily dissected.

Keywords: fat, leg, multiple equations, rib.

TRANSPORTE DE CORDEROS LECHALES: EFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO Y LA DENSIDAD SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Sánchez, M^{1.}, De la Fuente, J^{2.}, González De Chávarri, E^{2.}, Lauzurica, S^{2.}, Pérez, C^{2.}, Vaquero, M^{1.}, Vieira, C^{1.} y Díaz, M.T^{3.} ita-sansanma@itacyl.es

¹Consejería de Agricultura y Ganadería de Castilla y León. Instituto Tecnológico Agrario. Estación Tecnológica de la Carne, 37770 Guijuelo, Salamanca

²Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, 28040 Madrid.

³Departamento de Tecnología de los Alimentos, INIA, 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

El transporte animal es una fase importante y necesaria dentro de los sistemas de producción actuales. Durante el transporte al matadero, los animales se ven expuestos a multitud de factores ambientales que pueden influir sobre su bienestar. Así, la temperatura es uno de los principales factores que van a afectar al bienestar de los animales, pudiendo provocar una respuesta de estrés en los mismos, que producirá por un lado una reducción del bienestar del animal (y en el caso más extremo la muerte), y por el otro la disminución de la calidad de la canal (Warriss, 1990) y de carne (Tarrant y Grandin, 2000). En España hay grandes variaciones térmicas entre estaciones así como entre regiones. La densidad animal es uno de los factores que más influyen en el bienestar (Hall y Bradshaw, 1998), y la densidad óptima de transporte puede variar según las condiciones ambientales. El impacto que el transporte tiene sobre los animales se puede minimizar asegurando que las condiciones del mismo sean las mejores posibles (Warriss, 1998a). El objetivo del presente trabajo ha sido conocer estas condiciones, mediante la evaluación del efecto de la época del transporte (invierno y verano) y de la densidad animal (0,08 m²/animal, 0,12 m²/animal y 0,20 m²/animal) sobre parámetros de calidad de la canal de corderos lechales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó el efecto de la época del transporte (invierno y verano) y de la densidad animal (0,08 m²/animal, 0,12 m²/animal y 0,20 m²/animal) sobre parámetros de calidad de la canal de corderos lechales. Para ello, se utilizaron 72 corderos lechales de raza Lacaune, procedentes de la misma explotación, de peso vivo comprendido entre 12-14 kg, repartidos equitativamente y al azar en los grupos experimentales. Se realizaron un total de 4 transportes a matadero: dos transportes en invierno y dos en verano, en cada uno de los cuales se transportaron animales bajo las tres densidades indicadas. La duración aproximada de cada transporte fue de 3 horas. El tiempo de espera en matadero no fue nunca superior a 1 hora.

A su llegada al matadero, los corderos fueron pesados obteniéndose el peso vivo (PVS). Inmediatamente después del sacrificio, se determinó el peso de la canal caliente (PCC), el peso del hígado y del bazo. Las medidas de pH de la canal se realizaron en el *M. longissimus* (LD), mediante un pHmetro con electrodo de punción, en los siguientes tiempos tras el sacrificio: tiempo 0, a los 45 minutos, a las 3 horas y a las 24 horas. Tras las 24 horas de oreo se determinó también el peso de la canal fría (PCF).

Para el análisis estadístico de los datos, se realizó un análisis de varianza, en un modelo que incluyó los efectos fijos de época de transporte, densidad animal y su interacción (Statgraphics Plus V.5.1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta el efecto de la época del transporte y de la densidad animal, sobre los parámetros de calidad de canal de los corderos analizados. Como se puede apreciar, la densidad de transporte no mostró un efecto estadísticamente significativo sobre los parámetros de calidad de canal. El PVS y el peso del bazo no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto a la época del transporte. El PCC, PCF, rendimiento a la canal, pérdidas por oreo y peso del hígado, estuvieron afectados por la época en la que se realizó el transporte, mostrando los corderos transportados en verano menores PCC, PCF y

pérdidas por oreo. El peso del hígado estuvo también afectado por la época, siendo inferior en los animales transportados en verano ($p < 0,001$), posiblemente debido a que estos animales se encontraron más estresados, mostrando una mayor movilización de las reservas (Warris, 1990). Además, para el rendimiento de la canal, se observó una interacción estadísticamente significativa entre la época del año y la densidad del transporte, obteniéndose unos valores de 43,01 y 45,78 para la densidad alta; 43,91 y 43,93 para la media y 43,08 y 44,15 para la baja (en el transporte de invierno y de verano respectivamente). Los rendimientos más altos se han obtenido en los corderos transportados en verano, siendo estos mayores para los transportados en densidad alta, probablemente debido a una mayor deshidratación de los mismos. Sin embargo, nuestros resultados han sido diferentes a los de Gonsálvez et al. (2006) que, en cerdos, no observaron diferencias significativas en el rendimiento según la época del año. Sin embargo, Muller Haye et al. (1973) encontraron que el rendimiento de la canal y las pérdidas de peso vivo estuvieron relacionados con la duración del transporte y el espacio disponible para cada animal.

Tabla 1. Parámetros de calidad de la canal.

	Época (E)		Densidad (De)			Significación			
	Invierno	Verano	0,08m ² /a	0,12m ² /a	0,20m ² /a	ESM	E	De	E*De
PVS(Kg)	13,08	12,48	13,12	12,77	12,46	0,62	NS	NS	NS
PCC (Kg)	7,42	6,91	7,30	7,20	7,99	0,49	*	NS	NS
PCF (Kg)	7,23	6,81	7,15	7,07	6,85	0,48	*	NS	NS
Rendimiento (%)	43,33	44,62	44,39	43,62	43,92	0,71	**	NS	*
Pérdidas oreo (%)	2,52	1,43	2,04	1,88	2,00	0,58	***	NS	NS
Peso hígado (g)	359,6	311,5	339,3	345,2	322,1	3,76	***	NS	NS
Peso bazo (g)	40,53	39,12	39,48	38,70	41,30	1,53	NS	NS	NS

Significación: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS: no significativo ($p > 0,05$);

Rendimiento (%) = $((PVS - PCC) / PVS) \times 100$; Pérdidas oreo (%) = $(PCC - PCF) / PCC \times 100$.

Tabla 2. pH de la canal.

	Época (E)		Densidad (De)			Significación			
	Invierno	Verano	0,08m ² /a	0,12m ² /a	0,20m ² /a	ESM	E	De	E*De
pH 0h.	6,67	6,89	6,77	6,77	6,80	0,23	***	NS	NS
pH 45min.	6,46	6,47	6,49	6,45	6,47	0,23	NS	NS	NS
pH 3h.	6,16	6,17	6,09	6,21	6,19	0,71	NS	NS	NS
pH 24h.	5,68	5,72	5,70	5,71	5,70	0,24	NS	NS	NS
Variación									
0-45	0,20	0,41	0,28	0,32	0,32	0,25	***	NS	NS
0-3	0,51	0,72	0,67	0,56	0,61	0,23	***	NS	NS
0-24	0,98	1,32	1,31	1,06	1,10	0,44	*	NS	NS
45-3	0,30	0,31	0,39	0,23	0,29	0,26	NS	NS	NS
3-24	0,48	0,60	0,63	0,50	0,49	0,44	NS	NS	NS

Significación: *** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; NS: no significativo ($p > 0,05$).

En la tabla 2 se muestran los datos de pH de la canal. La interacción entre la época y la densidad de transporte no ha sido significativa en ningún caso ($p > 0,05$). El pH muscular no se vio afectado por la densidad de transporte, sin embargo, estuvo afectado por la época del año en la que se realizó. El pH inmediatamente después del sacrificio (0h) fue superior en los animales transportados en verano, aunque en los valores de pH final no se encontraron

diferencias significativas, estando todos ellos dentro de la normalidad. Estos mismos resultados fueron encontrados por De la Fuente (2003) en conejos. En cambio, Mach et al. (2008) encontraron que la estación del año no afectó al pH final (24 h) en ganado vacuno. En cuanto a la caída de pH, fue significativamente mayor para los animales transportados en verano que para aquellos transportados en invierno, sobre todo en las primeras horas tras el sacrificio. Es posible que los animales sufran más durante el verano, tal y como indica Warriss (1998b), que en cerdos encontró mayor porcentaje de mortalidad en los meses más cálidos. Posiblemente, los animales transportados en verano se encontraron más estresados, mostrando una mayor deshidratación y una mayor movilización de las reservas, que afectó al peso del hígado, al rendimiento, a las pérdidas por refrigeración y que provocó un pH inicial más elevado, aunque los valores finales de pH no se vieron afectados.

Agradecimientos. Financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia. Proyecto INIA RTA2005-00069. Por su colaboración a Cristina Otero Hernando y a Gabriel Antonio de la Iglesia Polo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•De la Fuente, J. 2003. Bienestar animal en el transporte de conejos a matadero. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España. •Gonsálvez, L.F., Averós, X., Valdevira, J.J., Herranz, A. 2006. Influence of season, distance and mixed loads on the physical and carcass integrity of pigs transported to slaughter. *Meat Science* 73: 553-558. •Hall, S.J.G and Bradshaw, R.H. 1998. Welfare aspects of transport by road of sheep and pigs. *Journal Applied of Animal Welfare Science* 1: 235-254. •Mach, N., Bach, A., Velarde, A., Devant, M., 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* 78: 232-238. •Muller Haye, B., González, C., Navas, J. 1973. El transporte de cerdos industriales en el país. *Agronomía tropical* 23: 601-611. •Tarrant, P.V. y Grandin, T. 2000. Cattle transport. In: *Livestock handling and transport*. 2ª ed (ed T. Grandin). CAB international, Wallingford, UK. pp. 151-173. •Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 28: 171-178. •Warriss, P. D. 1998a. Choosing appropriate space allowance for slaughter pigs transported by road. a review. *The Veterinary Record*. 142: 449-454. •Warriss, P. D. 1998b. The welfare of slaughter pigs during transport. *Animal Welfare* 7: 365-381.

TRANSPORT OF SUCKLING LAMBS: EFFECT OF SEASON AND STOCKING DENSITY ON CARCASS CHARACTERISTICS

ABSTRACT. Animal transport is an important phase in the production chain, where animals are exposed to some environmental factors that have adverse effects on animal welfare. Temperature and stocking density are important factors that could influence animal welfare and produce a decrease on carcass and meat quality. Impact of transport on animals could be diminished optimising transport conditions. Trying to know the best conditions, the effect of season (winter and summer) and stocking density (0.08 m²/animal, 0.12 m²/animal y 0.20 m²/animal) was study. The experiment was performed using 72 Lacaune suckling lambs slaughtered at 12 -14 kg of live weight. Four journeys of 3 hours were carried out, 2 on winter and 2 on summer. In each transport, lambs were randomly distributed in the three stocking densities. Live weight, hot and cold carcass weight and also liver and spleen weights were recorded. Carcass pH was measured on *M. longissimus* at 0, 45', 3 and 24 hours after slaughter. Data were statistically analyzed using the ANOVA procedure. Lambs transported on summer, had a lower hot and cold carcass weight, drip loss and liver weight, probably due to a mobilization of their body energy reserves due to a higher stress. It was find an interaction between season and stocking density on carcass yield. Those values were higher on lambs transported on summer. Although final pH values were normally, initial pH was higher on animals transport on summer, probably due to a higher stress of them.

Keywords: transport, density, season, carcass quality, suckling lamb.

EFFECTO DEL TIPO DE CARRETERA SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL EN CORDEROS TIPO TERNASCO

Monge P., Miranda G., Chacón G., García S., Alierta S., Villarroel M. y María G.A.

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

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de carne ovina se inicia en la granja y termina en la mesa del consumidor. Su cadena logística comprende eslabones que por su brevedad y riesgo potencial constituyen puntos críticos que pueden poner en riesgo el bienestar animal y la calidad del producto final. El transporte es uno de los puntos más críticos de esta cadena, tanto por ser una fuente de múltiples estresores como por tratarse de un proceso muy visible al consumidor (Appleby et al. 2008). Un transporte mal realizado puede poner en riesgo en pocas horas el trabajo realizado por los ganaderos durante meses (*Grandin 2007*). La novedad del ambiente, la vibración y movimientos del vehículo, calidad del ambiente, la densidad, el tipo de carretera y modo de conducción, son algunos de los factores que deben tener en consideración cuando se pretende optimizar la cadena logística subyacente (*Gregory 2007*). El objetivo de este estudio es analizar efecto de la vibración y los movimientos del vehículo derivados del tipo de carretera sobre las variables fisiológicas de bienestar animal en corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre un total de 48 corderos tipo ternasco de 12,5 Kg ($\pm 1,64$) de peso canal y aproximadamente 100 días de edad. Las canales tuvieron un 61% de músculo, 13% de grasa y 21% de hueso. Los corderos fueron machos de raza Rasa Aragonesa. Los animales fueron transportados durante 90 minutos desde el centro de clasificación (tras 28 días de cebo) hasta el matadero. Se efectuaron dos repeticiones con 12 animales por tratamiento escogidos al azar. Se hicieron dos tratamientos según el tipo de vía (asfaltada o tierra). Se utilizó un acelerómetro triaxial unido a un data logger multicanal con el fin de registrar los movimientos del vehículo (Broom et al 1996). Los animales fueron sacrificados en un matadero homologado aproximadamente 30 minutos después descargados. En el momento del desangrado en matadero se tomaron dos muestras de sangre, con y sin anticoagulante. Se determinaron las siguientes variables respuesta: cortisol como indicador de actividad del eje corticotropo, glucosa y lactato como indicadores de gasto energético que implica la respuesta de estrés, la actividad de la enzima creatinina kinasa (CK), como indicador de actividad y posible daño muscular. El cortisol se determinó por medio de un kit comercial (CTRIA-1125) y los demás parámetros se analizaron por medio de un multianalizador Technicon Analyser (RA-500). Se determinaron los indicadores hematológicos hematocrito, recuento globular y ratio neutrófilo:linfocitario (N:L). Se estimaron los estadísticos descriptivos y se analizó el efecto de los tratamientos mediante la técnica de mínimos cuadrados. Se aplicó un modelo de efectos fijos incluyendo el factor de variación tipo de carretera con dos clases (tierra o asfalto).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El acelerómetro registró una mayor número de movimientos que superaban el umbral establecido por Broom et al 1996 ($p \leq 0.05$) en la carretera de baja calidad ($19,1 \pm 3.6$) que en la asfaltada de buena calidad (1.4 ± 0.44). En la Tabla 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados para las variables respuesta de estrés analizadas. Todos los parámetros plasmáticos analizados se vieron afectados por efecto del tipo de carretera. De las variables hematológicas sólo se vio afectado el ratio N:L. Los

niveles de cortisol fueron significativamente superiores en el lote que sufrió un mayor nivel de vibraciones y movimientos como consecuencia de la mala calidad de la carretera. La misma tendencia se observó para las restantes variables plasmáticas de bienestar animal analizadas. El ratio N:L que tradicionalmente es considerado un indicador de estrés crónico también se vio afectado en el mismo sentido. Sin embargo es difícil de asumir que este sea un efecto derivado del estrés agudo del transporte y posiblemente se trate de un efecto derivado del estrés crónico del cambio de ambiente y de manejo asociado al propio proceso de cebo en un centro de clasificación con mezcla social. Ello concuerda con otros resultados obtenidos por nuestro grupo cuando se analizó el efecto de la estancia en el cebadero sobre la respuesta de estrés. Los indicadores plasmáticos indican claramente que el bienestar animal de los corderos se ve comprometido como consecuencia del plan de ruta seguido para su transporte. Siendo el tipo de carretera y el modo de conducción elementos importantes cuando se organiza la logística que coordina las granjas, el centro de clasificación y el matadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Appleby M.C., Cussen V., Garcés L., Lambert L.A., Turner J. (2008). Long distance transport y welfare of faro animals. Ed. CABI Publishing.UK. Broom D. (1996). Journal Veterinary Journal 152:593-605. •Grandin T. (2007). Livestock handling y transport. Ed. CABI Publishing. UK. Gregory N.G. (2007). Animal Welfare y Meat Production. CABI Publishing.UK.

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

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del tipo de carretera durante el transporte sobre los indicadores fisiológicos de bienestar animal.

Variable	Buena carretera	Mala carretera	P
Cortisol (ng ml ⁻¹)	8,79 \pm 1,4	12,99 \pm 1,12	**
Glucosa (mg/DL)	89,71 \pm 5,22	123,8 \pm 5,12	***
CK (UI L-1)	441 \pm 91	882 \pm 89	***
Lactato (mg/DL)	13,75 \pm 1,41	21,72 \pm 1,38	***
G. rojos (x10 ³)	10,98 \pm 0,29	10,07 \pm 0,29	*
G. blancos(x10 ³)	8,20 \pm 0,64	6,95 \pm 0,63	NS
Hemoglobina (g/dl)	11,54 \pm 0,31	10,76 \pm 0,30	NS
Hematocrito (%)	29,74 \pm 0,82	29,43 \pm 0,81	NS
Relación N:L	0,56 \pm 0,09	1,24 \pm 0,09	***

NS: no significativo; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

EFFECT OF TYPE OF ROAD ON ANIMAL WELFARE OF LIGHT LAMBS

ABSTRACT. Forty eight light lambs (12,5 Kg \pm 1,64 carcass weight) of Rasa Aragonesa breed were transported from the feed lot to the slaughterhouse using smooth roads (n=24) or rougher secondary roads (n=24). The journey lasted 2 h including two stops of about 5 minutes each. A triaxial accelerometer linked to a multichannel data logger. Lambs were slaughtered 30 minutes after unloading. Two blood samples were taken from all animals at debleeding to analyze the physiological welfare indicators cortisol, glucose, lactate, CK, red and white cell count and haematocrit. The least square analysis using a model including the fixed effect of type of road indicates a significant ($p \leq 0.01$) effect on all the variables analyzed. The lambs transported using rougher roads presented higher values of cortisol, glucose, lactate and CK. The results suggest that the type of road affects lamb's welfare and represent critical point to be considered in the logistic chain of the lamb production system.

Keywords: lamb, welfare, transport, type of road, logistic

EFFECTO DEL TIPO DE CARRETERA SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE EN CORDEROS TIPO TERNASCO

Monge P., Miranda G., Olleta J.L., Sañudo C., Muela E., Alierta S. y María G.A.

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

INTRODUCCIÓN

La moderna cadena logística de producción de corderos incluye centros de clasificación cooperativos que se encargan del acopio de los corderos de los ganaderos asociados para realizar la fase de cebo y su posterior comercialización bajo una marca de calidad certificada. Alcanzado el peso adecuado a la categoría los corderos son transportados al matadero, en muchos casos por diferentes tipos de carretera. La existencia de los estos centros asegura una mayor homogeneidad del producto, simplifica el manejo en las granjas de origen, resolviendo en parte el problema de escasez de mano de obra del sector. No obstante supone un cambio en la estructura de la cadena logística con nuevas fuentes de estrés y una exigencia de un mayor nivel de organización. Todo ello supone que todos los eslabones de la cadena funcionen correctamente ya que suponen puntos críticos que pueden poner en riesgo el bienestar animal y la calidad del producto final. El transporte es uno de los puntos más críticos de esta cadena, tanto por ser una fuente de múltiples estresores como por tratarse de un proceso muy visible al consumidor (Appleby et al. 2008). Un transporte mal realizado puede poner en riesgo en pocas horas el trabajo realizado por los ganaderos durante meses (Grandin 2000). La novedad del ambiente, la vibración y movimientos del vehículo, calidad del ambiente, la densidad, el tipo de carretera y modo de conducción, son algunos de los factores que deben tener en consideración cuando se pretende optimizar la cadena logística subyacente (Gregory y Grandin 2007). El objetivo de este estudio es analizar efecto de la vibración y los movimientos del vehículo derivados del tipo de carretera sobre las variables de calidad instrumental de la carne en corderos tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre un total de 48 corderos tipo ternasco de 12,5 Kg ($\pm 1,64$) de peso canal y aproximadamente 100 días de edad. Las canales tuvieron un 61% de músculo, 13% de grasa y 21% de hueso. Los corderos fueron machos de raza Rasa Aragonesa. Los animales fueron transportados durante 90 minutos desde el centro de clasificación (tras 28 días de cebo) hasta el matadero. Se efectuaron dos repeticiones con 12 animales por tratamiento escogidos al azar. Se hicieron dos tratamientos según el tipo de vía (asfaltada o tierra). Se utilizó un acelerómetro triaxial unido a un data logger multicanal con el fin de registrar los movimientos del vehículo (Broom et al 1996). Los animales fueron sacrificados en un matadero homologado aproximadamente 30 minutos después descargados. Se estimaron las variables respuesta asociadas a la textura, el color y el pH final de la carne. Sobre el músculo *L. dorsi* se analizaron el pH a las 24 horas *post mortem*, la capacidad de retención de agua, la textura por célula de compresión en crudo y por cizalla de Warner Bratzler (WB) en cocinado. El color se midió tras 24 horas de blooming determinando los parámetros L* (luminosidad), a* (rojo) y b* (amarillo) del sistema L*a*b* utilizando un colorímetro portátil CR-200b de Minolta®. La composición tisular se estimó por disección de la espalda. El tiempo de maduración fue de tres días. Se estimaron los estadísticos descriptivos y se analizó el efecto de los tratamientos mediante la técnica de mínimos cuadrados. Se aplicó un modelo de efectos fijos incluyendo el factor de variación tipo de carretera con dos clases (tierra o asfalto).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El acelerómetro registró una mayor número de movimientos que superaban el umbral establecido por Broom et al 1996 ($p \leq 0.05$) en la carretera de baja calidad ($19,1 \pm 3.6$) que en la asfaltada de buena calidad ($1,4 \pm 0.44$). En la Tabla 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados para las variables respuesta de calidad de carne analizadas. El pH último de la carne fue significativamente más elevado en los corderos sometidos a un mayor nivel de vibración y movimientos del vehículo. Estos corderos presentaron un mayor índice de hematomas. La textura se vio ligeramente afectada por el tipo de carretera. Cuando se analizó por medio de célula de compresión, la carne de corderos transportados por malas carreteras requirió una mayor compresión al 80% y estrés máximo ($p \leq 0,01$) que aquellos transportados por buenas carreteras. El color también se vio afectado por la calidad de la vía por la que se transportaron los corderos, presentando unos niveles de tono y saturación significativamente ($p \leq 0,001$) más elevados los que fueron conducidos por carreteras de mala calidad. Los indicadores de calidad de la carne indican que el bienestar animal de los corderos se ve comprometido como consecuencia del plan de ruta seguido para su transporte, afectando la calidad del producto cuando se lo evalúa instrumentalmente. No obstante si bien el pH se vio afectado, siempre se mantuvo dentro de unos rangos de carnes comercialmente aceptables en las condiciones de pago actuales que no tienen en consideración los componentes de bienestar animal de la calidad del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Appleby M.C., Cussen V., Garcés L., Lambert L.A., Turner J. (2008). Long distance transport y welfare of faro animals. Ed. CABI Publishing.UK. •Broom D. (1996). Journal Veterinary Journal 152:593-605. •Grandin T. (2007). Livestock handling y transport. Ed. CABI Publishing. UK. •Gregory N.G. (2007). Animal Welfare y Meat Production. CABI Publishing.UK.

EFFECT OF TYPE OF ROAD ON MEAT QUALITY OF LIGHT LAMBS

ABSTRACT. Forty eight light lambs (12,5 Kg $\pm 1,64$ carcass weight) of Rasa Aragonesa breed were transported from the feed lot to the slaughterhouse using smooth roads ($n=24$) or rougher secondary roads ($n=24$). The journey lasted 2 h including two stops of about 5 minutes each. A triaxial accelerometer linked to a multichannel data logger. Lambs were slaughtered 30 minutes after unloading. The meat quality traits analyzed were pH 24 h post mortem, water holding capacity, bruising score, meat texture analyzed by both compression and Warner Bratzler devices, and colour after 24 h blooming. The meat was aged for three days. The lambs transported using rougher roads presented higher values of meat pH and bruising and need higher values of compression at 80% and maximum stress. Colour was also affected with higher values of tone and saturation in the lambs transported by rougher roads. The results suggest that the type of road affects lamb's welfare assessed by meat quality traits, but within commercially accepted ranges. The type of road represents critical point to be considered in the logistic chain of the lamb production system.

Keywords: lamb, welfare, transport, meat quality, type of road, logistic

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del tipo de carretera durante el transporte sobre las variables de calidad instrumental de la carne de corderos transportados por dos tipos de carretera.

Variable	Buena carretera	Mala carretera	P
pH 24h	5,63 \pm 0,01	5,78 \pm 0,01	***
CRA	18,39 \pm 0,44	18,22 \pm 0,44	ns
Hematomas	0,13 \pm 0,14	0,41 \pm 0,14	*
<i>Textura evaluada por célula de compresión (N/cm²)</i>			
C20 N/cm ²	7,98 \pm 0,49	7,87 \pm 0,49	ns
C40 N/cm ²	19,46 \pm 1,18	17,45 \pm 1,18	ns
C60 N/cm ²	28,18 \pm 1,38	28,21 \pm 1,38	ns
C80 N/cm ²	34,26 \pm 1,83	42,40 \pm 1,83	**
Estrés máximo	43,66 \pm 2,14	55,92 \pm 2,14	**
<i>Textura evaluada por cizalla de Warner-Bratzler(Kg/cm²)</i>			
Carga máxima	5,48 \pm 0,30	4,84 \pm 0,29	ns
Dureza	1,90 \pm 0,11	1,53 \pm 0,11	*
Color CIELAB			
Luminosidad L*	38,62 \pm 0,33	37,51 \pm 0,33	*
Indice de rojo a*	10,95 \pm 0,23	11,03 \pm 0,23	ns
Indice de amarillo b*	6,31 \pm 0,20	10,81 \pm 0,20	***
Saturación	12,66 \pm 0,28	15,45 \pm 0,28	***
Tono	30,03 \pm 0,57	41,41 \pm 0,57	***

NS: no significativo; * $p \leq 0,05$; ** $\leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. C20: compresión 20%; C40: compresión 40%; C60: compresión 60%; C80: compresión 80%

Agradecimientos

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

ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES DE CARNE DE LECHAZO DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL

Revilla¹, I., Vivar-Quintana¹, A.M., Lurueña-Martínez, M.A., Palacios², C., Wilches³, D., Rovira³, J. y Jaime³, I.

¹Area de Tecnología de Alimentos, Universidad de Salamanca, E.P.S. de Zamora, Av. Requejo 33, 49022 Zamora. irevilla@usal.es.

²Area de Producción Animal. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Avda Filiberto Villalobos, 119, 37007 Salamanca.

³Area de Tecnología de Alimentos, Universidad de Burgos. Plaza Misael Bañuelos s/n. 09001 Burgos.

INTRODUCCION

A pesar de que el consumo mundial de carne ha aumentado, cada vez se cuestiona más la sostenibilidad ecológica y ética de la producción ganadera. Como respuesta, está ganando terreno a nivel internacional la producción ecológica ya que puede asentarse en zonas en las que los pastos mejoran la fertilidad del terreno, usando subproductos de las cosechas vegetales o incluso desechos de los recursos forestales y su industria lo que la convierte en una producción más sostenible (Kum, 2002). Además de la sostenibilidad, las encuestas revelan la creencia de los consumidores en el mejor sabor y salubridad de la carne ecológica (Farodyne, 1999). Aunque existe un número creciente de trabajos que comparan la producción de carne en condiciones ecológicas con la producción convencional, hay muy pocos estudios que se centren en la calidad nutricional y sensorial de la carne de cordero (Nurnberg et al., 2006, Palacios et al., 2008). Sin embargo, estos estudios muestran que el cordero de producción ecológica presenta mejores características sensoriales en términos de textura, jugosidad, aroma y apreciación global (Angood et al., 2007; Revilla et al., 2008). El aroma del cordero depende principalmente de la composición lipídica de la carne y como ésta depende de la dieta del animal el perfil de volátiles también se verá afectado por ella (Elmore et al., 2000) y por lo tanto también el aroma percibido por el consumidor (Sañudo et al., 2000). En producción ecológica es obligatorio que el 60% de la ración sea forraje mientras que en convencional se suele recurrir a concentrados, esta diferencia de alimentación es probable que cause diferencias en los compuestos volátiles de ambos grupos. Teniendo en cuenta todos estos factores, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición de la fracción volátil de la carne de lechazo para intentar establecer las diferencias tanto en volátiles presentes como en concentración de los mismos entre lechazos de producción ecológica y convencional e intentar relacionar estos compuestos con el perfil sensorial de la carne.

MATERIAL Y METODOS

Los animales que se utilizaron fueron 24 corderos lechazos alimentados exclusivamente a base de leche materna de raza Castellana (12 animales) y Churra (12) con 6 animales por sistema de producción (ecológico o convencional) todos ellos de la misma área geográfica (Sayago, Zamora). Los corderos ecológicos pasaban el día en los pastos con sus madres, cuya dieta a base de cebada fresca en consumo a diente se suplementó en un 30% de la ración con una mezcla certificada ecológica (17% avena, 13% cebada, 10% de semillas de girasol, 25% guisantes y 35% de forraje de alfalfa). Los corderos convencionales permanecieron en el establo donde sus madres fueron alimentadas con un concentrado comercial (18% de pulpa de remolacha, 26% de alfalfa, 22% de cebada, 12% maíz, 12% soja y 10% algodón). Los animales fueron sacrificados a los 11 ±0,5 Kg de peso vivo (20-25 días) en mataderos certificados por el Consejo de Agricultura Ecológica de Castilla y León (CAECYL). Las canales fueron enfriadas en condiciones comerciales a 4°C y 80% de HR durante 4 horas. Las canales llegaron al Laboratorio de Tecnología de Alimentos tras 3 días de maduración postsacrificio, donde se extrajo el *L. dorsi* que fue envasado al vacío y congelado a -20°C a la espera del análisis posterior.

La descongelación se realizó a 5°C, tras la cual se sometieron a cocción en horno eléctrico a 160°C durante 15 minutos hasta 77,5°C centro pieza. Se introdujeron 2 gramos de muestra en viales de 20 ml sellados con clorobutil/PTFE. La extracción se realizó en el espacio de cabeza mediante SPDE (Solid Phase Dynamic Extraction) con recubrimiento de

polidimetilsiloxano-carbón activo (PDMS-AC). Las muestras tras incubación de 1 minuto a 70°C se sometieron a 50 ciclos de aspiración con una velocidad de extracción de 40 µl/s, el volumen y velocidad de desorción fueron 500 µl y 15 µl/s respectivamente. El análisis de volátiles se realizó en un cromatógrafo de gases (Agilent GC6890N) acoplado a un detector de espectrometría de masas (Agilent 5873i) equipado con una columna capilar tipo HP-5 MS (5% fenilmetil silicona, 50 m x 320µm x 1.05 µm, Quadrex Corporation). El gas portador fue helio (1 ml/min) con una rampa de temperatura desde 40°C hasta 240°C a 3°C/min. La temperatura de inyección fue 250°C en modo splitless. Los espectros de masas se generaron por impacto electrónico a 70eV con un voltaje multiplicador de 1835 V. Los compuestos volátiles se identificaron por comparación con los espectros de masas de las librerías Wiley7n y NIST02. Cada muestra se analizó por triplicado.

Los datos se sometieron a un análisis ANOVA de un factor usando el programa Statgraphic Plus for Windows Computer Package (1995 Manugistics, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las muestras analizadas se encontraron un total de 56 compuestos, de los cuales 30 aparecieron en los cuatro grupos de animales en estudio. En la tabla 1 se recogen los valores medios según el sistema de producción, independientemente de la raza encontrándose diferencias estadísticamente en ocho de los compuestos analizados. Los niveles de etanol, pentanal, 2-heptanona, 2-3 octadiona, 2-pentilfurano, octanal y nonanal fueron significativamente más altos en los corderos de producción convencional. Este resultado justificaría el menor valor de intensidad de aroma encontrado en corderos ecológicos frente a los convencionales (Revilla et al., 2008). Según la base de datos de olores de productos naturales Flavornet, determinados por cromatografía de gases-olfatometría (GC-O) el etanol es responsable del aroma dulce y el pentanal de un aroma pungente pero también a almendra, por su parte la 2-heptanona, 2-3 octadiona, 2-pentilfurano, octanal, octenal y nonanal tienen todos ellos una nota aromática a mantequilla, grasa o jabón lo cual justificaría las puntuaciones ligeramente más bajas en cuanto al aroma, aunque no estadísticamente significativas, obtenidas por los corderos convencionales en las pruebas de consumo en casa realizadas por los consumidores y quizá también haya influido en la aceptación significativamente menor de estas muestras (Revilla et al., 2008).

Por otro lado el heptanol es el único que se encuentra en mayor proporción en el lechazo de producción ecológica y de acuerdo con Flavornet, el heptanol es el responsable de olor a hierba, setas y verde. Este resultado se correlaciona con el mayor olor a campo encontrado por los panelistas en el análisis descriptivo cualitativo de estas muestras.

Además de estos compuestos otros volátiles se encontraron únicamente en algunos de los grupos estudiados. Así el alcohol bencílico, que se asocia a aromas dulces, florales y afrutados, se encontró solo en muestras de cordero ecológico. El 2-decenal que también se asocia a olores a naranja y flores verdes, se encontró en muestras de lechazo ecológico de raza Castellana y tanto en convencional como en ecológico de Churra, en este último en mayor cantidad, por lo que ambos compuestos se pueden asociar a la producción ecológica. Dadas sus notas aromáticas podrían ser responsables junto con el heptanol del mayor aroma a campo descrito en estas muestras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Angood K.M., Word, J.D., Nute, G.R. Whittington F.M., Hughes, S.I., y Sheard P.R. 2007. *Meat Sci.* 78: 176-184.
- Elmore. J.S., Mottram, D.S., Enser, M. y Wood, J.D. 2000. *Meat. Sci.* 55: 149-159.
- Milton Keyness. Kum K.I. (2002). *Agric. Ecos. y Environm.* 88, 95-101.
- Nurberg, K., Zupp, W., Grumbach, S., Martín, J., Ender, K. y Hartung, M. 2006. *Fleischwirtschaft*, 86(5): 103-106.
- Palacios, C., Revilla, I., Vivar-Quintana, A.M., Lurueña-Martínez, M.A. y Severiano-Pérez, P. 2008. *Cultivating the future based on science. Vol.2:* 514-517. Bonn: ISOFAR.
- Revilla, I., Vivar-Quintana, A.M., Lurueña-Martínez, M.A., Palacios, C y Severiano-Pérez, P. 2008. *Cultivating the future based on science. Vol.2:* 622-625. Bonn: ISOFAR.
- Sañudo, C., Enser M. E., Campo, M. M., Nute, G. R., María, G., Sierra, I. y Wood, J.D. 2000. *Meat Sci.* 54:339-346.

Tabla 1. Valores medios del área de cada pico (n=12) para los dos sistemas de producción.

Compuesto	Ecológico	Convencional	p
Etanol	3,45E+07	6,85E+07	0.05
1-propanol	1,71E+06	1,55E+06	NS
Heptano	6,00E+06	7,19E+06	NS
2-metil-3-pentanona	6,32E+06	2,90E+06	NS
2-etilfurano	2,82E+06	1,21E+06	NS
Pentanal	1,27E+07	2,60E+07	0.05
3-hidroxi-2-butanona	8,57E+06	4,27E+06	NS
3-metil-1-butanol	1,77E+07	1,17E+07	NS
1-pentanol	1,77E+07	1,70E+07	NS
Octano	1,07E+07	1,35E+07	NS
Hexanal	1,56E+08	2,64E+08	NS
Hexanol	4,90E+07	3,28E+07	NS
Xyleno	3,03E+06	2,77E+06	NS
2-heptanona	2,57E+06	3,35E+06	0.05
n-heptanal	2,93E+07	3,06E+07	NS
Heptanol	5,17E+06	3,65E+06	0.05
2,2,4,6,6-pentametilheptanal	2,68E+06	3,32E+06	NS
1-octen-3-ol	1,79E+07	1,97E+07	NS
2,3-octanodiona	9,78E+06	1,52E+07	0.05
2-pentilfurano	5,41E+06	7,79E+06	0.05
Benzaldehido	4,63E+06	6,30E+06	NS
Octanal	9,25E+06	1,69E+07	0.05
1,8-cineol	1,47E+06	1,80E+06	NS
Nonanal	2,48E+07	4,91E+07	0.05
2-nonenal	2,41E+06	1,86E+06	NS
Tridecano	1,42E+06	5,03E+06	NS
Tetradecano	1,30E+06	1,08E+06	NS
1,19-eicosadieno	9,36E+05	3,82E+06	NS
Tetradecanal	1,16E+06	6,41E+06	NS
Hexadecanal	1,44E+06	5,47E+06	NS

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Junta de Castilla y León la financiación de este proyecto (SA015A07).

VOLATILE COMPOUNDS ANALYSIS OF SUCKLING LAMB MEAT OF CONVENTIONAL AND ORGANIC PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT. The effect of organic vs conventional production system on the formation of aroma volatiles has been examined. The meat was obtained from four groups (6 animals each) of suckling lambs of Churra and Castellana breeds reared under both production systems. 30 volatile compounds were detected and quantified in all the groups and the results showed significant higher levels of ethanol, pentanal, 2-heptanone, 2-3 octanedione, 2-pentylfuran, octanal and nonanal in conventional suckling lamb meat that was correlated with the higher flavour intensity of this meat. However heptanol showed higher values in organic meat. The odour descriptors for this compound are green, grass and mushroom and may be the responsible of the higher “country smell” found in organic meat. Other compounds only or mainly found in organic meat were benzenemethanol and 2-decenal with sweet, floral green or fruity aroma which could contribute to the described “country smell”.

Keywords: Suckling lamb, organic, conventional, volatile compounds

EFEECTO DE LA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN Y DEL PESO CANAL SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE CORDERO

Muela, E.¹, Sañudo, C.¹, Campo, M.M.¹, Medel, I.² y Beltrán, J.A.¹

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. 462065@vetez.unizar.es

² Pastores Grupo Cooperativo de Productores de Carne, Edificio Pastores, Carretera Cogullada, 65, Mercazaragoza, 50014, Zaragoza, España.

INTRODUCCIÓN

La cría del ganado ovino tiene una larga tradición en los países del área Mediterránea, donde el consumo de carne de cordero es elevado. Muchos factores pueden afectar a la calidad del producto (Sañudo et al., 1998a), entre ellos, el peso canal y las condiciones de refrigeración, y cualquier efecto que reduzca su calidad depreciará el producto. El peso canal es especialmente importante en el mercado europeo, donde se consume cordero de un peso característico para cada país y región, prefiriéndose los corderos ligeros alimentados con concentrado en la zona mediterránea. Por otra parte, la refrigeración es un elemento fundamental en la cadena de comercialización, ya que es el método más común para prolongar la vida útil de la carne de animales de abasto, siendo fundamental tanto la velocidad a la que se enfría la canal como la correcta regulación de la temperatura durante todo el proceso para obtener un producto de calidad (Medel y Sierra, 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 60 canales de la raza Rasa Aragonesa, divididas en 3 lotes de 20 canales, uno por temperatura de refrigeración (TR) media evaluada (0-2 °C, 2-4 °C y 4-6 °C). Las canales fueron sacrificadas en Mercazaragoza en un mismo día y fueron trasladadas a las instalaciones del Grupo Pastores, donde se clasificaron por su peso canal caliente (PCC), de modo que, en cada lote de TR, la mitad de canales fueran de PCC ≤10.5 kg y la otra de PCC ≥12,0 kg (rango: 9,24-13,39 kg). El estudio se desarrolló en 3 semanas consecutivas (1 por TR) en una cámara de refrigeración independiente del Grupo Pastores. La humedad relativa (HR) y la temperatura de la cámara fueron monitorizadas con 4 equipos *Testo 175-H2* situados en las paredes y a la misma altura que las canales, tomando medidas cada 5 min. durante 96 h (salida de las canales de la cámara). La HR media fue un 92%. Tras 96 horas de refrigeración a la TR correspondiente, la media canal izquierda se transportó al laboratorio, donde se diseccionó el músculo *Longissimus dorsi* (LD), cuya porción lumbar (1th-6th vértebra lumbar, con la grasa subcutánea incluida) se asignó para realizar el análisis sensorial. Estas muestras se envasaron al vacío en bolsas de polietileno y se congelaron y mantuvieron a -20 °C hasta el momento del análisis (< 4 meses desde la congelación).

El análisis sensorial se realizó con nueve panelistas entrenados que evaluaron las muestras de carne basándose en un análisis cuantitativo descriptivo. Las sesiones se realizaron en una sala de catas bajo condiciones controladas. 24 h previas a cada sesión, las muestras se descongelaron en refrigeración (2-4 °C) en el interior de las bolsas de vacío. Tras ello, se envolvieron individualmente en papel de aluminio y fueron cocinadas a 200 °C en un grill industrial de doble placa hasta que la temperatura interna alcanzara 70 °C (medida con un termómetro equipado con una sonda de penetración). La muestra cocinada se segmentó en cubos de 2 cm. (libres de grasa y tejido conectivo visibles) y éstos se envolvieron individualmente en papel de aluminio codificado con un número de 3 cifras aleatorias. Las muestras se mantuvieron en caliente (50 °C) hasta el momento de la degustación (<10 min desde el cocinado), en orden aleatorio para cada muestra y panelista en cada sesión. Los parámetros usados en la evaluación (Tabla 1) fueron seleccionados por los panelistas durante una sesión de entrenamiento. La valoración se realizó sobre una escala continua y semiestructurada de 10 puntos, de bajo-malo (0) a alto-bueno (10). En cada una de las cinco

sesiones realizadas, cada panelista degustó 3 platos con 4 muestras cada uno (3 TR x 2 PCC), diseño equilibrado de bloques incompletos (Cochran y Cox, 1978).

Los efectos de TR y PCC en las variables sensoriales fueron analizados con el programa SPSS 14.0 para Windows XP. Para determinar la significación de los efectos TR y PCC (o su interacción) se aplicó un Modelo Lineal General considerando, además, los efectos de la sesión y del panelista dentro de cada sesión. Para identificar diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre medias se aplicó el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todas las variables evaluadas, no hubo una interacción estadísticamente significativa entre los efectos TR y PCC, lo cual permite describirlos por separado.

En el rango de temperaturas utilizadas en el estudio, TR no tuvo un efecto significativo en las variables sensoriales (Tabla 1), aunque se observó una tendencia general positiva entre el efecto y las variables (a mayor TR, mayor puntuación en la escala). Johnson et al. (1989) tampoco hallaron diferencias significativas en diferentes variables sensoriales entre 3 regímenes de temperaturas de conservación (0, 16 y 23 °C).

Para el PCC, se observó un efecto significativo en la intensidad de olor a cordero y a grasa y en la intensidad de flavor metálico y ácido, aunque las canales más pesadas presentaron valores superiores en casi todas las variables analizadas. Las diferencias en la intensidad de olor a cordero y a grasa entre canales ligeras y pesadas pueden relacionarse con diferencias en la cantidad de tejido adiposo, mayor en canales pesadas, y que imparte el aroma característico a cordero (Jeremiah et al., 1998). Por otra parte, una mayor edad-peso se relaciona con una mayor intensidad de sabores (Crouse, 1983), de acuerdo con nuestros resultados, así como con una mayor cantidad de hierro (Sañudo et al., 1998b), lo que explicaría las diferencias en olor metálico. Es de destacar que las canales de menor PCC tuvieran una mayor aceptabilidad general (sin diferencias significativas) aun teniendo menor terneza, lo que sugiere que éste no es el único factor que influencia la aceptabilidad; de hecho, en carne de cordero es el flavor el atributo decisivo (Crouse, 1983). Este hecho se demuestra en la preferencia de los consumidores españoles por corderos de baja intensidad de olores y sabores (Sañudo et al., 2000), como queda reflejado en nuestros resultados.

Las correlaciones halladas (Tabla 2) ratifican los resultados derivados del análisis de varianza. Además de las esperadas correlaciones significativas entre olores, entre sabores, entre olores y sabores y entre las variables descriptoras de textura (terneza correlacionada positivamente con jugosidad y negativamente con fibrosidad), es de destacar cómo olores y sabores se correlacionan significativamente y de modo negativo con la aceptabilidad general, es decir, un aumento en el olor o flavor disminuye la aceptabilidad, tal y como se derivaba de los resultados de la Tabla 1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crouse, J.D. (1983). *Food Tech.* 37: 264-267.
- Jeremiah, L.E., Tong, A.K.W. y Gibson, L.L. (1998). *Food Res. Int.* 31: 227-242.
- Johnson, M.H., Bidner, T.D., McMillin, K.W., Dugas S.M. y Hembry, F.G. (1989). *J. An. Sci.* 67: 2309-2315.
- Medel, I. y Sierra, I. (2001). XXVI SEOC, Sevilla, 167-176.
- Sañudo, C., Sanchez, A. and Alfonso, M. (1998a). *Meat Sci.*, 49: 29-63.
- Sañudo, C., Nute, G.R., Campo, M.M., María, G.A., Baker, A., Sierra, I., Enser, M.E. y Wood, J.D. (1998b). *Meat Sci.* 48: 91-100.
- Sañudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R. María, G.A., Sierra, I. y Wood, J.D. (2000). *Meat Sci.* 54: 339-346.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por CDTI-2005-114, PROFIT-2005-367, PROFIT-2006-77, en colaboración con el Grupo Pastores, especialmente, Antonio Oliván, director técnico, y gracias al trabajo del personal de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y a los miembros del panel de cata entrenado.

Tabla 1: Efecto de la Temperatura de refrigeración y del Peso canal caliente sobre la calidad sensorial (media y desviación del error estándar) de cordero

Efectos/ Variables ^x	Temperatura de refrigeración			EDS	p	Peso canal caliente		EDS	p
	0-2	2-4	4-6			≤10,5	≥12,5		
	°C	°C	°C			kg	kg		
	n=20	n=20	n=20			n=30	n=30		
I. de olor a cordero	4.16	4.32	4.29	1.44	n.s.	4.11 ^a	4.40 ^b	1.31	*
I. de olor a grasa	2.24	2.54	2.52	1.23	t	2.30 ^a	2.57 ^b	1.21	**
I. de olores extraños	1.93	1.94	2.08	2.16	n.s.	2.00	1.97	2.14	n.s.
Terneza	5.16	5.20	5.32	2.95	n.s.	5.14	5.31	2.91	n.s.
Jugosidad	4.66	4.80	4.64	1.70	n.s.	4.75	4.65	1.70	n.s.
Fibrosidad	4.70	4.70	4.69	2.51	n.s.	4.67	4.72	2.48	n.s.
I. de flavor a cordero	5.58	5.56	5.42	1.33	n.s.	5.49	5.55	1.37	n.s.
I. de flavor a grasa	4.37	4.51	4.50	1.36	n.s.	4.44	4.48	1.36	n.s.
I. de flavor metálico	3.32	3.29	3.30	1.68	n.s.	3.15 ^a	3.45 ^b	1.61	*
I. de flavor ácido	2.93	3.03	3.01	1.62	n.s.	2.84 ^a	3.14 ^b	1.55	*
Aceptabilidad general	4.14	4.16	4.18	1.85	n.s.	4.22	4.09	1.82	n.s.

^xEscala de 10 puntos (0=menor; 10=mayor). I.: Intensidad. a, b: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas (p≤0.05). ns: diferencias no significativas; t: p≤0.1; *p≤0.05; **p≤0.01. EDS: Desviación del error estándar.

Tabla 2: Correlaciones (Valor de significación) entre variables del análisis sensorial de carne de cordero

	IOC	IOG	IOO	T	J	F	IFC	IFG	IFM	IFA	AG
IOC	-	***	*	**	ns	ns	**	ns	*	*	ns
IOG		-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IOO			-	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*** (-)
T				-	***	*** (-)	* (-)	ns	ns	ns	*
J					-	*** (-)	*	ns	ns	ns	**
F						-	ns	ns	ns	ns	* (-)
IFC							-	***	ns	ns	ns
IFG								-	*	*	ns
IFM									-	***	** (-)
IFA										-	** (-)
AG											-

IOC: I.de olor a cordero; IOG: I. de olor a grasa; IOO: I. de olor a otros; T: Terneza; J: Jugosidad; F: Fibrosidad; IFC: I. de flavor a cordero; IFG: I. de flavor a grasa; IFM: I. de flavor metálico; IFA: I. de flavor ácido; AG: Aceptabilidad general; ns: diferencias no significativas; *p≤0.05; ** p≤0.01; ***p≤0.001.

EFFECT OF COOLING TEMPERATURE AND CARCASS WEIGHT ON SENSORY QUALITY OF LAMB MEAT

ABSTRACT. The effect of cooling temperature (CT) (0-2, 2-4, or 4-6 °C) and hot carcass weight (HCW) (either ≤10.5 or ≥12.0 kg) on sensory quality were evaluated in 60 lamb carcasses by a trained taste panel. No significant interactive effects were detected in the study. CT had no significant effects on any sensory parameter evaluated, although a tendency was observed on fat odour intensity to be greater in the higher CT. HCW had significant effects on sensory odour and flavour intensities, where odour and flavour intensities were greater in the heaviest carcasses, which could be related with their lower overall acceptability.

Keywords: cooling, hot carcass weight, trained panel, lamb

EFFECTO DEL SISTEMA DE CONGELACIÓN Y DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO EN CONGELACIÓN SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE CORDERO

Muela, E.¹, Sañudo, C.¹, Campo, M.M.¹, Medel, I.² y Beltrán, J.A.¹

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. 462065@vetez.unizar.es

² Pastores Grupo Cooperativo de Productores de Carne, Edificio Pastores, Carretera Cogullada, 65, Mercazaragoza, 50014, Zaragoza, España.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas de conservación, el uso de las bajas temperaturas está ampliamente extendido, ya que permite la conservación a largo plazo de la carne (Campañone et al., 2006). Sin embargo, la carne congelada se considera de menor calidad que la fresca (Lagerstedt et al, 2008) y, más aún, en la carne de cordero, cuya producción y consumo es muy tradicional en España (Sañudo et al., 1998). A pesar de ello, los consumidores suelen congelar en sus hogares la carne que compran fresca y lo hacen con sistemas convencionales, de menor capacidad que los industriales.

Congelar la carne puede afectar a algunas de sus características sensoriales, como la textura, el color, la jugosidad o el flavor (rancidez). Este hecho depende de la temperatura y velocidad de congelación, de las condiciones de mantenimiento en congelación (tiempo, temperatura y sus fluctuaciones, exposición al aire y/o la luz) y de la velocidad de descongelación (Prändl et al., 1994). Dado que la calidad sensorial es uno de los principales criterios de compra de carne de cordero por parte del consumidor (Andersen et al., 2005), cualquier efecto que la disminuya será crítico para su aceptabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 3 sistemas de congelación (SC): cámara de congelación de aire forzado (-30° C, 30 h), túnel en continuo (-40° C, 15 min) y armario de congelación de nitrógeno (-75° C, 15 min) y 3 tiempos de mantenimiento en congelación (TMC): 1, 3 y 6 meses. Se establecieron lotes de 10 animales, sacrificados en diferentes semanas para cumplir los TMC. El lote control lo constituyeron 10 canales sin congelar ($n_{total} = 100$), mantenidas en refrigeración hasta completar un tiempo de maduración equivalente. El diseño del estudio responde a 10 tratamientos (3x3+1). Las canales se obtuvieron al azar de entre las sacrificadas en Mercazaragoza el día de muestreo correspondiente, con un peso canal caliente de 10-13 kg. Tras 48 h en refrigeración en las instalaciones del Grupo Pastores (18 h en canal y 30 h en pieza), el costillar se fileteó en chuletas (12 mm espesor), que se colocaron en bloques envueltos en film permeable al oxígeno. Tras congelarse según uno de los 3 sistemas, los bloques de chuletas fueron mantenidos a -20° C dentro de cajas de cartón el tiempo correspondiente hasta el momento del análisis.

El análisis sensorial se realizó con nueve panelistas entrenados que evaluaron las muestras de carne basándose en un análisis cuantitativo descriptivo. Las sesiones se realizaron en una sala de catas bajo condiciones controladas. 24 h previas a cada sesión, las muestras se descongelaron en refrigeración (2-4 °C) dentro del film. Previamente al cocinado, se extrajo el músculo *Longissimus dorsi* (LD) de las chuletas para ser degustado. El cocinado se realizó, sin aditivos, en un grill industrial de doble placa, con las muestras protegidas con papel de aluminio codificado con un número de 3 cifras aleatorias hasta alcanzar una temperatura interna de 70° C (medida con un termómetro equipado con una sonda de penetración). Las muestras se segmentaron porciones de tamaño semejante (libres de grasa y tejido conectivo visible) y se envolvieron individualmente en papel de aluminio con el mismo código del cocinado, manteniéndose en caliente hasta su degustación (<10 min. desde el cocinado). El orden de presentación fue aleatorio para cada muestra y panelista en cada sesión. Los parámetros usados en la evaluación (Tablas 1 y 2) fueron seleccionados por los panelistas durante una sesión de entrenamiento. La valoración se realizó sobre una escala continua y semi-estructurada de 10 puntos, de bajo-malo (0) a alto-bueno (10). En

cada una de las nueve sesiones realizadas, cada panelista degustó 6 platos con 2 muestras cada uno, en un diseño equilibrado de bloques incompletos.

Los efectos de SC y TMC (o su interacción) en las variables sensoriales fueron analizados con el programa SPSS 14.0 para Windows XP, a través de un Modelo Lineal General, considerando, además, los efectos de la sesión y del panelista dentro de cada sesión. Para identificar diferencias significativas entre medias se aplicó el test de Duncan ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todas las variables evaluadas no hubo una interacción estadísticamente significativa entre los efectos SC y TMC, lo cual permite describirlos por separado.

Independientemente del SC o del TMC, los valores medios de las variables analizadas (Tablas 1 y 2) se sitúan en torno al punto medio de la escala (valor 5) o inferior a éste, lo cual corresponde al tipo de cordero consumido (cordero de tipo ligero y de cebo). Además, es de destacar el hecho de que el panel incluyera el atributo de “flavor a carne vieja”, término asociado a la congelación. De cualquier modo, los valores medios pueden considerarse como aceptables, al no haber diferencias significativas con la carne fresca. También es destacable el hecho de que los valores de la carne fresca son intermedios respecto a la congelada, lo cual implica que ni los SC ni el TMC determinaron un empeoramiento de la calidad.

El SC no tuvo un efecto significativo sobre la calidad sensorial, excepto sobre la Fibrosidad (Tabla 1), que fue mayor en la carne congelada en el túnel y menor en la carne congelada en el armario de nitrógeno. En general, la intensidad de los olores aumentó según la secuencia armario de nitrógeno < cámara de aire forzado < túnel < carne fresca. Por otra parte, la terneza fue superior (no en el caso de la carne congelada en el túnel) y la jugosidad inferior con la congelación respecto a la carne fresca, aunque sin diferencias significativas. En cuanto a los sabores, se puede observar que la carne fresca presentó menores olores a grasa y a carne vieja y mayor flavor metálico, todo ello derivado de que no fuera congelada. En el caso del TMC, tampoco se observó un efecto significativo sobre las variables sensoriales, exceptuando la terneza, donde la carne mantenida en congelación durante 1 mes fue significativamente más tierna. En general, la mayoría de las variables analizadas no siguieron una secuencia decreciente en la intensidad conforme aumenta el TMC, como era esperable. Sin embargo, en el caso de la apreciación global, este hecho sí que se cumple, de modo que la aceptabilidad disminuye conforme aumenta el TMC (aunque sin ser significativo estadísticamente), aunque es mayor para la carne congelada que para la fresca. Como conclusión a este estudio se puede decir que la congelación en sí, indiferentemente del sistema con el que se realizara o de la duración del mantenimiento en congelación, no produjo cambios significativos en la calidad sensorial de la carne de cordero, lo cual debería evitar cualquier tabú del consumidor acerca de comprar y/o consumir carne congelada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, H.J., Oksbjerg, N. y Therkildsen, M. (2005). *Livestock Prod. Sci.*, 94: 105-124.
- Campañone, L.A., Roche, L.A., Salvadori, V.O. y Mascheroni, R.H. (2006). *J. Food Sci.*, 71: 218-226.
- Lagerstedt, A., Enfält, L., Johansson, L. y Lundström, K. (2008). *Meat Sci.*, 80: 457-461.
- Prändl, O., Fischer, A., Schimidhofer, T. y Sinell, H.J. (1994). *Tecnolog. e Hig. de la carne*. Ed. Acribia, 854 pp.
- Sañudo, C., Sanchez, A. y Alfonso, M. (1998). *Meat Sci.*, 49: 29-63.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en colaboración con el Grupo Pastores, especialmente, Antonio Oliván, director técnico, y gracias al trabajo del personal de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y a los miembros del panel de cata entrenado.

Tabla 1: Efecto del Sistema de congelación sobre la calidad sensorial (media y desviación del error estándar) de carne de cordero

Variables ^x / Efectos	C. Aire Forzado	Túnel	Armario nitrógeno	Fresco	DES	Valor p
I. Olor a Cordero	4.65	4.73	4.53	4.81	1.30	ns
I. Olor a Grasa	2.61	2.65	2.56	2.75	1.04	ns
I. Olor a Lana	2.27	2.27	2.21	2.46	1.44	ns
I. Olor Agrio	1.62	1.65	1.60	1.87	0.86	ns
Terneza	5.44	5.17	5.53	5.43	1.97	ns
Jugosidad	4.31	4.41	4.51	4.72	1.29	ns
Fibrosidad	4.79b	4.92c	4.55a	4.80b	1.51	*
I. Flavor a Cordero	5.61	5.65	5.73	5.62	1.05	ns
I. Flavor a Grasa	4.36	4.51	4.55	4.21	1.06	ns
I. Flavor Metálico	2.71	2.80	2.75	2.97	1.18	ns
I. Flavor Ácido	3.05	2.97	2.98	3.03	0.92	ns
I. Flavor a Carne Vieja	2.26	2.25	2.32	2.01	1.30	ns
Aceptabilidad General	4.29	4.28	4.25	4.20	1.25	ns

^x Escala de 10 puntos (0=menor; 10=mayor). I: Intensidad.

ns: diferencias no significativas; * $p \leq 0.05$; DES: Desviación del error estándar. a, b, c: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 2: Efecto del Tiempo de mantenimiento en congelación sobre la calidad sensorial (media y desviación del error estándar) de carne de cordero

Variables ^x / Efectos	6 meses	3 meses	1 mes	Fresco	DES	Valor p
I. Olor a Cordero	4.62	4.64	4.64	4.81	1.32	ns
I. Olor a Grasa	2.59	2.60	2.63	2.75	1.05	ns
I. Olor a Lana	2.22	2.33	2.21	2.46	1.44	ns
I. Olor Agrio	1.63	1.65	1.59	1.87	0.86	ns
Terneza	5.45b	5.11a	5.58c	5.43b	1.95	*
Jugosidad	4.43	4.40	4.40	4.72	1.30	ns
Fibrosidad	4.72	4.87	4.68	4.80	1.54	ns
I. Flavor a Cordero	5.70	5.60	5.69	5.62	1.05	ns
I. Flavor a Grasa	4.53	4.43	4.45	4.21	1.07	ns
I. Flavor Metálico	2.62	2.81	2.83	2.97	1.16	ns
I. Flavor Ácido	2.91	3.05	3.04	3.03	0.91	ns
I. Flavor a Carne Vieja	2.27	2.23	2.34	2.01	1.30	ns
Aceptabilidad General	4.25	4.28	4.30	4.20	1.25	ns

^x Escala de 10 puntos (0=menor; 10=mayor). I: Intensidad.

ns: diferencias no significativas; * $p \leq 0.05$; DES: Desviación del error estándar. a, b, c: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

EFFECT OF FREEZING METHOD AND FROZEN STORAGE TIME ON SENSORY QUALITY OF LAMB MEAT

ABSTRACT. The effect of freezing method (FM) (air blast freezer, freezing tunnel, or nitrogen chamber) and frozen storage time (FST) (6, 3, or 1 months) on the sensory quality of lamb meat aged for 72 h were evaluated, and compared to fresh meat. Sensory tests (trained panel) were performed on loin chops (*Longissimus dorsi* muscle). There were no significant interactions between FM and FST for all of the variables. FM had a significant effect on fibrosity, and FST, on tenderness. Fresh meat showed similar values than thawed meats, although without statistical differences.

Keywords: lamb, frozen, trained panel

EVALUACIÓN VISUAL DE DIFERENTES TIPOS DE CARNE DE CORDERO: INTENCIÓN DE COMPRA

Panea, B.¹, Campo, M.M.², Albertí, P.¹, Bernués, A.¹

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avenida de Montañana, 930, 50059, Zaragoza. bpanea@aragon.es

Facultad de Veterinaria de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

Para el consumidor, la calidad de un alimento y consecuentemente, su decisión de compra, se define en función de los atributos intrínsecos y extrínsecos de ese alimento. Los primeros son perceptibles sensorialmente y, en el caso de la carne, son determinantes el color y la cantidad de grasa (Resurrección, 2003). Los extrínsecos, sin embargo, no son perceptibles y la única herramienta que tiene el consumidor es la información que se le proporcione al respecto (Bernués et al., 2003). Pero la información no siempre es correcta y el informador puede atribuir al producto cualidades intrínsecas que no posee. Por otro lado, existe una abundante bibliografía que demuestra que existe cierto grado de incoherencia entre los atributos que el consumidor dice emplear en la elaboración de su decisión de compra y las que realmente utiliza (Saba y Di Natale, 1999). Los objetivos del este trabajo fueron: 1. valorar si, en una prueba ciega, los consumidores eran capaces de distinguir, por sus atributos intrínsecos, entre cuatro tipos de carne de cordero con calidades extrínsecas diferentes; 2. determinar el grado de coherencia entre las creencias y las actitudes reales del consumidor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se compararon 4 tipos de carne de animales de raza Rasa Aragonesa: lechal, cordero ecológico, ternasco con IGP y ternasco sin IGP. Se prepararon tres bandejas por tipo, con 4 chuletas de pierna por bandeja. Todas las bandejas, identificadas aleatoriamente con un número del 1 al 12, se expusieron en una vitrina colocada en un centro comercial. La prueba se realizó en dos días consecutivos y las bandejas se cambiaron de un día para otro. Los consumidores (n=180) debían contestar en primer lugar si preferían la carne de color claro o rojo y a continuación, valorar en una escala de 10 puntos el aspecto de la carne de cada bandeja, así como su intención de compra (sí/no). El efecto del tratamiento sobre las notas medias de cada tratamiento se calculó con un ANOVA. Para cada tratamiento se calcularon los porcentajes de cada nota y los de intención de compra. Para el caso del lechal se calculó, además el porcentaje de intención de compra en función de la respuesta dada en la pregunta de color. Las diferencias entre porcentajes se determinaron con un análisis de Chi².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias entre tratamientos para las notas medias de cada tipo (Tabla 1), siendo el Ternasco con I.G.P. el peor valorado. Sin embargo, todas las muestras se valoraron por encima del 5, siendo las notas más frecuentes de 6 y 7. A pesar de ello, la mayoría de los consumidores no compraría las bandejas. En conjunto, el mayor porcentaje de positivos en la intención de compra (síes) se dio en el ternasco sin I.G.P. y el mayor porcentaje de negativos, en el cordero ecológico. Esta diferencia entre positivos y negativos fue significativa para todos los tipos excepto para el lechal. Sin embargo, cuando los consumidores se segmentaron en función de la respuesta dada a la pregunta de color, sí se encontró diferencia en el porcentaje de intención de compra para el lechal, siendo mayor el porcentaje de positivos en los consumidores que dijeron preferir un color claro y mayor el porcentaje de negativos entre los consumidores que dijeron preferir un color rojo. Por lo tanto, los consumidores son capaces de distinguir visualmente los diferentes tipos de carne, aunque existe cierta incongruencia entre las altas notas dadas y el porcentaje de positivos en la intención de compra. Algunos autores (Bredahl, 2003) han demostrado que las características intrínsecas tienen mayor poder de predicción que las extrínsecas pero que este poder de predicción depende en parte de la confianza que se tenga en la utilización de esta herramienta, lo cual depende, a su vez, de la experiencia previa con el producto. Quizá el hecho de haber utilizado pierna en lugar de costillas, que es la pieza que normalmente

aparece en este formato en el mercado, ha motivado esta discordancia entre notas e intención de compra. Por otro lado, existe una coherencia evidente entre las creencias (color) y las actitudes reales en el proceso de elección, lo cual estaría de acuerdo con Saba y Di Natale (1999), que concluyeron que la intención de compra es un buen predictor del comportamiento real del consumidor, especialmente en el caso de carnes rojas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernués, A., Olaizola, A. & Corcoran, K. 2003. *Meat Sci.* 65: 1095-1106. Bredahl, L. 2003. *Food Qual. Pref.* 15: 65-75. Resurrección, A.V.A. 2003. *Meat Sci.* 66: 11-20. Saba, A. & Di natal, R. 1999. *Food Qual.Pref.* 10: 69-77.

Tabla 1. Notas medias por tipo de cordero, significación del efecto tipo de cordero sobre la nota y porcentaje de cada nota en cada tipo de cordero

	LECHAL	ECO	TA	NORMAL	F	Significación
Nota media	5.50 ab	5.29 bc	5.22 c	5.70 a	6,109	0,000
Porcentajes de cada nota en cada tratamiento						
0	1,7	2,1	2,1	1,3		
1	0,8	1,9	2,1	0,8		
2	4,6	2,5	5,4	2,9		
3	9,0	8,0	8,4	6,5		
4	15,0	19,0	15,7	15,7		
5	19,6	20,5	19,4	17,3		
6	13,3	21,6	20,7	20,2		
7	20,2	10,9	14,6	17,9		
8	10,0	7,9	7,1	10,4		
9	4,0	4,8	3,5	5,4		
10	1,7	0,8	1,0	1,7		

Eco.- cordero ecológico, peso ternasco; TA.- Ternasco con IGP.; Normal.- Ternasco sin IGP

Tabla 2. Efecto del tipo de cordero sobre la intención de compra y porcentajes de intención de compra de cada tipo de cordero.

	LECHAL	ECO	TA	NORMAL	X ²	Sig.
Global (total de sí/total de no)					7.089	0.000
No compra	53.5	62.3	57.7	45.8	11.500	0.009
Sí compra	46.5	37.7	42.3	54.2	16.755	0.001
X ²	2.302	28.319	10.888	3.390		
significación	0.129	0.000	0.001	0.066		
Prefiero el cordero de color...						
Claro	No compra	33.8				
	Sí compra	66.2				
Rojo	No compra	66.3				
	Sí compra	33.7				

Eco.- cordero ecológico, peso ternasco; TA.- Ternasco con IGP.; Normal.- Ternasco sin IGP

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2006-0137. Agradecemos a Bimarca, S.L. la colaboración prestada en la preparación de las muestras.

VISUAL EVALUATION OF DIFFERENT LAMB MEAT TYPES: PURCHASING DECISION

ABSTRACT. For consumers, food quality, and consequently their purchase intention, is defined by intrinsic and extrinsic attributes of the product. The objectives of this study were: 1. to assess whether consumers were able to distinguish between four types of meat with different extrinsic qualities in a blind test, using intrinsic attributes only; 2. to determine the coherence between consumers attitudes and behaviour. Four types of lamb meat, packed in polystyrene trays, were compared: *lechal* (suckling lamb), organic lamb, IGP lamb and standard lamb. First, consumers (n=180) answered whether they preferred pale or red meat when buying lamb; then, they evaluated, using a ten-point scale, the general aspect of the samples and finally, they stated their purchase intention. Differences between meat types were found for the general evaluation score. Most consumers would not purchase the meat samples. Higher percent of positive answers on purchase intention was found for organic lamb and higher percentage of negatives for standard lamb. Difference between positive and negative answers was significant for all treatments except for suckling lamb. But when consumers were segmented on the basis of their meat colour preference, a significant difference was found for purchase intention in the suckling type meat (higher percentage of positive answers in the group that preferred pale colour and *vice versa*).

Keywords: *consumers, sensory, purchasing decision.*

ESTIMACIÓN DE LAS NOTAS DE CONFORMACIÓN Y ENGRASAMIENTO DE CANALES BOVINAS DE LA IGP EUSKAL OKELA-CARNE DE VACUNO DEL PAÍS VASCO MEDIANTE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS DE IMAGEN

Indurain¹, G., Ruiz¹, R., Ugarte¹, E., Andrinua², I., Insausti², K., Mendizábal², J. A., Montejo³, A. y Jauregi³, F.

¹ Neiker-Tecnalia. Granja Modelo Arkaute Apto 46 E—01080 Vitoria-Gasteiz. E-mail: gindurain@neiker.net

² ETS Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía, 31006 Pamplona.

³ Fundación Kalitatea Fundazioa. Muntzaratz, 17-A (Torre Muntzaratz), 48220 Abadiño (Vizcaya)

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de calificación en canal del ganado son instrumentos que tratan de definir el valor final de una canal. Mientras que para las experiencias científicas es necesaria una caracterización detallada, para las transacciones comerciales basta un sistema menos exacto que cumpla el objetivo de describir el valor de una canal en términos que sean útiles para la industria, segregando canales según rasgos de importancia económica (Huerta-Leindez, 2005). La Unión Europea dispone de un sistema de clasificación de canales bovinos (CEE 1208/81; CE1249/2008) conocido como sistema SEUROP que se aplica para vacunos de más de 300kg de peso vivo. Debido a la variabilidad de animales presentes, la descripción de las distintas clases de conformación y engrasamiento utiliza un lenguaje poco preciso. Esto perjudica a la confianza que el mercado tiene en el sistema, ya que, pese al entrenamiento que deben realizar los clasificadores, la repetibilidad de las clasificaciones tiende a ser baja y las clasificaciones parecen no ser consistentes entre los distintos tipos y pesos de canales que se pueden encontrar en el mercado (Díez et al., 2003). Por ello se han realizado algunos intentos para automatizar la clasificación mediante el empleo de la tecnología de análisis de imagen. En el presente trabajo se estudia, la relación entre la nota de conformación y engrasamiento asignada según el sistema actual de clasificación, y diversas medidas morfológicas de la canal obtenidas mediante análisis de imagen.

MATERIAL Y METODOS

Cuarenta y ocho canales correspondientes a terneros machos y hembras de las razas Limousin y Pirenaica, y de los cruces Limousin*Frisona y Pirenaica con otras razas de aptitud carnicera fueron sacrificados con 12 ó 15 meses de edad (genotipo*sexo*edad n = 3). Los animales estaban acogidos a la IGP Euskal Okela-Carne de Vacuno del País Vasco y fueron sacrificados en los mataderos de las empresas Urkaiko (Cestona) y Gurokela (Bilbao). Los clasificadores oficiales de dichos mataderos asignaron a cada canal la nota de conformación y engrasamiento, subdividiendo la nota de conformación en tres subnotas (- 0 +). En la nota de engrasamiento, las subnotas “-“ y “0” se agruparon en una sola.

En la cadena de sacrificio se tomaron fotografías por duplicado del lado externo de la media canal izquierda (cámara digital Sony DSC-S75-S85). A partir de las medidas anatómicas descritas por De Boer (1974) se determinaron mediante un programa de análisis de imagen (Optimas V. 6.5; Media Cybernetics, USA) un total de 20 variables (Figura 1).

Se estudió del efecto del genotipo, el sexo y la edad sobre la nota de conformación y engrasamiento mediante el modelo lineal general. Mediante el coeficiente de Pearson, se calcularon las correlaciones entre las medidas morfológicas y las notas de conformación y de engrasamiento. Finalmente, mediante un análisis de regresión stepwise se definieron las combinaciones de medidas morfológicas que mejor predicen las notas de conformación y engrasamiento asignadas a las canales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las notas de conformación asignadas se situaron entre R⁻ y U⁰, y las notas de engrasamiento entre 1⁻ y 3⁺. Los machos presentaron una mayor conformación y un menor engrasamiento que las hembras (Tabla 1). Los animales de la raza Limousine tuvieron la mayor nota de

conformación, mientras que los mestizos de raza Pirenaica presentaron mayor conformación que los animales del cruce Limousine*Frisona. Los animales con genética Pirenaica fueron más magros que los animales con genética Limousine.

Las variables que presentaron un mayor coeficiente de correlación con la nota de conformación fueron el peso de la canal ($r = 0,53$) y una variable derivada de ésta como es la compacidad (peso canal/L1; $r = 0,59$), lo que coincide con los resultados de Alberti et al. (2005), Mendizábal et al. (2005) y Díez et al. (2006) por lo que se cumpliría el principio de que la conformación mejora con el desarrollo de los animales. Las variables anatómicas que tuvieron mayor correlación con la conformación fueron tomadas en el cuarto posterior: área (A4; $r = 0,35$), perímetro, (P4) ($r = 0,33$) y medidas indicativas del desarrollo muscular de la pierna (C2 y C3; $r = 0,37$ y $0,38$, respectivamente). Los resultados obtenidos del análisis de regresión muestran que cuatro variables, la compacidad de la canal, el perímetro del cuarto delantero (P5), la distancia entre los extremos de la curvatura del cuarto posterior (C2); y la relación (L2/C1), explicarían el 62% de la variabilidad de la conformación. Los resultados obtenidos para la compacidad y el desarrollo muscular del cuarto posterior en relación a la asignación de la nota de conformación está de acuerdo con lo publicado por otros autores (Díaz et al., 2003; 2006; Mendizábal, 2005). La variabilidad explicada de la nota de conformación fue menor que la publicado por Mendizábal et al. (2005), aunque esto podría ser debido un menor rango de notas de conformación en el presente trabajo (entre R- y U°).

La variable que presentó un coeficiente de correlación mayor con la nota de engrasamiento fue el índice de compacidad del cuarto delantero ($0,28 \cdot P5 / \sqrt{A5}$; $r = 0,56$). El valor de este índice será 1 cuando la superficie considerada sea circular. El resto fueron variables relacionadas con el desarrollo del cuarto posterior (L2/C3 y C2/C3; $r = 0,38$ y $0,41$; respectivamente) y variables tomadas en el cuarto delantero (L3; $r = -0,30$): Los resultados obtenidos del análisis de regresión muestran que el índice de compacidad del cuarto delantero, la longitud del contorno dorsal del cuarto posterior (C1) y el diámetro del *triceps* (L3) explicarían el 48% de la variabilidad presente en el engrasamiento. El valor de R^2 fue menor en el caso de la nota de engrasamiento que en la conformación, lo que estaría de acuerdo con lo publicado por Allen y Finnerty (2000).

Los parámetros del cuarto delantero aparecen como determinantes de las notas de conformación y engrasamiento, aunque Díez et al. (2003) ya citan la profundidad del pecho como determinante de la nota de conformación. La eficacia de las ecuaciones encontradas, aunque media, puede considerarse satisfactoria teniendo en cuenta el rango de notas de clasificación al que se aplican. No obstante, dependiendo de factores como la especie, el sexo o el genotipo, la precisión de dichas ecuaciones puede variar de forma que las ecuaciones más precisas en un mercado no lo sean otro.

ESTIMATION OF CONFORMATION AND FATNESS SCORES IN BEEF CARCASSES FROM THE GPI *EUSKAL OKELA-CARNE DE VACUNO DEL PAÍS VASCO* USING IMAGE ANALYSIS TECHNOLOGY.

ABSTRACT. Forty-eight beef carcasses of four genotypes, two sexes and two slaughter age (12 and 15 months) reared under the GPI *Euskal Okela-Carne de Vacuno del País Vasco* were studied. Digital photographs were taken and the anatomic dimensions of carcasses were measured with a image analysis software (Optimas 6.5). Stepwise regressions were calculated to define the best combination of carcass dimensions that showed the best prediction of conformation and fatness class of beef carcasses. Conformation scores ranged from R- to U° and fatness scores ranged from 1- to 3+. Through the combination of four carcass dimensions a regression equation that explained 62% of conformation variation was obtained. Through the combination of three carcass dimensions a regression equation that explained 48% of fatness variation was obtained. The efficiency of the obtained equations would be considered medium but satisfactory, taken into account the range of carcass classification scores in which they are applied.

Keywords: *beef carcass, classification, image analysis, anatomic measurements.*

Tabla 1. Diferencias entre sexos (media y error estándar) para las notas de conformación y engrasamiento

	Conformación	Engrasamiento
Machos	9,25(0,25)	2.68 (0,09)
Hembras	8,33(0,25)	3,12 (0,09)

Tabla 2. Diferencias entre genotipos (media y error estándar) para las notas de conformación y engrasamiento asignadas

	Conformación	Engrasamiento
Limousin	10,17(0,35) _a	3,25 (1,31) _a
Cruce de pirenaico	8,92(0,35) _b	2,54(1,31) _b
Pirenaico	8,25(0,35) _{bc}	2,50(1,31) _b
Limousin*	7,83(0,35) _c	3,33(1,31) _a
Frisona		

Nota de conformación 8 = R^o sistema oficial de clasificación de canales; 9 = R⁺ ; 10=U⁺. Nota de engrasamiento 2 = 2^o o 2^o en el sistema oficial de clasificación de canales 3 = 2⁺;

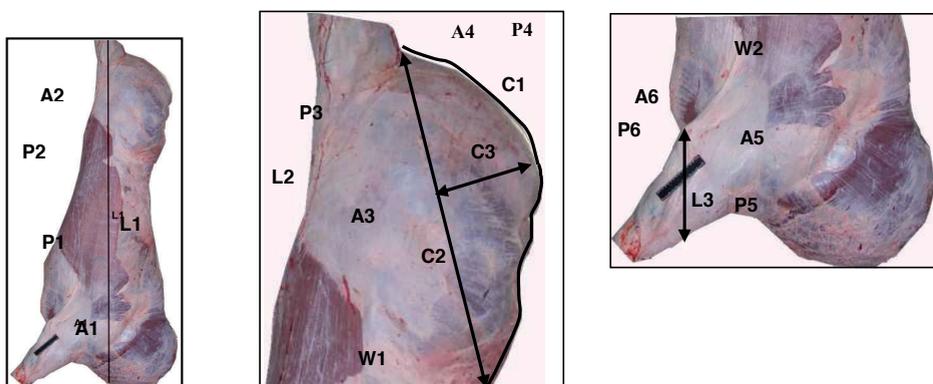


Figura 1: Medidas morfométricas: A1 área de la canal; A2 área del cuadro que enmarca la canal; A3: área del cuarto posterior; A4: área del cuadro que enmarca el cuarto posterior; A5: área del cuarto delantero; A6 área del cuadro que enmarca el cuarto delantero; P1:perímetro de la canal; P2 perímetro del cuadro que enmarca la canal; P3 perímetro del cuarto posterior; P4 perímetro del cuadro que enmarca el cuarto posterior; P5 perímetro el cuarto delantero; P6 perímetro del cuadro que enmarca el cuarto delantero; L1 longitud de la canal; L2 longitud del cuarto posterior; L3 diámetro del brazo; W1 profundidad del cuarto posterior; W2 profundidad del cuarto delantero; C1 longitud de la línea que sigue el contorno dorsal del cuarto posterior; C2 distancia entre los extremos del curvatura del tercio posterior; C3 distancia desde la medida C2 al vértice del tercio posterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, P. y Finnerty, N. 2000. Teagasc Publicacions. Mayo 2000.
- Alberti, P., Ripoll, G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J. L., Panea, B. y Sañudo, C. 2005. Meat Sci. 71: 514-521.
- Díez, J., Bahomonte, A., Alonso, J., López, S., Del Coz, J. J., Quevedo, J. R., Ranilla, J., Lauces, O., Alvarez, I., Royo, L. J. y Goyache, F. 2003. Meat Sci. 64: 249-258.
- Díez, J., Alberti, P., Ripoll, G., Lahoz, F., Fernández, I., Olleta, J. L., Panea, B., Sañudo, C., Bahamonte, A. y Goyache, F. 2006. Meat Sci. 73: 109-115.
- Huerta-Leindez, N. 2005. Proc 2^a Jornada Técnica de la Fundación ANEFIT. México.
- Mendizábal, J.A., Legarra, A. y Purroy, A. 2005. XI Jornadas Prod Anim. ITEA 26: 765-767.

Agradecimientos: los autores quieren agradecer a la Fundación *Kalitatea Fundazioa* y la IGP *Euskal Okela* la financiación y colaboración en este proyecto.

RELACION ENTRE TRES TECNICAS ANALITICAS DIFERENTES PARA LA DETERMINACION DE GRASA INTRAMUSCULAR

Vicente, J. G., Isabel, B., Cordero, G., López Bote, C., Amazan, D. y Daza, A.
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. Avda. Puerta de Hierro, s/n.
Ciudad Universitaria C.P 28040 - MADRID
jorgenaro@hotmail.com

INTRODUCCION

La grasa intramuscular o de veteado proporciona sapidez, aroma, sabor y jugosidad a la carne. En la bibliografía europea se ha indicado que para mantener los atributos de calidad de la carne de porcino debe contener, como mínimo, un 2% de grasa intramuscular (Bejerholm y Barton Gade, 1986). Sin embargo, este nivel puede variar en función de preferencias de mercado y del destino del producto. Valores entre 3 y 4% pueden ser más adecuados para carne destinada a curados (Coma y Piquer, 1999). No obstante, las costumbres gastronómicas y la tradición española en el procesado de la carne porcina parecen aconsejar el empleo de carnes de mayor contenido, aunque no está bien establecido. Se han realizado muchos trabajos para estudiar la posibilidad de modificar el contenido en grasa intramuscular actuando sobre la alimentación, con resultados poco satisfactorios. Sin embargo, la comparación de los datos obtenidos, en relación al contenido de grasa intramuscular, entre estudios diferentes, es complicada debido a que el análisis por métodos químicos de la grasa intramuscular presenta una variabilidad muy alta. El objetivo de este trabajo es comparar tres metodologías analíticas para la determinación de grasa intramuscular: el método propuesto por Folch et al. 1957 (F), la metodología descrita por Marmer y Maxwell. 1981 (MM), y el procedimiento One Step (OS), propuesto por Sukhija y Palmquist. 1988. Se trata de un trabajo preliminar que nos permita establecer relaciones, entre los resultados del contenido en grasa intramuscular, que se obtienen a partir de los tres métodos señalados.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron 31 muestras de músculo *Longissimus dorsi* tomadas de 31 animales diferentes. Todas las muestras fueron liofilizadas y molidas previas a su análisis. Los métodos F y MM requieren de una extracción previa de la grasa, mientras que el método OS no la requiere, es decir, la extracción y la metilación de los ácidos grasos se hace de forma directa en un solo paso (Sukhija y Palmquist., 1988). A continuación se describen de forma breve la secuencia de cada método.

Se utilizó una modificación de la técnica de F se pesaron 700 mg de muestra en un matraz de bola grande, se añadió una punta de pipeta de sodio sulfato anhidro y se agregaron 21 ml de cloroformo, disolviendo en agitación durante 10 min. Posteriormente se agregaron 10 ml de metanol y se agitó durante 10 min; se filtró el contenido lavando el matraz dos veces con cloroformo y se transfirió a otro matraz de bola previamente tarado, se evaporaron los solventes en el rota vapor y se secó el matraz en estufa a 50°C durante 5 min. Se recuperó la grasa con 2 ml de solución cloroformo-metanol 1-2 y BHT 0,05%. Se extrajo el contenido.

A partir del procedimiento descrito por MM se utilizó una modificación consistente en pesar 700 mg de muestra liofilizada que se mezcló con sulfato sódico anhidro y tierra de diatomeas. La mezcla se empaquetó en una columna que contenía lana de vidrio, tierra de diatomeas y fosfato bicálcico en proporción 9:1. Seguidamente, se añadieron 20 ml de diclorometano para humedecer la columna. Después se añadieron 60 ml de diclorometano con los que se eluyeron los lípidos neutros que se recogieron en un matraz previamente tarado. Una vez eluída la fracción de los lípidos neutros se añadieron 60 ml de diclorometano/metanol en proporción 9:1 y se recogieron los lípidos polares en otro matraz

tarado. Las fases recogidas se evaporaron en el rotavapor a una temperatura inferior a 50 °C, se dejaron enfriar y se pesaron.

Para realizar la extracción y metilación directa que propone la técnica OS se pesaron 200 g de muestra en un tubo de centrifuga, se añadió 1 ml de tolueno con patrón interno (C15:0) y 1 ml de tolueno. Se Añadieron 3 ml de acetilo de cloruro al 5% en metanol, se agitó en un vortex y después se mantuvieron las muestras en un baño con agitación a 70 °C durante una hora. Una vez que las muestras estuvieron a temperatura ambiente se agregaron 5 ml de solución de carbonato potásico, se agitó en el vortex y se centrifugaron durante 5 min a 2500 rpm. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió a otro tubo, se añadió 1 gr de sodio sulfato anhidro y se dejó en reposo durante una hora. Posteriormente se centrifugó y se recogió la parte superior en un vial para su inyección cromatográfica.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un estudio de comparación a través de la prueba T de Student. Además se realizó un análisis de regresión para determinar la relación entre variables utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en grasa intramuscular de las muestras analizadas se expresa en porcentaje sobre Materia Seca (MS). Las medias obtenidas, su desviación típica y los resultados de la prueba "t" de Student pueden observarse en la Tabla nº1. La comparación entre los métodos One Step y Marmor y Maxwell resultó no significativa ($P>0,5$). Además para relacionar los resultados obtenidos por los diferentes métodos se realizó un análisis de regresión que se expone en la Tabla nº2.

La utilización del procedimiento directo One Step constituye una metodología válida y aporta ventajas respecto al tiempo necesario de análisis total de las muestras. El tiempo estimado para realizar 20 muestras por el procedimiento MM es de 3 días de trabajo, mientras que lo observado para el método F son de 2 días y el mencionado OS menos de 24 hrs. Es importante también tomar en cuenta que el método One Step permite la cuantificación en mg/g de los ácidos grasos que conforman a la grasa, necesita una menor cantidad de reactivos y produce menos residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bejerholm, C. y Barton Gade P.A. (1986). 32nd European Meeting of Meat Research Workers, 24-29 Aug. 1986. Proceedings II. Pp. 389-391.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H. (1957) J. Biol. Chem., 193. Pp 265-275.
- J. Coma y J. Piquer, XV *Curso de Especialización, Avances en Nutrición y Alimentación Animal*, FEDNA (1999). Pp 197-222.
- C.López Bote, G. Fructuoso y G.G. Mateos. (2000) XVI Curso de especialización FEDNA 2000, Pp 77-111.
- Madsen, A., Jakobsen, K. y Mortensen, H.P. (1992). A review. Acta Agric. Scand. 42. Pp 220-225.
- Marmor, W.N., Maxwell, R.J., (1981). Lipids 16. Pp 365-371.
- Statistical Analysis System Institute, (2004). In SAS user's guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sukhija, P.S., Palmquist, D.L., (1988). J. Agric. Food Chem. 36. Pp 1202.-1206.

Tabla 1. Contenido en grasa intramuscular (% MS) obtenido a partir de las tres metodologías utilizadas.

	¹ F	² MM	³ OS	Valor de ⁵ P		
				F vs MM	MM vs OS	OS vs F
Valor Medio	11,99	16,54	14,99	0,0001	0,08	0,0001
Desviación Típica	2,64	3,98	4,23			
⁴ n	31	31	31			

¹F=Folch; ²MM=Marmer y Maxwell; ³OS=One Step ⁴n=numero de muestras ⁵P=Probabilidad

Tabla 2. Ecuaciones de regresión entre valores de grasa intramuscular (% MS) obtenidos a partir de las tres metodologías

Relación entre variables	Ecuaciones de regresión	R ²	⁵ RSD	⁶ P<
F ¹ vs MM ²	$Y_{OS} = -1,67 + 0,99 X_{MM}$	0,81	1,90	0,00001
MM vs OS ³	$Y_F = 2,79 + 0,56 X_{MM}$	0,68	1,56	0,00001
F vs OS	$Y_{OS} = -3,88 + 1,55 X_F$	0,88	1,48	0,00001

¹F=Folch; ²MM=Marmer y Maxwell; ³OS=One Step; n=31; R²= Coeficiente de determinación; ⁵RSD= Desviación residual estándar; ⁶P= Probabilidad

Agradecimientos: Este estudio se ha realizado gracias al proyecto CICYT-AGL2007-63655 y la beca para estudios de doctorado otorgada por PROMEP, y la Universidad Veracruzana (Veracruz- México)

RELATIONSHIP AMONG THREE DIFFERENT METHODS FOR INTRAMUSCULAR FAT ANALYSIS FROM SWINE

ABSTRACT. The aim of this study was to compare three analytical technique for the determination of intramuscular fat in swine thirty one samples of *longissimus dorsi*, muscle samples was taken from 31 different animals were analyzed using the methods Folch et al. (1957) (F), the method described by Marmer and Maxwell (1981) (MM) and One Step (1988) (OS). No significant difference ($P < 0.08$) observed when comparing OS and MM. However significant differences ($P < 0.0001$) were detected OS methods and F, it is concluded that the OS is most suitable for the analysis of intramuscular fat, as a means of saving time, reagents and waste for the other two methods.

Keywords: Intramuscular Fat, Analytical Methods.

TECNOLOGÍA NIRS PARA CONTROL “ON SITE” Y “ON-LINE” DE CERDOS IBÉRICOS

García-Molina, P., Garrido. A., De Pedro, E., Pérez- Marín, D, Guerrero, J. E y López A.

ETSIAM. Dpto. Producción Animal. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales.
Carretera de Madrid s/n. 14071 Córdoba. pa1gavaa@uco.es

INTRODUCCIÓN

La trazabilidad, autenticación y etiquetado de los productos procedentes del cerdo Ibérico son aspectos demandados por los industriales y consumidores a nivel regional, nacional y de mercado internacional. La industria del cerdo Ibérico establece programas de control de calidad para determinar el régimen alimenticio de los animales; el coste en recursos humanos y analíticos de las herramientas de inspección utilizadas limita su aplicación a animales de forma individual, lo que es absolutamente imprescindible dado el elevado precio que las piezas cárnicas transformadas, alcanzan en el mercado. Numerosos estudios llevados a cabo por investigadores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes de la Universidad de Córdoba (ej. Hervás et al., 1994; De Pedro et al., 1995, 2007a,b; García Olmo et al.,2004), han mostrado el potencial de la Espectroscopía de Infrarrojo cercano (NIRS) para la autenticación de productos derivados del cerdo ibérico. No obstante, los trabajos desarrollados hasta el momento, se han realizado mediante aplicaciones “at-line” (laboratorio). El objetivo de este trabajo ha sido la evaluación y optimización de una metodología NIRS para el análisis “in situ” de tejido adiposo, canal y animales vivos y el desarrollo y evaluación de modelos multivariantes para clasificación en las tres categorías comerciales de cerdo Ibérico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 172 animales vivos, 481 canales de cerdo Ibérico, y 513 muestras de tejido adiposo (con piel, sin piel y lateral) a fin de ampliar el material experimental utilizado por De Pedro et al. (2007d), en un estudio de viabilidad presentado en las anteriores Jornadas. Todas las muestras proceden de la campaña de sacrificio 2006/2007 y de diferentes empresas del sector. Se ha utilizado para la recogida de espectros NIRS los instrumentos LabSpec Pro ® A1083108 (Analytical Spectral Devices, Inc.), CORONA 45 VIS+ NIR y Foss NIRSystems 6500 SY. La metodología seguida para el tratamiento de los datos ha sido, la propuesta por Shenk et al., (2001) y que básicamente consiste, en la optimización del rango espectral de medida, el cálculo y minimización de errores espectrales, estructura de las poblaciones espectrales, determinación e interpretación de muestras anómalas y desarrollo evaluación de modelos multivariantes para clasificación y/o discriminación entre diferentes las categorías comerciales de bellota (B), recebo (R) y cebo (C). El tratamiento matemático de los datos se ha realizado utilizando los software WINISI, EXCEL y MATLAB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos de optimización del rango de medida, proporcionaron información de interés en cuanto a la interacción de la radiación con cada tipo de muestra. Así fue posible el conocer que determinadas zonas del espectro, presentaban niveles de ruido excesivas. Finalmente se han considerado como rangos óptimos de análisis los de 440 a 2100 nm y 520-1800 nm para animal vivo y canal, y los de 520 a1920 nm, 490-2190 nm y 500-2200 nm, para tejido adiposo con piel, sin piel y lateral respectivamente. La Tabla 1 muestra los resultados de 10 de los 72 modelos de clasificación obtenidos por García Molina (2009). Se trata de modelos

para discriminar entre tres (B, R y C) y dos (B, C) categorías comerciales, y utilizando diferentes formas de análisis.

Tabla 1. Porcentaje de muestras correctamente clasificadas obtenidas en el instrumento ASD tras la aplicación del análisis discriminante mediante regresión PLS2.

Modelos	Formas de presentación de muestra				
	Vivo N = 162	Canal N = 410	Tejido adiposo con piel N = 410	Tejido adiposo sin piel N = 410	Tejido adiposo lateral N = 410
3 categorías	91,35%	96,58%	91,70%	91,20%	90,48%
	Vivo N = 44	Canal N = 44	Tejido adiposo con piel N = 44	Tejido adiposo sin piel N = 44	Tejido adiposo lateral N = 44
2 categorías	100%	100%	100%	100%	100%

En el caso de tres categorías comerciales, es el análisis de canal a nivel de línea de sacrificio, el que permite la obtención con un mayor porcentaje de muestras correctamente clasificadas (96, 58%). El análisis NIRS de animales vivos, permite el desarrollo de modelos con un elevado número de muestras correctamente clasificadas (superior al 90%), siendo el poder discriminatorio de estos modelos muy similar al de los obtenidos con tejido adiposo analizado "at-line". Los modelos desarrollados con idénticos animales y diferentes formas de presentación, permiten clasificar correctamente el 100% de muestras, en dos categorías comerciales (B, C), de precios muy diferentes. Otros autores han desarrollado modelos de clasificación, utilizando técnicas destructivas, más lentas y de mayor coste. Así Vieira (2007) obtuvo un 65% de muestras correctamente clasificadas, analizando el contenido de hidrocarburos lineales. Las posibilidades de uso el análisis de isótopos para la caracterización de canales de cerdo Ibérico de bellota y pienso, han sido confirmadas tanto por González- Martín et al. (2001) en muestras de tejido hepático, al emplear no sólo la proporción del isótopo ¹³C del carbono sino también la del isótopo del azufre (³⁴S), como por Delgado et al, (2007) en muestras de lomo con la relación entre isótopos ¹⁵N/¹⁴N. Los resultados obtenidos en canal, a nivel de línea de sacrificio, y mediante uso de sonda de fibra óptica, situada directamente sobre el animal vivo, abre numerosas expectativas para la incorporación de la tecnología en el control individual de animales en campo y en matadero.

Agradecimientos. El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto Seguridad y Trazabilidad en la Cadena Alimentaria usando NIRS (Nº 3713), financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y empresa de la Junta de Andalucía. Los autores quieren agradecer la colaboración técnica de Manuel Sánchez Calderón y M^a Carmen Fernández Fernández del Dpto. de Producción Animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Pedro E., Garrido A., Pérez Marín D., Guerrero J.E. y López López A., (2007) a. Control individualizado de cerdos Ibéricos "in vivo", en campo y sobre la canal en matadero mediante tecnología NIRS. ITEA 28 (Tomo II): 630-632. •De Pedro, E., A. Garrido, A. Lobo, P. Dardenne and I. Murray. (1995). Objective classification of Iberian pig carcasses: GC versus NIRS. p. 291-295. In G.D. Batten et al. (ed.) Leaping ahead with near infrared spectroscopy. NIR Spectroscopy Group. Royal Australian Chemistry Institute, Melbourne, Australia. •De Pedro E.; De La Haba M.J.; García J. and Garrido A., (2007)b. Evaluation of iberian pig carcasses based on NIR spectra of pork loins. In "5th International Symposium of the Mediterranean Pig" Options Méditerranéennes. Ser A Séminaires Méditerranéennes. nº 76. pp 219 - 223. Eds: AUDIOT A., CASABLANCA F., MONIN G., CIHEAM, INRA, SEAE.

Edita: Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. •Delgado Huertas A., De Pedro Sanz E., García Olmo J and Reyes E., 2007. 15N/14N ratio and quality control of Iberian pig carcasses. In "5th International Symposium of the Mediterranean Pig" Options Méditerranéennes. Ser A Séminaires Méditerranéennes. n° 76. Eds: A. Audiot, F. Casablanca, G. Monin, CIHEAM, INRA and SEAE. Edita Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. pp: 231-217. •García Molina, P (2009). Evaluación de la Tecnología NIRS para su uso "on line" en la industria del cerdo Ibérico. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba. •García-Olmo J.; Garrido-Varo A. and De Pedro E. (2004). Comparison of NIR chemometric models to recognize the type of feeding of Iberian pigs. In "Near Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference" pp 501-504. Edtrs. A.M. C. Davies and A. Garrido-Varo. Publish. NIR Publications, 6 Charlton Mill, Charlton, Chichester, West Sussex UK •González-Martín I., González-Pérez C., Hernández-Méndez J. and Sánchez-González C. (2001). Differentiation of dietary regimen of Iberian swine by means of isotopic analysis of carbon and sulphur in hepatic tissue. Meat Sci. 58:25-30. •Hervás C., Garrido A., Lucena B., García N., De Pedro E. (1994). J. Near Infrared Spectrosc. 2, 177-184. •Shenk J.S., Workman J.J. y Westerhaus M.O. 2001. Application of NIR Spectroscopy to Agricultural Products. Handbook of Near Infrared Analysis. Second Edition. Burns D.A. y Ciurczak E.W. (Eds.). Practical Spectroscopy Series, Vol. 27. Marcel Dekker, USA. •Viera I. (2007). Estudio de la influencia del régimen de vida en la composición de ácidos grasos, triglicéridos e hidrocarburos de la grasa subcutánea del cerdo Ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

THE USE OF "ON LINE" NIRS TECHNOLOGY IN THE IBERIAN PIG INDUSTRY

ABSTRACT. At present, the inspection controls established for the Iberian pig are based upon "on farm" inspector visits and fatty acid analysis done in one fat sample taken from a group of animals from the same producer. That system is very time consuming and expensive, and not objective enough to fulfill the increasing consumer demands from regional, national, and international markets. Another downside of the system is that it does not provide information about the production and quality of each individual ham. The main aim of this paper is to demonstrate the potentiality of NIRS for the "in-situ" and on-line" analysis of live animals and carcasses. The results obtained show that accurate predictive discriminant models can be developed to discriminate among animals and carcasses according the feeding system. The discriminate models correctly classifies more than 90% of animals, carcasses and adipose tissue, reaching the maximum value of 96.58% in carcasses analysed at the slaughter line

Keywords: *Near Infrared (NIRS), Iberian pig, quality control.*

DESARROLLO DE UN MÉTODO DE ANÁLISIS POR INYECCIÓN DE FLUJO Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL ÁCIDO OLEICO EN UN HIDROLIZADO DE MÚSCULO

Muñoz, R.¹, Vilaró, F.², Eras, J.³ Estany, J.¹ y Tor, M.¹

¹Departament de Producció Animal. ² Serveis Científico-tècnics. ³Departament de Química. Universitat de Lleida. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198. Lleida.

Rebeca@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

Tanto la cantidad como la calidad de la grasa son esenciales para una buena dieta (Williams, 2000). Se ha demostrado que los ácidos grasos monoinsaturados, y el ácido oleico en particular, tienen propiedades cardiosaludables, ya que aceleran la reducción del nivel de lipoproteínas de baja densidad tras las comidas (Jackson et al., 2005). Por ello, cada vez hay más interés por modificar la composición de los lípidos de los alimentos con fines nutritivos. En el caso de la carne de cerdo, además, dado que el contenido de ácido oleico se relaciona más estrechamente con la grasa intramuscular que con la grasa subcutánea (Reixach, 2008), el contenido de ácido oleico en músculo podría ser un buen criterio de selección para mejorar tanto la calidad como el contenido de grasa intramuscular. Ello sólo es posible si se dispone de un método de determinación del contenido de oleico en carne que sea de fácil uso. En este estudio se presentan los resultados preliminares para el desarrollo de un método de cuantificación del ácido oleico en músculo, con gran capacidad de trabajo, y que sea rápido y económico. El método utiliza un sistema de inyección de flujo (FIA) acoplado a un espectrómetro de masas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para desarrollar el nuevo método se utilizaron diez muestras de músculo *gluteus medius* de cerdos Duroc. Las muestras a 24 horas *postmortem* fueron envasadas al vacío y conservadas a -40° C. Después de eliminar el tejido graso y el tejido conectivo se picaron y homogeneizaron. Para la saponificación de los ácidos grasos se empleó KOH al 85% (Panreac, Spain) en metanol (Merck, Germany). Para la hidrólisis y extracción de los ácidos grasos se ha seguido el protocolo descrito por Aldai et al. (2006), utilizando como patrón interno 0.2 mg de tripentadecanoína. El sistema utilizado es un módulo de separación Waters Alliance 2690 acoplado a un espectrómetro de masas Micromass ZMD 2000MS. Se empleó un sistema de ionización por electrospray con registro en negativo, con voltaje capilar de 2KV, un voltaje de cono de 10 V, y un voltaje al extractor de 3V. El flujo de inyección fue de 0.3 mL/min, la temperatura de desolvatación de 250°C y el flujo del gas N₂ 400 L/h. La fase móvil fue una mezcla de acetonitrilo y agua (92:8, v/v) con 0.01% de amoniaco. Para la caracterización de cada ácido graso se registró en modo scan en el intervalo 200-300 m/z. Para el desarrollo cuantitativo del método se utilizó el modo de registro SIR (Single Ion Recording) con un canal para el analito a determinar y un canal para el patrón interno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha comprobado que en un espectrómetro de masas y mediante la ionización por electrospray se produce la ionización de los ácidos grasos libres en su forma [M-H]⁻ (Figura 1). Tal como se puede ver en la Tabla 1, en el caso de la carne de cerdo y utilizando un canal de registro para cada ácido graso, es posible detectar por separado todos los ácidos grasos mayoritarios, sin que se produzcan solapamientos entre las señales de cada uno de ellos. Ello supone la posibilidad de analizar una mezcla, suprimiendo la fase de separación cromatográfica previa, que utilizan los métodos de análisis convencionales. Puesto que se envía directamente la mezcla al detector se logra un tiempo de análisis de menos de un minuto, lo que debería permitir el análisis

de grandes lotes de muestras en periodos cortos de tiempo. Se ha iniciado el desarrollo de un método cuantitativo para el ácido oleico mediante este sistema y se han establecido los límites de detección y cuantificación en 5,3 $\mu\text{g/mL}$ y 6,5 $\mu\text{g/mL}$ respectivamente. Por otro lado se ha demostrado la linealidad de la curva de respuesta, en un rango que abarca sobradamente la variabilidad de la concentración del ácido oleico en el músculo (Figura 2). Se ha determinado la precisión de la metodología realizando tres repeticiones técnicas en 10 muestras de carne distintas, obteniéndose un coeficiente de variación medio del 4,4%. A la espera de realizar la validación cruzada del método con la técnica convencional de cromatografía de gases en columna capilar, se puede lanzar la hipótesis de que, con esta metodología, podría ser posible el análisis cuantitativo del ácido oleico en un hidrolizado de carne en menos de un minuto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldai, N., Osoro, K., Barrón, L.J.R y Nájera, A. 2006. J. Chroma. A 1110: 133-139.
- Gosetti, G., Mazzucco, E., Gianotti, V., Polati, S. y Gennaro, M.C. 2007. J. Chroma. A 1149: 151-157.
- Jackson, K.G., Wolstencroft, E.J., Bateman, P.A., Yaqoob, P., y Williams, C.M. 2005. Am. J. Clin. Nutr. 81: 25-34.
- Reixach, J. 2008. Diploma de estudios avanzados. Universitat de Lleida.
- Williams, C.M. 2000. Ann. Zootech. 49: 165-180.

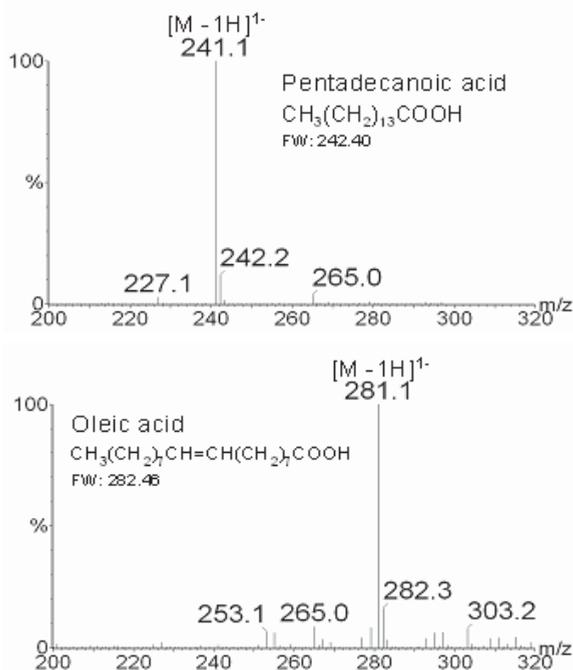


Figura 1. Espectro de masas de los ácidos grasos pentadecanoico y oleico, con un voltaje capilar de 2.7 KV y de cono de 30 V.

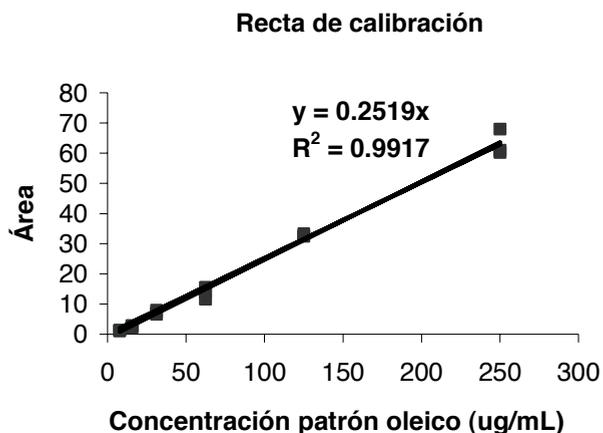


Figura 2. Recta de respuesta para el ácido oleico.

Tabla 1. Valores m/z registrados de los ácidos grasos mayoritarios en la carne de cerdo.

C14:0	C15:0	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C20:0	C18:2	C20:4	C18:3
227.1	241.1	255.1	283.2	253.1	281.1	311.2	279.2	303.2	277.1

Agradecimientos: Trabajo financiado mediante el proyecto MEC AGL2006-01243. Agradecemos a Teresa Giró, Anna Naco su ayuda en los análisis de laboratorio.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DETERMINING OLEIC ACID CONTENT IN MEAT USING FLOW INJECTION ANALYSIS/MASS SPECTROMETRY

ABSTRACT. This study aims at developing a new method for determining oleic acid content in fresh meat using flow injection and tandem mass spectrometry. Fat hydrolysis and fatty acid extraction was performed by hot saponification. Fatty acid characterization was made by full data acquisition over the range m/z 200-300. Quantitation was based on the most abundant ion of each fatty acid, which was quantified by Single Ion Recording (SIR) mode. The detection and quantitation limits for oleic acid were 5.3 and 6.5 $\mu\text{l/mL}$, respectively. The method proved to be linear within 0 and 259 $\mu\text{g/mL}$.

Keywords: oleic acid determination, FIA/MS method, intramuscular fat

ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE JAMONES IBÉRICOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA.

Mateos¹, A., Daza¹, A y López Bote² C.J.

¹ Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica. 28040 Madrid.

² Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid
argimiro.daza@upm.es

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la influencia del sistema de alimentación y del peso del jamón sobre la composición tisular de jamones de cerdo Ibérico tiene un indudable interés para el sector industrial dada la incidencia que puede tener tal composición en el proceso de curado y, en definitiva, en la calidad final del producto. La utilización de la técnica de impedancia bioeléctrica ha sido utilizada para predecir la composición tisular y química de canales de ganado porcino (Marchello et al., 1999 ; Swantek et al., 1999 ; Daza et al., 2006b). En este experimento se pretende estudiar que ayuda puede aportar la técnica precitada para poder estimar la composición tisular de jamones ibéricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 20 jamones izquierdos, con $10,75 \pm 0,67$ kg, procedentes de 32 cerdos castrados de la línea Torbiscal (El Dehesón del Encinar, Oropesa, Toledo, Junta de Comunidades de Castilla –La Mancha) que iniciaron el periodo de acabado con 100,2 kg de peso vivo (sem = 2,42 kg) y lo finalizaron con 143,7 kg (sem = 3,12 kg). Durante el periodo de acabado cuatro grupos de ocho cerdos, fueron sometidos a los sistemas de alimentación siguientes:

M1 = montanera exclusiva durante 111 días

M2 = 28 días alimentados con pienso en confinamiento y 83 días de montanera exclusiva

M3 = 63 días alimentados con pienso en confinamiento y 46 días de montanera exclusiva

PI = alimentados con un pienso “*ad libitum*” en estabulación durante 111 días

El pienso utilizado contenía 3100 kcal de energía metabolizable por kg, 14,07% de proteína bruta, 4,03% de grasa bruta y 4,48% de fibra bruta.

Después del sacrificio y del despiece de las canales, cinco jamones por tratamiento fueron elegidos al azar. Los jamones fueron pesados en una balanza de alta precisión y, mediante un aparato de impedancia bioeléctrica (BIA, Bioelectrical Body Composition Analyzer Quantum II, RJL Systems, Detroit, USA) se tomaron medidas de resistencia (RS) y reactancia (XC) bioeléctricas colocando dos electrodos del aparato en la cara externa del jamón, separados entre sí, aproximadamente 8 cm, por encima (RS₁ y XC₁) o por debajo (RS₂ y XC₂) del corvejón y, para cada medición, otros dos electrodos en la cara externa, también separados 8 cm entre sí, en la zona de la punta del jamón. Posteriormente, mediante bisturí, fueron separados los tejidos epitelial, óseo (incluyendo pezuña), magro y graso (separando adecuadamente la grasa intermuscular y subcutánea) procediendo seguidamente al pesaje, mediante balanza electrónica, de las distintas fracciones tisulares.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de covarianza que incluyó como covariable el peso del jamón y como efecto fijo el sistema de alimentación. Cuando la covariable indicada no era significativa ($P > 0,05$) se procedió a retirarla del modelo estadístico. La relación entre el peso y porcentajes de los tejidos (variables dependientes) y el peso del jamón y las medidas de impedancia bioeléctrica precitadas (variables independientes) se estudió mediante análisis de regresión simple y múltiple con la ayuda del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 puede observarse cómo los jamones de los cerdos que fueron acabados con pienso en estabulación tuvieron mayor cantidad de grasa intermuscular, resultado probablemente relacionados con la mayor ingestión energética de los cerdos de pienso (Daza et al., 2006a). Los jamones de los cerdos acabados con pienso en confinamiento tendieron ($P < 0,10$) a presentar menor porcentaje de piel. El análisis de contrastes entre los jamones M con los PI resultó que los jamones M tuvieron más hueso y grasa total ($P < 0,05$) que los PI, mientras que los PI tuvieron más grasa intermuscular y magro ($P < 0,05$) que los M.

Como cabía esperar, el peso del jamón tuvo un efecto positivo y significativo sobre las cantidades absolutas de hueso, grasa y magro del mismo, pero el peso de la piel no estuvo afectado por el peso del jamón (Tabla 2). En canales de cerdos Ibéricos, Daza et al (2006b) no encontraron relación entre el peso de la piel y el peso al sacrificio de los animales. Los porcentajes de hueso y de piel se reducían significativamente conforme aumentaba el peso del jamón, lo que concuerda con Daza et al (2006b), pero, como puede inferirse de la Tabla 2, los de grasa y magro no estuvieron relacionados significativamente con el peso del jamón debido al bajo coeficiente de variación del peso de los jamones utilizados (6,2%).

La introducción de la conductancia XC_1 en la ecuación de regresión que relacionaba la grasa intermuscular con el peso del jamón aumentó el coeficiente de determinación en un 17% y esta variable bioeléctrica explicaba el 26% de la variabilidad del porcentaje de grasa intermuscular en el jamón. La relación entre la resistencia RS_1 y el porcentaje de grasa total no fue significativa pero esta variable explicaba el 16% de la variación del porcentaje de grasa total del jamón frente a tan sólo el 7% explicado por el peso del jamón. La relación entre el porcentaje de piel y la variable RS_2 fue negativa y significativa y esta variable explicaba el 43% de la variabilidad del porcentaje de piel del jamón.

Se concluye que dos medidas de resistencia-reactancia no son suficientes para poder establecer "a priori" ecuaciones de relación que permitan estimar "a posteriori" mediante ecuaciones de predicción, la composición tisular del jamón ibérico. Se sugiere, por ende, ampliar el número de medidas y/o variar los puntos de colocación de los electrodos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daza, A., Mateos, A., López Carrasco, C., Rey, A., Ovejero, I. y López-Bote, C. 2006a. Meat Sci. 72: 1-8.
- Daza, A., Mateos, A., Ovejero, I. y López-Bote, C.J. 2006b. Meat Sci. 72: 43-46.
- Marchello, M.J., Berg, P.T., Swantek, P.M., Tilton, J.E. 1999. Liv. Prod. Sci. 58: 151-157.
- SAS. 1999. Use'r guide, Cary, NC, Sas Institute Inc.
- Swantek, P.M., Marchello, M.J., Milton, J.E. y Crenshaw, J.D. 1999. J. Anim. Sci. 77: 169-177.

ESTIMATION OF THE TISSUE COMPOSITION OF IBERIAN HAMS BY MEANS BIOELECTRICAL IMPEDANCE

ABSTRACT. Twenty Iberian hams were used in order to study the estimation of tissue composition of Iberian hams by means bioelectric impedance. The hams from Iberian pigs that were finished with formulated diet in confinement had higher ($P < 0.05$) intermuscular fat than those Iberian pigs finished under free-range conditions. The ham weight had significant influence ($P < 0.001$) on the bone, subcutaneous fat, intermuscular fat, total fat and lean amounts. However, the ham weight had not significant effect on subcutaneous, intermuscular and total fat and lean percentages in the ham. The bone and skin percentages in the ham decreased as increased the ham weight. Although ham weight accounted for 40% of the variation in intermuscular fat quantity in ham, the addition of the bioelectrical variable reactance to regression equation increased the determination coefficient a 17%. The reactance accounted for 26% the variation in intermuscular fat percentage, whereas two different resistance measures accounted for 16% and 43% of the variation in total fat and skin percentages in ham respectively. In this experiment, the bioelectrical impedance measures used have not been suitable for estimate the tissue composition of Iberian hams.

Further studies with bioelectrical impedance procedures are needed to validate their potential application in Iberian hams.

Key words: Bioelectrical impedance, composition ham, Iberian pig.

Tabla 1. Efecto del sistema de alimentación sobre la composición tisular (kg) del jamón de cerdos Ibéricos.

Sistema de Alimentación	M1	M2	M3	PI	SEM	P <	P cov <	Contraste M vs PI
Peso Hueso	1,61	1,70	1,65	1,64	0,035	0,37	0,0007	0,0034
Peso Grasa Subcutánea	2,84	2,98	2,81	2,66	1,04	0,32	0,007	0,077
Peso Grasa Intermuscular	0,71 ^a	0,74 ^a	0,77 ^a	0,92 ^b	0,040	0,01	0,49	0,0010
Peso Grasa Total	3,64	3,73	3,58	3,54	0,11	0,74	0,004	0,01
Peso Magro	5,05	4,84	4,93	5,24	0,17	0,51	0,003	0,0001
Peso Piel	0,111	0,112	0,108	0,104	0,10	0,78	0,20	0,36
% Hueso	15,68	16,46	16,15	15,34	0,37	0,19	0,07	0,10
% Grasa Subcutánea	27,90	28,54	27,23	25,87	0,91	0,29	0,90	0,082
% Grasa Intermuscular	7,32	7,38	7,62	7,85	0,36	0,77	0,35	0,36
% Grasa Total	35,22	35,92	34,85	33,72	1,06	0,61	0,68	0,22
% Magro	47,94	46,50	47,92	50,04	1,14	0,22	0,27	0,06
% Piel	1,15	1,12	1,07	0,89	0,065	0,06	0,33	0,007

Tabla 2. Relación entre el peso (g) y porcentaje de los tejidos del jamón y variables de cómoda medición en el jamón de cerdos Ibéricos.

ECUACIÓN DE REGRESIÓN	R ²	RSD	P <
Peso del hueso (g) = 356,9 + 0,12 .PJ (g)	0,72	75,91	0,0001
Peso grasa subcutánea (g) = 702,4 + 0,20. PJ (g)	0,50	201,0	0,0005
Peso grasa intermuscular = -25,72 + 0,076- PJ	0,40	92,16	0,0025
Peso grasa intermuscular (g) = - 93,5 + 0,087. PJ (g) - 0,23. XC ₁	0,57	62,8	0,0007
Peso grasa total (g) = 676,7 +0,27. PJ (g)	0,60	227,0	0,0001
Peso magro (g) = -1158,9 +0,58. PJ (g)	0,75	337,7	0,0001
Peso piel (g) = 111,6 - 0,00024 PJ (g)	0,00	14,25	0,94
% Hueso = 27,63 – 0,18. PJ	0,24	0,79	0,03
% Grasa subcutánea =34,66 - 0,00068. PJ	0,08	2,21	0,21
% Grasa intermuscular = 7,66 - 0,000011.PJ	0,00	0,86	0,96
% Grasa intermuscular = 7,96 – 0,0020. XC ₁	0,26	0,73	0,02
% Grasa total = 42,30 – 0,000869.PJ	0,07	2,51	0,25
% Grasa total = 37,10 – 0,0028 RS ₁	0,16	2,36	0,07
% Magro = 35,93 + 0,0011. PJ	0,17	2,50	0,07
% Piel = 2,16 – 0,00010. PJ	0,35	0,14	0,001
% Piel = 1,27- 0,00026 RS ₂	0,43	0,13	0,001

PJ = peso del jamón (g), RS = resistencia eléctrica en ohmios, XC = reactancia en ohmios, R² = coeficiente de determinación, RSD = desviación residual estándar, P= probabilidad

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS Y VITAMINA E DE LA GRASA SUBCUTÁNEA DEL CERDO IBÉRICO SOBRE SU ESTABILIDAD OXIDATIVA ANALIZADA MEDIANTE RANCIMAT

González, E.¹, Pimienta, J.¹, Tejada, J.F.¹, Sánchez, J.² y Hernández, A.¹

¹Escuela de Ingenierías Agrarias, Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Extremadura, Ctra. de Cáceres s/n, 06071 Badajoz. malena@unex.es

²Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX), Junta de Extremadura, Apartado 20107. Badajoz

INTRODUCCIÓN

Para obtener un producto crudo curado de calidad sensorial superior se necesita la presencia de ácidos grasos insaturados, que una vez oxidados produzcan notas de flavor agradables (López et al., 1992; Carrapiso et al., 2002). Sin embargo, un exceso de oxidaciones puede llevar a la presencia en los productos curados de sabores enranciados que merman su calidad sensorial y nutricional. Estas oxidaciones pueden verse disminuidas mediante la presencia de antioxidantes tipo tocoferoles. Como ejemplo de producto excepcional se encuentra aquellos derivados de la explotación del cerdo Ibérico en la fase final de cebo en montanera que le aporta grasa insaturada pero también tocoferoles antioxidantes (González et al., 2006). Los estudios de estabilidad oxidativa llevadas a cabo sobre estos productos se realizan en carne fresca mediante el método de la peroxidación inducida con hierro-ascorbato (González et al., 2006) o mediante el estudio del TBA bajo condiciones de refrigeración a distintos días de almacenaje (González y Tejada, 2007). Sería interesante realizar estos mismos estudios pero sobre una muestra de grasa, cuya toma en matadero es sencilla y no tiene interés comercial. Por otra parte, el método Rancimat se ha mostrado eficaz para determinar la estabilidad oxidativa en aceites (Morelló et al., 2004), pero no ha sido utilizado para grasas de animales. El objetivo del trabajo consiste en estudiar si el método Rancimat tiene utilidad para averiguar la estabilidad oxidativa de la grasa subcutánea que permita posteriormente tomar decisiones sobre el tiempo de curación de las piezas curadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizan un total de 18 cerdos Ibéricos puros criados en condiciones de extensividad durante el periodo final de cebo (montanera). Se sacrificaron a un peso vivo de 178 kg. Las muestras de grasa subcutánea se recogían de la zona lumbar. La composición de ácidos grasos se realiza sobre grasa extraída por medio del uso del microondas, como lo describe De Pedro et al. (1997), y era determinada por cromatografía de gases después de una transesterificación ácida en presencia de ácido sulfúrico (5% de ácido sulfúrico en metanol) (Cava et al., 1997). Los resultados se expresan como porcentaje del total de ácidos grasos y se analizan un total de once ácidos grasos. De ellos, en este trabajo, sólo se reflejan los mayoritarios. La determinación del contenido de vitamina E se llevó a cabo mediante HPLC. La estabilidad de la grasa frente a la presencia de oxígeno se determinó como tiempo de inducción (en horas) mediante la aplicación del método de Rancimat. En este método se utiliza la grasa subcutánea únicamente picada y se usa 2,5 g de grasa que se calienta a 100°C y se airea con 20 l de aire a la hora. Se mide el tiempo (en horas) a los que se inicia la peroxidación. Para el análisis de los datos se utiliza el paquete estadístico SPSS v.15 (2008). La descripción de los mismos se efectúa mediante la media, desviación estandar (DE) y el rango. Se realizó un análisis de regresión simple para relacionar las horas de inducción mediante el método Rancimat con cada una de las variables descritas (ácidos grasos y vitamina E). También se realizó un análisis de regresión múltiple para introducir en el modelo de predicción los dos componentes que pueden intervenir en la estabilidad oxidativa de la grasa subcutánea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia que el sistema de producción extensivo en la fase final de cebo (montanera) ejerce sobre la composición del tejido adiposo subcutáneo del cerdo Ibérico se refleja en la Tabla 1. Es característico de este sistema de producción la presencia en los tejidos corporales de niveles elevados de ácidos grasos monoinsaturados y bajos de saturados. Los niveles de tocoferoles también reflejan la alimentación recibida en esta fase. La hierba y la bellota consumida aportan alfa y gamma tocoferol. Es la presencia de este último en tejido subcutáneo lo que identifica la alimentación con bellotas en esta fase ya que la bellota es rica en gamma tocoferol (Daza et al., 2005, González et al., 2006). La importancia de los factores prooxidantes y antioxidantes sobre la estabilidad oxidativa medida mediante el aparato Rancimat queda patente al analizar los coeficientes de regresión presentados en la Tabla 2. Aparecen con valores negativos aquellos ácidos grasos que contiene dos o tres dobles insaturaciones (es decir cuanto mayor es la cantidad de linoleico y linolénico más rápida será la oxidación y por tanto tendrá un menor tiempo de inducción). Es destacable el valor positivo del oleico y negativo del esteárico. En cuanto a los factores antioxidantes, la vitamina E (tanto alfa como gamma tocoferol) provocan un incremento en las horas a las cuales se produce el inicio de las oxidaciones. Cuando realizamos una ecuación de predicción mediante regresión múltiple para introducir en el modelo los dos factores, observamos que la mejor predicción se origina con el total de la vitamina E y el porcentaje de linolénico (C18:3). Aunque con peores predicciones, les sigue la utilización del valor del índice de peroxidación, la del total de poliinsaturados y del ácido linoleico.

Tabla 1: Composición de ácidos grasos (% sobre el total de los ésteres metílicos de los ácidos grasos), contenido en vitamina E y tiempo de inducción (h) medido con método Rancimat del tejido subcutáneo y coeficientes de regresión.

	Media	DE	Min	Max	Coefficientes Regresión ¹
C16	19,0	0,7	17,7	20,2	0,21
C18	9,2	0,7	8,2	10,6	-0,31
C18:1	54,2	1,0	52,1	56,4	0,46
C18:2	10,0	0,5	9,0	10,7	-0,51*
C18:3	1,3	0,3	0,9	1,9	-0,85*
∑ SAT	30,2	1,2	28,1	33,0	-0,06
∑ MONO	58,5	1,1	56,5	60,8	0,47*
∑ POLI	11,3	0,7	9,9	12,5	-0,70*
IP	14,0	0,9	12,4	15,7	-0,76*
α Tocoferol (μ/g)	7,7	1,2	6,4	10,8	0,69*
γ tocoferol (μ/g)	1,6	0,3	1,0	2,4	0,48*
Total vitamina E (μ/g)	9,3	1,4	7,4	12,2	0,75*
Tiempo inducción (h)	11,2	1,6	8,7	14,6	

¹ Los coeficientes de regresión relacionan el tiempo de inducción con cada una de las variables. Los marcados tienen una significación $p < 0,05$

DE: Desviación Estandar

IP (Índice de Peroxidación) = $0,025 \times \text{g monoenoico} + 1 \times \text{g dienoico} + 2 \times \text{g trienoico} + 4 \times \text{g tetraenoico}$

Se puede concluir que la utilización del método Rancimat, para conocer la estabilidad oxidativa de la grasa subcutánea, puede tener interés para estimar los tiempos de procesado de los productos curados derivados de la producción de cerdo Ibérico.

Tabla 2: Ecuaciones de predicción del tiempo de inducción (en horas) mediante los factores antioxidantes (vitamina E) y prooxidantes (ácidos grasos con insaturaciones) de grasa subcutánea de cerdo Ibérico.

	Intersección	Coeficientes		p-nivel	p-modelo	R ²	RSD
		Beta	B				
	11,43			0,0000	0,0000	0,877	0,606
C18:3		-0,64	-3,98	0,0000			
Total VIT E		0,45	0,54	0,0005			
	20,12			0,0000	0,0000	0,848	0,674
IP		-0,57	-1,07	0,0001			
Total VIT E		0,55	0,66	0,0001			
	19,46			0,0001	0,0000	0,812	0,748
Σ POLI		-0,53	-1,32	0,0004			
Total VIT E		0,59	0,71	0,0001			
	17,88			0,0040	0,0001	0,720	0,915
C18:2		-0,41	-1,43	0,0097			
Total VIT E		0,69	0,82	0,0002			
	-11,74			0,4414	0,0014	0,583	1,115
Σ MONO		0,18	0,27	0,3343			
Total VIT E		0,67	0,79	0,0026			

R² = coeficiente de determinación

RSD: Desviación estándar residual

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrapiso A.I., et al. 2002. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1996–2000.
- Cava, R., et al. 1997. *Meat Science*, 45, 263-270.
- Daza A., et al. 2005. *Meat Science*, 69, 151-163.
- De Pedro, E., et al. 1997. *Meat Science*, 45, 45-51.
- González E. et al. 2006. *Food Science and Technology International*, 12, 57–66.
- González E. y Tejeda J.F., 2007. *Animal*, 1:7, 1060–1067.
- López M.O., et al. 1992. *Meat Science*, 31, 267–277.
- Morelló, J.R., et al. 2004. *Food Chemistry*, 85:3, 357-3

EFFECT OF FATTY ACIDS COMPOSITION AND VITAMINE E ON IBERIAN PIG SUBCUTANEOUS FAT OXIDATIVE STABILITY ANALYZED BY RANCIMAT

ABSTRACT. The stability of fat against oxygen was determined as induction time by applying the Rancimat test. The two compositional factors of lipids that determine their susceptibility to oxidation are the fatty acid composition and inherent antioxidant compounds. Free-range rearing of Iberian pigs, based on acorns and grass, provides a source of natural α -tocopherol and γ ω -tocopherol in adipose tissue with subsequent positive effect on the susceptibility of tissues to lipid oxidation. In addition, this pigs show low level of saturated fatty acid contents and high level of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. The vitamin E and linolenic acid content determine the oxidating stability of the fat.

Keywords: Iberian pigs, oxidative stability, vitamine E, fatty acid

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LINO EN LA DIETA DE CEBO DE TERNEROS SOBRE EL ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y EL COLOR DE LA GRASA

Albertí¹, P., Ripoll¹, G. Panea¹, B. y Joy¹, M.

¹CITA de Aragón Avda. Montañana, 930. 50059 Zaragoza. palberti@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Para la obtención de carnes de vacuno más saludables se están incluyendo ingredientes en los concentrados, como la semilla de lino, con el fin de aumentar los porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados de la grasa intramuscular. Estos nuevos ingredientes en la formulación de piensos de cebo de terneros podrían modificar la composición de la canal o el color de la grasa subcutánea, dos de los aspectos que utilizan los entradores en la valoración comercial de la canal. Además, cada mercado demanda un tipo de animal con unos niveles de acabado o engrasamiento bastante concretos, penalizando económicamente la falta o el exceso de grasa en la canal. La determinación del estado de engrasamiento se puede hacer por palpación o de forma más cuantificable y objetiva mediante ultrasonidos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la inclusión de un 5% de semilla de lino en las características comerciales de la canal de terneros añejos, y determinar el momento del sacrificio por el espesor de grasa subcutánea mediante ultrasonidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 46 terneros de raza Pirenaica en un diseño factorial 3x2. Tres dietas: 1- pienso estándar, 2- pienso con un 5% de semilla de lino, 3- pienso con 5% de semilla de lino y una suplementación de 200 mg de vitamina E/kg de pienso. Dos niveles de engrasamiento 3 mm y 4 mm de espesor de grasa dorsal en los terneros al sacrificio (Albertí et al., 2007). La medida del espesor de la grasa subcutánea se fue comprobando mediante ecografía a lo largo del cebo, para determinar el momento del sacrificio de los terneros. Se utilizó un ecógrafo Aloka modelo SSD-900 con una sonda multifrecuencia UST-5710 de 7.5 MHz y de 62 mm de longitud. Se determinaron los espesores de la grasa subcutánea y del músculo *Longissimus thoracis y lumborum* medidos a dos distancias (4 y 6 cm de la espina dorsal) y en dos regiones: en la 13ª vértebra torácica (perpendicular a la espina dorsal) y en la 4ª vértebra lumbar (paralelo a la espina dorsal). Después del sacrificio de los animales se realizó el despiece comercial del corte pistola (bola más lomo desde la 5ª vértebra) y se calculó el porcentaje de cada categoría de carne: extra (solomillo), primera (lomo, babilla, tapa, contra, cadera + rabillo, redondo, culata de contra), segunda (morcillo) y tercera (recortes de carne), así como la composición tisular, separando el hueso y la grasa de recorte de las piezas de carne y expresándolo en porcentaje del peso total. Además se realizó la disección de la 10ª costilla para determinar su composición tisular. Para el análisis químico del músculo *Longissimus dorsi* se determinó la materia seca, el nitrógeno, la grasa intramuscular y las cenizas siguiendo la metodología de AOAC (1990). El color de la grasa subcutánea se midió con un espectrofotómetro Minolta CM 2600d a la altura de la 10ª costilla, tomando la media de dos lecturas. El tratamiento estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de la varianza con el modelo GLM en el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la composición tisular del despiece comercial del corte pistola y de la 10ª costilla (Tabla 1) se aprecia que las canales de los terneros cebados con la dieta testigo presentaron una mayor proporción de músculo y menor de grasa y hueso. No obstante, estas diferencias tisulares no se reflejaron en la proporción de categorías comerciales ya que no hubo diferencias entre dietas. Aunque las dietas fueron isotroféicas e isoenergéticas, la distinta composición de los piensos en los que se añadió semilla de lino puede ser la razón de que se hayan encontrado diferencias entre dietas en la composición tisular. Los terneros sacrificados con mayor espesor de grasa subcutánea tuvieron una mayor proporción de grasa de recorte y menores proporciones de músculo y hueso. Sin embargo, para los dos niveles de engrasamiento, las diferencias que se hallaron en la disección de la décima

costilla no fueron significativas, si bien mostraron la misma tendencia que en el corte pistola. La medida de la grasa por ecografía a 6 cm en la 4ª vértebra lumbar (Tabla 2) ofreció mayor precisión y resolución, que la medida a 4 cm de distancia en la misma vértebra o las medidas en la 13ª vértebra torácica y por ello se tomó como referencia para el sacrificio de los terneros. Sin embargo, para la determinación de la profundidad del músculo fue más precisa la medida a la altura de la 13ª vértebra torácica. Los terneros sacrificados con 4 mm de grasa subcutánea presentaron mayor espesor de músculo. En esta fase de acabado los terneros no solamente se engrasaron sino que la raza Pirenaica de aptitud cárnica y por lo tanto tardía en desarrollo, sigue depositando masa muscular a la vez que se engrasa. La dieta de cebo no tuvo efecto significativo en la composición química de la carne (Tabla 3). No obstante se apreció una tendencia a mayor porcentaje de grasa intramuscular en las dietas que contenían lino. Los animales de mayor espesor de grasa subcutánea (4 mm) también presentaron mayor porcentaje de grasa intramuscular. En la Tabla 4 se detallan los parámetros de color de la grasa subcutánea. Su color no varió significativamente por efecto de la composición de la dieta de cebo ni tampoco lo hizo al aumentar el nivel de engrasamiento. Fue una grasa de apariencia blanca muy luminosa. La inclusión de un 5% de semilla de lino en el pienso de cebo en relación al pienso estándar aumentó la proporción de grasa en la canal y en la carne, aunque por ello el color de la grasa no se modificó. La estimación del grado de acabado de los animales mediante ecógrafo se recomienda a la altura de la 4ª vértebra lumbar, a la distancia de 6 cm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Lahoz, F., Panea, B., Joy, M. 2007. ITEA vol extra 28: 762-764.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido cofinanciado por INIA RTA2005-00183-C02 y fondos FEDER. Agradecemos a la Asociación de Pirenaico, Mercazaragoza y Bimarca su colaboración en el desarrollo del trabajo, y a A. Legua por su ayuda en los análisis químicos.

Tabla 1. Composición tisular y categoría comercial del corte "pistola" y composición tisular de la 10ª costilla de terneros de raza Pirenaica cebados con distintos piensos hasta alcanzar dos niveles de engrasamiento.

	Dieta			Engrasamiento		E.E.	Significación	
	Testigo	Lino	LinoVit E	3mm	4mm		Dieta	Eng
Tisular								
Carne, %	78,03 ^a	74,97 ^b	75,75 ^b	77,11	75,24	0,333	**	**
Grasa ¹ , %	4,61 ^b	6,23 ^a	6,30 ^a	4,43	7,09	0,255	*	***
Hueso, %	17,36 ^b	18,80 ^a	17,95 ^{ab}	18,46	17,67	0,176	**	*
Categoría								
Extra, %	5,79	5,59	5,80	5,66	5,79	0,057	ns	ns
Primera, %	89,70	89,73	89,54	89,89	89,42	0,059	ns	***
Segunda, %	4,03	4,19	4,11	4,07	4,16	0,093	ns	ns
Tercera, %	0,48	0,49	0,55	0,38	0,63	0,026	ns	***
10ª costilla								
Carne, %	72,71 ^a	69,11 ^b	69,19 ^b	70,57	69,90	0,488	**	ns
Grasa, %	10,89 ^b	12,94 ^a	13,34 ^a	11,81	13,10	0,413	*	ns
Hueso, %	16,40 ^b	17,95 ^a	17,47 ^b	17,62	17,00	0,202	*	ns

¹grasa de recorte. ns= P>0,05; *=P≤0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001

Tabla 2. Espesor en mm de la grasa subcutánea y del músculo *Longissimus thoracis y lumborum* medido a 4 y 6 cm de la espina dorsal en la 13ª vértebra torácica y en la 4ª vértebra lumbar, determinados por ecografía.

	distancia	Testigo	Lino	LinoVit E	Eng3	Eng4	E.E.	Dieta	Eng
Grasa sub.									
13ª T, mm	4 cm	3,0	3,8	4,0	3,9	3,4	0,54	ns	ns
	6 cm	2,9	3,1	3,2	3,1	3,0	0,11	ns	ns
4ª L, mm	4 cm	2,8	3,1	3,3	3,0	3,2	0,12	ns	ns
	6 cm	2,9	3,4	3,8	2,9	4,0	0,17	ns	0,01
músculo									
13ª T, mm	4 cm	69,3	69,3	69,2	67,7	70,9	0,41	ns	0,001
	6 cm	68,8	70,4	69,1	67,8	71,3	0,45	ns	0,001
4ª L, mm	4 cm	69,7	69,1	69,7	68,3	70,3	0,50	ns	ns
	6 cm	68,4 ^a	64,2 ^b	67,8 ^a	66,4	67,0	0,64	0,017	ns

ns no significativo

Tabla 3. Composición química del músculo *Longissimus dorsi*.

	Testigo	Lino	Lino+VitE	3mm	4mm	E.E.	Dieta	Eng
Materia seca ¹ , %	24,32	25,11	24,53	24,26	25,04	0,140	ns	*
Proteína, %	22,13	22,42	21,75	21,87	22,33	0,174	ns	ns
Grasa intramuscul., %	0,89	1,36	1,42	0,99	1,46	0,108	ns	*
Cenizas, %	0,82	0,82	0,77	0,80	0,81	0,037	ns	ns

¹Expresados en porcentaje de materia fresca; * P<0.05

Tabla 4. Color de la grasa subcutánea medida a las 24 horas del sacrificio.

	Testigo	Lino	Lino+vitE	Eng3mm	Eng4mm	E.E.	Dieta	Engras.
L*	75,50	73,81	72,76	74,25	73,66	0,564	ns	ns
a*	-0,19	0,32	0,82	0,18	0,50	0,198	ns	ns
b*	7,89	8,90	9,14	9,07	8,29	0,377	ns	ns
C*	8,02	8,96	9,29	9,18	8,40	0,382	ns	ns
h	93,03	88,43	87,77	90,69	88,51	1,338	ns	ns

EFFECT OF INCLUDE LINSEED ON THE CONCENTRATE TO FED YOUNGBULLS ON THE CARCASS FATTNESS AND FAT COLOUR

ABSTRACT. The aim of this study was to assess the effect of include a 5% of linseed on the concentrate on the carcass characteristics of young bulls fed until 3 mm or 4 mm subcutaneous fat thickness. Animals fed with linseed diets presented higher trim fat percentage on the retail carcass composition and tended to a higher intramuscular fat percentage on chemical composition of muscle *Longissimus dorsi*, than carcass of animals fed with standard concentrate. The low fat thickness of 3 mm on carcass give small differences on percentage of retail commercial cuts, higher for first cuts and lower for third cuts than of thickness of 4 mm. The ultrasound assessment at 6 cm from the edge of 4th lumbar vertebra was the location that showed the best accuracy to evaluate the subcutaneous fat thickness depot. Subcutaneous fat colour does not change with the inclusion of linseed on the concentrate, neither to level of fat thickness on the carcass.

Keywords: carcass composition, chemical analysis

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LINO EN EL PIENSO DE TERNEROS SOBRE LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE ENVASADA EN ATMÓSFERA MODIFICADA O EN FILM PERMEABLE AL OXIGENO

Albertí¹, P., Olleta², J.L., Roncalés², P., Ripoll¹, G., Muela² E., Panea¹, B., Camo², J. y Joy M¹.

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

²Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013

INTRODUCCIÓN

La carne de terneros cebados con piensos presenta una grasa con una relación $\omega 6/\omega 3$ superior a 16, mientras que EFSA (2005) recomienda que debería estar entre 2 y 10 ya que no existe un consenso sobre la relación óptima. Para mejorar esta relación en la grasa intramuscular de la carne de vacuno se están utilizando ingredientes ricos en ácido linoléico, como las semillas de lino. Como consecuencia del enriquecimiento en ácidos grasos poliinsaturados puede haber un acortamiento de la vida útil de la carne fileteada debido a su mayor sensibilidad a la oxidación lipídica. Para contrarrestar este efecto negativo se recomienda la suplementación con vitamina E en la dieta de los animales debido a su efecto antioxidante en la carne.

El objetivo de este trabajo fue valorar si el tipo de dieta, con semilla de lino y vitamina E, tuvo algún efecto en la vida útil de carne de terneros que había sido conservada congelada envasada al vacío y que tras su descongelación se envasó en atmósfera modificada o en film permeable al oxígeno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 46 terneros de raza Pirenaica en un diseño factorial 3x2. Tres dietas: 1- pienso estándar, 2- pienso con un 5% de semilla de lino, 3- pienso con 5% de semilla de lino y una suplementación de 200 mg de vitamina E/kg de pienso. Dos niveles de engrasamiento 3 mm y 4 mm de espesor de grasa dorsal en los terneros al sacrificio (Albertí et al., 2007).

Se tomaron filetes de 2 cm de grosor del músculo *Longissimus thoracis* que se maduraron durante 48 horas, se envasaron al vacío y se congelaron a -20°C durante 12 meses.

Tras su descongelación, dos filetes de cada animal se envasaron en bandejas cubiertas con film de plástico permeable al oxígeno y se mantuvieron en una cámara a <4°C sin luz durante 9 días (un filete los primeros 6 d y el otro 9 d). Dos expertos evaluaron a 24h, 48h, 6d y 9d su olor debido a oxidación lipídica y a crecimiento microbiano con una escala estructurada de 5 puntos (1 ausencia de olor, 5 olor intenso) y también se midió a esos tiempos el color con un espectrofotómetro Minolta CM2600d.

Otros 46 filetes, que habían tenido la misma conservación que los anteriores, se partieron en tres trozos y se envasaron en atmósfera modificada (MAP) (80% O₂ + 20% CO₂) y fueron mantenidos a 4±1 °C en vitrina iluminada. En éstos, se evaluó su oxidación lipídica (técnica del ácido tiobarbitúrico – TBARS; Pfalzgraf et al., 1995) tras 1d, 4d y 10 días de exposición y se midió el color con el mismo Minolta a esos tiempos.

Para el tratamiento estadístico de los resultados se realizó el análisis de la varianza con el modelo GLM en el paquete estadístico SAS (versión 9.1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución del olor a rancio propio de la oxidación lipídica de la carne en bandejas fue aumentando desde una nota media de 1,9 a las 24 h hasta 3,5 en los 9 días de exposición (Figura 1a). Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en el olor a rancio debidas a la composición de la dieta ni tampoco debidas al nivel de engrasamiento. No obstante, se produjo una interacción entre las dietas y el tiempo, ya que a los 6 días de exposición la carne de los terneros de menor engrasamiento presentó menor oxidación lipídica (nota 2,6) que la del nivel alto de engrasamiento (nota 3,0) aunque posteriormente a los 9 días la oxidación siguió aumentando y las diferencias entre ambos no fueron significativas. Notas

por encima de 3 se consideran rechazables por los consumidores, por lo cual este tipo de carne que estuvo mucho tiempo congelada no mantuvo las características propias de la carne fresca más de 6 días. No se hallaron diferencias en el olor a crecimiento microbiano entre los dos niveles de engrasamiento. La evolución del olor de deterioro microbiano se mantuvo estable hasta los 6 días de exposición con notas medias de 1,1 similares para las tres dietas. Sin embargo, a los 9 días de exposición la carne del lote de animales con menor engrasamiento y que había recibido el pienso testigo tuvo un olor microbiano mucho mayor (nota 3,6) que el de las carnes del resto de lotes cuyas notas medias variaron entre 2 y 2,8. (Figura 1b). La composición del pienso no dio diferencias significativas en los valores de TBA de oxidación lipídica de la carne envasada en MAP durante su exposición hasta 10 días. (Figura 1c) Únicamente se apreció que la carne de los animales que recibieron la suplementación con vitamina E en la dieta de lino, tendió a presentar unos valores menores de oxidación lipídica, lo que alargaría su vida útil hasta 2 días sobre un periodo total de 9 días. No obstante, a los 5 días de exposición la carne de los lotes sin suplementación de vitamina E posiblemente ya alcanzaron los 2mg MDA/kg de músculo, lo cual ya superaría el límite de aceptabilidad del consumidor. La inclusión de lino o la suplementación con vitamina E no influyó en la evolución del color de la carne envasada con film permeable al oxígeno, tal como se aprecia en la Tabla 1. La carne envasada en MAP presentó diferencias significativas entre dietas en la evolución del índice de amarillo, ya que la dieta con vitamina E tuvo menores valores que las otras dos dietas (Figura 1 d). Se evidenció que la carne envasada en MAP tuvo una mejor evolución del color que la envasada en film permeable, ya que su luminosidad llegó a 44, muy similar al de la carne fresca (Ripoll et al., 2007). Los resultados de este estudio indican que no hubo un efecto en la vida útil de la carne debido a la distinta composición del pienso de cebo de terneros. La incorporación de un 5% de semilla de lino, o la suplementación con 200 mg de vitamina E por kilo de pienso no tuvieron un efecto significativo en la vida útil de la carne fileteada durante su exposición, ya que no varió la oxidación lipídica ni se alteró el color de la carne tanto en atmósfera protegida como en envase normal con film permeable al oxígeno. Se concluye que puede utilizarse una dosis del 5% de semilla de lino para aumentar la deposición de ácidos grasos ω 3 en la grasa intramuscular sin perjudicar la vida útil de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Lahoz, F., Panea, B., Joy, M. 2007. ITEA vol extra 28: 762-764.
- Ripoll, G., Albertí, P., Panea, B., Joy, M. (2007). ITEA vol extra 28: 765-767. • EFSA 2005. Journal 253:1-29. • Pfalzgraf, A., Frigg, M., Steinhart, H. 1995. J. of Agric. and Food Chem., 43: 1339-1342.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por INIA RTA2005-00183-C02 y fondos FEDER. Agradecemos a la Asociación de Pirenaico, Mercazaragoza y Bimarca su colaboración en el desarrollo del trabajo.

EFFECT OF CONCENTRATE CONTAINING LINSEED TO FATENING YOUNG BULLS ON THE SHELF LIFE OF MEAT PACKAGED ON MAP OR ON OXYGEN PERMEABLE FILM

ABSTRACT. The aim of this study was to assess the effect of include a 5% of including linseed or a supplement of 200 mg vitamin E/kg concentrate on the shelf life, colour and the oxidative stability, of beef steaks packaged in a modified atmosphere or with air permeable film. Meat was kept frozen during 12 month under vacuum. After thawing, meat was placed on polystyrene trays with MAP (20 CO₂: 80 O₂) or on trays with an oxygen permeable film, and kept below 4° C. The diet had no significant effect on muscle colour parameters along ten days of display, neither on TBA of lipid oxidation, nor on the rancidity or microbial odour evaluation by expert's assessment. It is concluded that the inclusion of a 5% of linseed increases the polyunsaturated fatty acids in intramuscular fat without detrimental effects on the shelf life of beef steaks.

Keywords: Lipid oxidation, colour, shelf life, MAP.

Tabla 1. Evaluación del color de la carne descongelada y envasada en film permeable al oxígeno.

	Tiempo exposición	Testigo	Lino	Lino+vitE	E.E.	Valor p
L*, claridad	1 día	37,58	37,36	37,98	2,704	NS
	2 días	38,07	37,68	37,70	2,648	NS
	6 días	38,97	39,14	40,03	2,319	NS
	9 días	39,33	40,34	40,42	2,735	NS
h, tono	1 día	42,15	41,56	41,25	5,715	NS
	2 días	43,89	42,38	42,83	4,619	NS
	6 días	49,69	47,62	48,73	3,717	NS
	9 días	59,90	56,33	58,13	5,629	NS

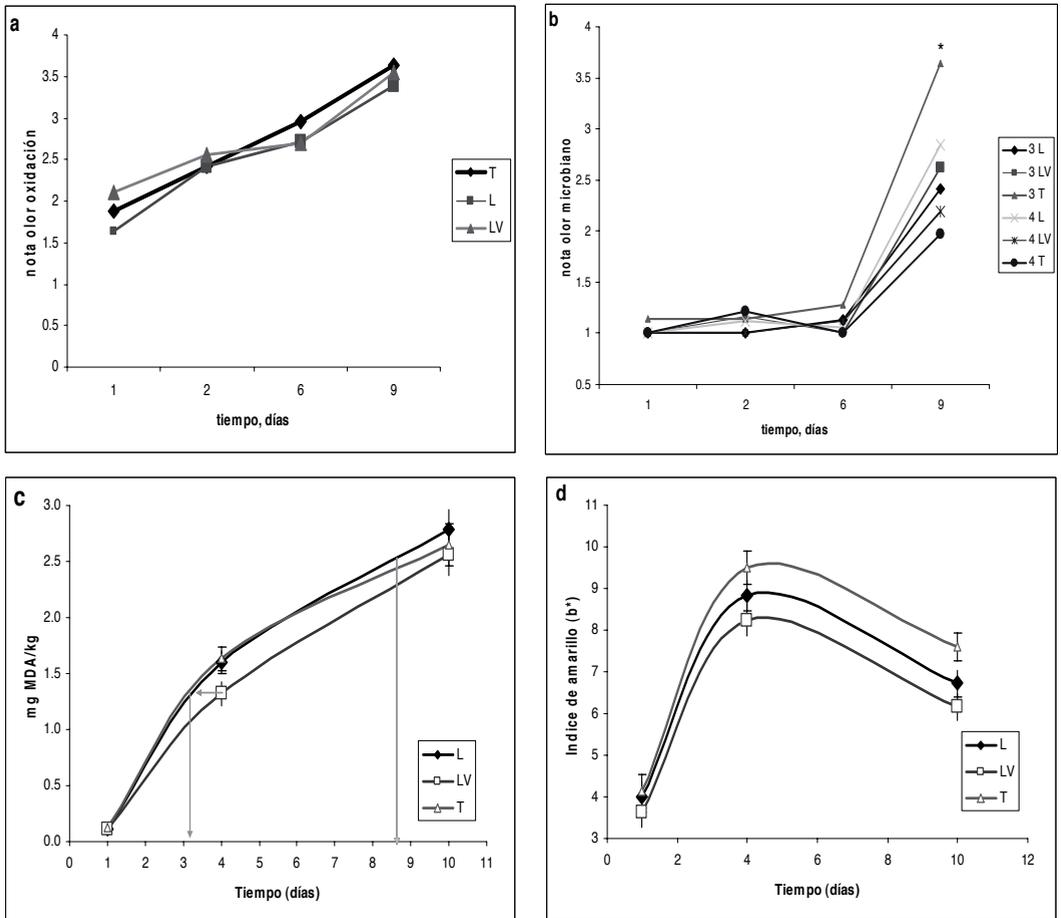


Figura 1. Notas de oxidación lipídica (a) y nota de olor a crecimiento microbiano (b) de carne envasada en film permeable. Oxidación lipídica TBA (c) y evolución del índice de amarillo (d) de carne envasada en MAP. T: lote testigo; L lote lino; LV: lote lino + vitamina E; 3: lotes nivel engrasamiento 3mm; 4: lotes nivel engrasamiento 4mm

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON LINO Y EL ENVASADO EN ATMÓSFERA PROTECTORA SOBRE LA OXIDACIÓN EN CARNE DE VACUNO: ANÁLISIS SENSORIAL.

Campo, M.M.¹, Olleta, J.L.¹, Sañudo, C.¹ y Albertí, P.²

¹ Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza. marimar@unizar.es

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

INTRODUCCIÓN

El consumo de carne fresca en la sociedad actual se realiza, cada vez más, a partir de carne fileteada y envasada, normalmente, con atmósferas protectoras ricas en oxígeno para favorecer un color rojo de aspecto atractivo en el momento de la compra. Sin embargo, el oxígeno presente en dichos envases actúa a su vez como un potente oxidante que puede deteriorar la calidad del producto por la exposición prolongada al mismo. La oxidación afecta, fundamentalmente, a la fracción lipídica en una reacción en cadena que, una vez que aparece, se incrementa en un desarrollo exponencial. Cuantos más dobles enlaces presenten los ácidos grasos, mayor susceptibilidad mostrarán a oxidarse. El enriquecimiento de la dieta de rumiantes, que depositan una grasa relativamente saturada, con alimentos ricos en ácidos grasos ω -3 como el lino, tiene un efecto positivo en la composición de la grasa en relación con la salud humana, pero puede alterar las propiedades organolépticas del producto favoreciendo procesos oxidativos indeseables (Campo *et al.*, 2006). El objetivo del presente trabajo ha sido observar el efecto que el enriquecimiento con lino de la dieta tiene sobre la percepción sensorial de la oxidación en carne envasada en atmósfera protectora, en terneros sacrificados con dos estados diferentes de engrasamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 46 terneros machos, de raza Parda de Montaña, distribuidos aleatoriamente en tres lotes de alimentación: control, lino (con un 5% de semilla de lino) y lino +vit E (con un 5% de semilla de lino + 200mg/kg α -tocoferol). La mitad de los animales de cada lote se sacrificaron al llegar a un engrasamiento subcutáneo, medido con ultrasonidos, de 3mm, y la otra mitad al llegar a los 4mm (Albertí *et al.*, 2007). A las 48 horas post sacrificio, se extrajo el músculo *Longissimus lumborum* de la media canal izquierda, que se envasó al vacío manteniéndose a 4°C hasta alcanzar 7 días de maduración. En ese momento, de cada animal se cortaron filetes de 2 cm de grosor, de los cuales un tercio se envasaron al vacío congelándose a continuación (MAP 0 días), y el resto se envasaron en bandejas de poliestireno con film transparente, impermeable y sellado térmico y una atmósfera protectora de 80:20 (O₂:CO₂) que se colocaron en una vitrina expositora a 3°C \pm 1°C con 12 horas de luz diaria, imitando condiciones comerciales, durante 4 y 8 días, tras los cuales fueron reenvasados a vacío, congelados y mantenidos a -18°C hasta su posterior análisis.

El test de análisis sensorial se realizó con un panel entrenado de 9 miembros, en cabinas homologadas y con luz roja para enmascarar el color de la carne dentro de la Planta Piloto de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Previo al test, los filetes se descongelaron a 4°C durante 24 horas. Se cocinaron en un grill SAMMIC de doble contacto a 20°C hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C. En un diseño por bloques incompleto y equilibrado se valoró la intensidad del olor a vacuno y agrio, así como la intensidad de flavor a vacuno, ácido, rancio y la apreciación global de los panelistas, en una escala de 0 a 10 donde 0 es ausencia de olor o flavor o una baja aceptabilidad, y 10 es un olor o flavor muy intensos y una alta aceptabilidad. Para cada uno de los engrasamientos, se estudió el efecto sesión, el efecto de la dieta y de la exposición en atmósfera protectora y sus interacciones, a través de un GLM utilizando el paquete estadístico SAS (v.8.01). Las diferencias entre medias se determinaron con un test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. No han aparecido interacciones significativas en ninguna de las variables estudiadas, por lo que sólo se muestran los efectos fijos individuales. Se aprecia como la dieta no tuvo un efecto significativo en ninguna de las variables analizadas. A pesar de que la inclusión de lino en la alimentación aumentaría el contenido de ácidos grasos ω -3 en la grasa intramuscular en rumiantes (Wood et al., 2004) y, por lo tanto, el perfil de ácidos grasos de los animales con lino en la dieta sería diferente del lote control, con una mayor proporción de ácidos grasos ω -6, no ha sido bastante como para provocar sabores distintos. A su vez, la incorporación de vitamina E en el músculo no ha sido lo suficientemente alta para marcar fuertes diferencias oxidativas entre los tratamientos. Sin embargo, la exposición en atmósfera protectora sí que ha tenido una gran influencia en la percepción sensorial de la carne. Así, conforme aumentó el tiempo de exposición, disminuyó la intensidad de la percepción del olor y del flavor a vacuno, indicativo de la pérdida de calidad del producto, quizás por el enmascaramiento de otros aromas y sabores que se van desarrollando (Campo et al., 2006). A su vez, aumentó la percepción del olor agrio, del flavor ácido y, sobre todo, del rancio, que triplicó su intensidad a 8 días de exposición frente a la no exposición al oxígeno, característico del comportamiento exponencial de la oxidación lipídica. Aunque la percepción fue similar en animales más o menos engrasados, se observa una mayor intensidad oxidativa en los animales más engrasados por la mayor diferencia de valoración entre los tiempos de exposición, lo cual quizás estaría relacionado con la mayor cantidad total de ácidos grasos poliinsaturados en los animales más engrasados, aunque su mayor engrasamiento sea debido, sobre todo, a la grasa más saturada. La aceptabilidad de los panelistas se relacionó con la mayor presencia de olor y flavor a vacuno, coincidiendo con la menor presencia de notas indeseables, especialmente la rancidez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Lahoz, F., Panea, B. y Joy, M. 2007. *ITEA*, 28 (II), 762-764.
- Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D. y Richardson, R.I. 2006. *Meat Sci.*, 72, 303-311.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. y Enser, M. 2004. *Meat Sci.*, 66, 21-32.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2005-00183-C02. Los autores agradecen a J.J. Pardos y P. Lara su ayuda técnica.

EFFECT OF LINSEED AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON OXIDATION IN BEEF: SENSORY ANALISYS

ABSTRACT. 48 young males from Parda de Montaña breed were randomly allocated to three feeding batches: control, lino (+5% linseed) and lino+vit E (+ 5% linseed + 200mg/kg α -tocopherol). When subcutaneous fat thickness reached either 3 or 4 mm, they were slaughtered. After 7 days of ageing, 2-cm thick steaks were obtained from m. *Longissimus lumborum*. Some of them were vacuum packaged and frozen. The rest remained displayed under MAP (80:20) for 4 or 8 days, when they were frozen. A taste panel assessed beef odour and flavour intensities, sour odour and flavour, rancid flavour and overall acceptability in grilled meat. Results showed no influence of diet in any attribute, but a strong influence of display. Beef perception decreased throughout display, as sour and especially rancid notes increased. Panellist's acceptability was reduced by the presence of rancidity and the decrease in beef odour and flavour.

Keywords: ω -3 fatty acids, MAP, meat, flavour, rancidity

Tabla 1. Análisis sensorial de animales con engrasamiento subcutáneo de 3 ó 4 mm de espesor, alimentados con tres dietas en carne envasada en atmósfera protectora (AP) durante 0, 4 y 8 días

Espesor subcutáneo	Dieta						AP						Dieta	AP				
	Control		Lino		Lino+Vit E		0 días		4 días		8 días							
	x	d.e.	x	d.e.	x	d.e.	x	d.e.	x	d.e.	x	d.e.						
3 mm	Int. Olor vacuno	4,02	0,85	4,08	0,76	4,02	0,71	4,67	a	0,51	3,95	b	0,63	3,50	c	0,65	ns	***
	Int. Olor agrio	1,43	0,51	1,58	0,52	1,40	0,48	1,09	c	0,35	1,54	b	0,49	1,79	a	0,38	ns	***
	Int. Flavor Vacuno	4,11	0,62	4,18	0,69	4,27	0,75	4,74	a	0,47	4,10	b	0,56	3,72	c	0,57	ns	***
	Int. Flavor ácido	2,70	0,46	2,63	0,39	2,69	0,48	2,52	b	0,40	2,59	b	0,43	2,91	a	0,41	ns	**
	Int. Flavor rancio	2,18	1,12	2,27	0,96	2,04	0,83	1,15	c	0,35	2,18	b	0,55	3,17	a	0,57	ns	***
	Apr. global	3,82	0,71	3,80	0,74	3,80	0,64	4,35	a	0,65	3,85	b	0,39	3,22	c	0,49	ns	***
4 mm	Int. Olor vacuno	4,16	0,75	4,38	0,67	4,44	0,51	4,82	a	0,51	4,38	b	0,46	3,81	c	0,53	ns	***
	Int. Olor agrio	1,69	0,44	1,44	0,45	1,50	0,53	1,31	b	0,40	1,58	a	0,50	1,71	a	0,46	ns	*
	Int. Flavor Vacuno	4,77	0,65	5,01	0,90	5,19	0,85	5,56	a	0,72	5,13	b	0,66	4,34	c	0,56	ns	***
	Int. Flavor ácido	2,94	0,50	2,73	0,52	2,92	0,48	2,71	b	0,46	2,72	b	0,47	3,13	a	0,48	ns	***
	Int. Flavor rancio	2,59	1,26	2,25	1,20	2,42	1,30	1,16	c	0,44	2,38	b	0,84	3,64	a	0,81	ns	***
	Apr. global	3,56	0,81	3,60	0,88	3,75	0,76	4,26	a	0,57	3,75	b	0,66	2,95	c	0,59	ns	***

***p≤0,001, **p≤0,01, *p≤0,05, ns: no significativo; a, b, c: diferentes letras implican diferencias significativas p≤0,05

COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA PIRENAICA ALIMENTADOS CON LINO

Sarriés, M.V., Beriain, M.J., Insausti, K., Arana, A. y Purroy, A.

ETSIA. Universidad Pública de Navarra, 31006 Pamplona, vsarries@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión en la dieta de los rumiantes de alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados mejora la relación n6/n3 en la carne, ya que aumenta su contenido en ácidos grasos n3 y en algunos casos reduce la cantidad de n6 (Noci *et al*, 2007). A su vez, diversos estudios han demostrado que este tipo de dietas también aumentan el contenido de ácidos linoleicos conjugados (CLA) (Wood *et al*, 2008) y que tienen propiedades anticancerígenas (Pariza *et al*, 2001). Por otra parte, la vitamina E ha demostrado ser un antioxidante natural (Wills *et al*, 2007), que protege a la carne de los procesos oxidativos que le hacen perder cualidades organolépticas y nutricionales antes de su llegada al consumidor.

En el presente trabajo se ha estudiado la influencia que tiene la alimentación con lino y la inclusión de la vitamina E sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de terneros de raza Pirenaica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 46 terneros enteros de raza Pirenaica. Los animales fueron destetados entre los 6 y 7 meses de edad. Durante la etapa de cebo los animales fueron distribuidos en 3 lotes según el alimento que se les iba a proporcionar: lote testigo (T; n = 14), que fue alimentado con un concentrado comercial; lote lino (L; n = 16), que se le suministró la misma dieta que al control a la que se añadió un 5% de semillas de lino, y lote lino + vitamina E (LV; n = 16) se alimentó con una dieta similar al grupo lino suplementada con 200 UI/kg MS de vitamina E. Así mismo, se consideraron dos periodos de cebo, de manera que la mitad de los animales se cebaron durante 3 meses y la otra mitad durante 5 meses.

Para el análisis del contenido en ácidos grasos se tomaron muestras del músculo *longissimus dorsi* a la altura de la 7ª vértebra torácica 24 horas después del sacrificio y se maduraron a vacío durante 2 días. Posteriormente, las muestras se congelaron a -20°C para su conservación hasta el momento del análisis. El método de extracción de la grasa fue el descrito por Aldai *et al*. (2005). El perfil de ácidos grasos se analizó mediante cromatografía de gases con el equipo GC 7890 con splitless inlet y detector FID con una columna de 120 m y helio como gas portador.

El estudio estadístico de los resultados se realizó con ayuda del paquete informático SPSS 16.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se han identificado un total de 56 ácidos grasos. Los resultados obtenidos muestran que el tipo de dieta, el tiempo de cebo o la interacción entre ambos no han tenido efecto significativo sobre el contenido de la mayoría de ácidos grasos identificados. De entre aquellos ácidos grasos que sí se ven afectados por la dieta o el tiempo de cebo, se han destacado los que se señalan a continuación por su relación con el objetivo del trabajo.

En las Tablas 1 y 2 puede verse que la inclusión de lino en la dieta tiene un efecto significativo en la deposición de ácido linolénico en la carne, así como en el total de ácidos grasos n3 y en el ratio n6/n3. Así, la carne de los animales alimentados con lino y lino + vitamina E presentó más ácido linolénico y mayor valor de n3, dando lugar a un menor ratio n6/n3, más cercano a las recomendaciones dietéticas, que en el caso de la dieta testigo (n6/n3 < 5, según la WHO, 2003). Además, esto se consigue sin que el ácido linolénico llegue a valores cercanos al 3%, que estarían relacionados con una posible peor calidad sensorial de la carne (Wood *et al.*, 2008).

Respecto al efecto del tiempo de cebo en la composición en ácidos grasos, la Tabla 3 y la Figura 1 muestran que al aumentar el peso vivo del animal su grasa se vuelve más

monoinsaturada, debido en gran parte al aumento en ácido oléico. Esto se explicaría por la transformación de algunos ácidos grasos (C14:0, C16:0 y C18:0 producidos por biohidrogenación ruminal) en ácido oléico por efecto de la enzima delta 9 desaturasa-elongasa (Malau-Adulil et al., 1997).

Además, se ha visto que el aumento del tiempo de cebo aumenta los BAME (branched acid methyl ester) y disminuye los CLA, principalmente el 9t11tCLA. La evolución de los BAME es lógica teniendo en cuenta que son ácidos grasos saturados y que el aumento en el tiempo de cebo implica principalmente un aumento en el peso vivo del animal. El hecho de que disminuyan los CLA podría deberse a que sus principales precursores (C18:1t11 y C18:0) disminuyeron ligeramente, aunque dicha tendencia no presentó significación estadística.

Finalmente, cabe destacar la ausencia de diferencia entre los resultados obtenidos para los animales alimentados con lino y los alimentados con lino y vitamina E. Este hecho sería debido a que a la vitamina E se le presupone básicamente un efecto beneficioso sobre la calidad y vida útil de la carne madurada (menor oxidación del color y menor desarrollo de aromas no deseables) (Wood et al., 2008).

En conclusión, y bajo las condiciones de este estudio, se puede decir que la inclusión de semillas de lino en la dieta ha supuesto un aumento del ácido linoléico en la carne y un mejor ratio n6/n3. Además, la utilización de vitamina E ha tenido poca o nula influencia en la composición en ácidos grasos. Finalmente, el aumento en el tiempo de cebo ha influido principalmente en la monoinsaturación de la grasa y no en una mayor incorporación de ácidos grasos n3 a la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldai, N.; Murray, B.E.; Nájera, A.I.; Troy, D.J. y Osoro, K. 2005. J. Sci. Food Agric. 85: 1073-1083.
- Malau-Adulil, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema C.D.K. y Pitchford, W.S. 1997. Australian J. Agricult. Res. 48: 715-722.
- Noci, F. J. Monahan, N. D. Scollan, A. y Moloney P. 2007. British J. Nutr. 97: 502-513.
- Pariza, M.W., Park, Y. y Cook, M.E. 2001 Prog Lipid Res 40: 283-298.
- WHO, 2003 Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva.
- Wills, T.M., Mireles DeWitt, C.A. y Sigfusson, H. 2007. Meat Sci. 76: 308-315.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. y Whittington, F.M. 2008. Meat Sci. 78 343-358.

Tabla 1. Efecto de la dieta (D) y el tiempo de cebo (TC) en la relación n6/n3 de la grasa intramuscular (%) determinados en el músculo longissimus de terneros de raza Pirenaica.

(%)	TC	Testigo		Lino		Lino + Vitamina E		Sig.
		Media	ET	Media	ET	Media	ET	
n6/n3	3 m	9,310	0,307a	6,425	0,282b	5,477	0,194b	***
	5 m	9,975	0,420a	4,790	0,323b	4,922	0,148b	***
	Sig.	ns		**		*		

ns: no significativo; * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Tabla 2. Efecto de la dieta (D) en el ácido linoléico y el sumatorio de ácidos grasos n3 de la grasa intramuscular (%) determinados en el músculo longissimus de terneros de raza Pirenaica.

(%)	Testigo		Lino		Lino + Vitamina E		Sig.
	Media	ET	Media	ET	Media	ET	
C18:3n3c9,12,15	0,506	0,047a	1,337	0,125b	1,650	0,158b	***
n3	1,885	0,210a	2,480	0,290ab	3,087	0,301b	*

* p<0,05; *** p<0,001

Tabla 3. Efecto del tiempo de cebo (TC) en algunos ácidos grasos de la grasa intramuscular (%) determinados en el músculo longissimus de terneros de raza Pirenaica.

(%)	3 meses		5 meses		Sig.
	Media	ET	Media	ET	
C18:1n9c	17,888	1,215	21,333	1,035	*
9t11tCLA	0,104	0,014	0,065	0,007	*
AGM	29,056	1,210	32,735	1,075	*
BAME	1,591	0,094	1,839	0,071	*

* $p < 0,05$

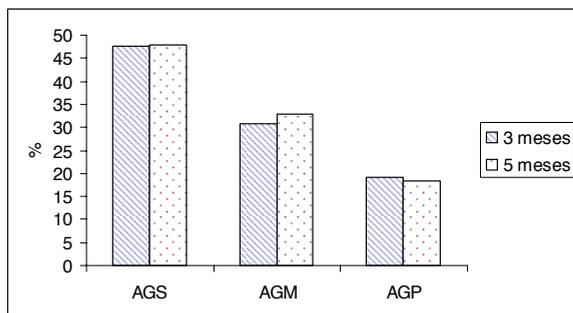


Figura 1. Ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGP) de la grasa intramuscular (%) determinados en el músculo longissimus de terneros de raza Pirenaica

Los autores quieren agradecer al INIA (proyecto RTA 2005-00183) por la financiación para la realización del presente trabajo.

FATTY ACID COMPOSITION OF BEEF FROM PIRENAICA BREED FED LINSEED

ABSTRACT. Forty six Pirenaica breed entire males were used in this work in order to study the effect of feeding linseed and vitamin E on the fatty acid composition of beef intramuscular fat. Animals were kept with their mothers until weaning at 6-7 months and then they were allotted into groups to be fattened: control (14 animals were fed a commercial concentrate), linseed (16 animals were fed the control diet plus a 5% linseed) and linseed + vitamin E (16 animals were fed the linseed diet plus 200 UI/kg MS vitamin E). Besides, there were studied two times on feedlot for each group (3 and 5 months). At 24 h *post-mortem*, *longissimus* muscle was removed from the left carcass side and a 2-3 cm thick steak from the 7th rib was cut, vacuum packaged and then aged for 2 days. After that, samples were stored at -20 °C until lipid composition analysis. Before analyses, the steaks were thawed at 4 °C overnight. Fifty six fatty acids were identified but most of them showed neither diet x time on feed interaction, nor diet or time on feed effect. In general, it can be stated that feeding linseed to cattle increased the linolenic content on intramuscular fat leading to a better n6/n3 ratio. In addition, the inclusion of vitamin E had no or little effect on fatty acid deposition. And, finally, time on feedlot involved a higher monounsaturations of fat rather than a higher n3 fatty acid deposition at the intramuscular fat.

Keywords: beef, fatty acids, linseed

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ORDEÑO ROBOTIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Vieira e Brito, A.N. y Silva, J.M.
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios do Lima,
4990-706 Ponte de Lima
Portugal.
nunovbrito@ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha dado lugar a la aparición de equipos que en los últimos años han provocado profundos cambios en la producción animal. De hecho, existe un movimiento mundial para la automatización de las operaciones con el objetivo de optimizar la producción y el trabajo, lo que también se aplica a la producción de leche, cuyos principales avances tecnológicos han permitido automatizar todos los pasos desde la distribución de los alimentos hasta el ordeño (Pastell *et al.*, 2006). Un buen ejemplo es el desarrollo de robots de ordeño (SOR) para las vacas lecheras que, según Halachmi *et al.* (2002) representa uno de los avances más importantes para la producción de leche, sólo comparable al sistema de ordeño mecánico (SOM). Así, ha sido objetivo de este estudio comparar la calidad de la leche, según distintos parámetros (grasa, proteína, células somáticas y microorganismos) antes y después de la instalación de sistema de ordeño robotizado, en granjas con uno, dos o cuatro robots de ordeño.

MATERIAL Y MÉTODOS

La colecta de datos para este trabajo se originó en 12 granjas de las provincias de La Coruña y Castilla-León. De las granjas estudiadas, nueve estaban equipadas con un robot de ordeño, dos con dos robots, y una con cuatro robots, todos instalados a más de dos años. Se estudiaron los parámetros cuantitativos y cualitativos de la leche (productividad, contenido butírico, proteico, microorganismos y células somáticas) en los periodos antes y después de instalar el SOR en las distintas granjas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de ordeños en el Sistema de Ordeño Manual (SOM) es de 2 ordeños/día, siendo que en el Sistema de Ordeño Robotizado (SOR) se registró una media de 2,8 ordeños/día. Este aumento de frecuencia condujo a un aumento de la producción (Tabla 1).

Tabla 1. Productividad media y desviación estándar de las granjas antes y después de la instalación de Robot

Número de robots		1 robot	2 robots	4 robots
N		9	2	1
Productividad (kg/día)	Antes	27,33 ± 2,87	29,5 ± 0,7	28
	Después	32,55 ± 3,84	32,5 ± 0,7	31

Se verificó también que las granjas equipadas con 1 Robot, antes de la instalación del equipamiento tenían productividades menores que las posteriormente equipadas con 2 ó 4 Robots. Pero después de la instalación del Robot, sus valores de productividad superan los de las granjas con 2 y 4 Robots.

El aumento de la productividad dio lugar a un cambio en la constitución de la leche. Hubo, por tanto, diferencias a nivel butírico, más elevado antes que después de instalación de Robots (Tabla 2).

Tabla 2. Media y desviación estándar del contenido butírico antes y después de la instalación de Robot

Número de robots		1 robot	2 robots	4 robots
N		9	2	1
Contenido butírico(%)	Antes	4,01 ± 0,26	3,75 ± 0,07	4,1
	Después	3,66 ± 0,31	3,5 ± 0,14	3,45

Así, se verificó que las explotaciones con 4 robots tenían antes de instalar el SOR, el contenido butírico mayor, en comparación con las granjas equipadas ahora con 1 y 2 robots (Tabla 2), lo que no se mantiene después de instalación, dado que el más elevado contenido se observa en las granjas con solo 1 Robot.

En el contenido proteico, hubo también alteración después de instalación de Robots (Tabla 3).

Tabla 3. Media e desviación estándar del contenido proteico antes y después de la instalación de Robot

Número de robots		1 robot	2 robots	4 robots
N		9	2	1
Contenido proteico (%)	Antes	3,26 ± 0,12	3,26 ± 0,04	3,4
	Después	3,28 ± 0,15	3,14 ± 0,01	3,1

Se constató que las granjas con 2 y 4 robots, viran el contenido proteico, que disminuye después de la instalación del Robot, siendo que en las granjas con 1 robot, este contenido ha subido después de instalación del Robot.

El conteo de microorganismos (Tabla 4), se reveló más favorable después de la instalación del Robot, para las granjas equipadas con 1 y 2 robots, habiendo mantenido sus valores estables en las granjas con 4 robots.

Tabla 4. Media y desviación estándar de la contaje de microorganismos antes y después de instalación de Robot.

Número de robots		1 robot	2 robots	4 robots
N		9	2	1
Contaje de microorganismos	Antes	36 222 ± 32 205	15 000 ± 7 071	20 000
	Después	25 333 ± 17 173	10 000	20 000

La contaje celular después de instalación del Robot, reveló (Tabla 5), valores más elevados en las granjas equipadas con 4 y 2 robots.

Tabla 5. Media y desviación estándar del contaje celular antes y después de la instalación de Robot.

Número de robots		1 robot	2 robots	4 robots
N		9	2	1
Contaje celular	Antes	293 888 ± 78 651	215 000 ± 49 497	260 000
	Después	257 777 ± 64 764	310 000 ± 127 279	350 000

También se observó, que los mejores resultados, pertenecen a las granjas con 1 solo robot, siendo que anteriormente a la instalación, eran las que tenían valores más elevados.

Así, y con respecto a los parámetros cuantitativos, el aumento de la producción después de la instalación de robots, se tradujo necesariamente en un cambio en la composición de la leche. Para el contenido butírico, la disminución de su valor, se asocia con aumento de la producción. La disminución fue menor en granjas equipadas con 2 y 4 robots, ya que el aumento de la producción fue también menor. En cuanto al contenido de proteínas, se observó después de la introducción de la SOR, un aumento en las granjas equipadas con 1 robot, lo que no ocurre en las granjas equipadas con 2 y 4 robots. Para el recuento de microorganismos, se observó una disminución después de la aplicación de la SOR. Este efecto podría explicarse por un mayor control en las granjas después de la introducción de la SOR, así como una mayor eficiencia del robot de limpieza. Finalmente, para el conteo celular se encontró una disminución en las explotaciones equipadas con 1 robot y un aumento en las granjas equipadas con 2 y 4 robots. La disminución podría explicarse por un aumento de la frecuencia de ordeño en las explotaciones equipadas con 1 robot, siendo la diferencia para las granjas equipadas con robots de 2 y 4, probablemente debido al mayor intervalo entre ordeños.

La automatización completa del proceso de ordeño permite obtener una óptima producción de leche, de buena calidad, teniendo en consideración los intereses humanos y el bienestar de los animales. El robot de ordeño representa sin duda, un avance en la producción de leche, permitiendo optimizar todas las operaciones relacionadas con la producción así como la labor del productor. La aplicación de esta nueva tecnología da lugar a cambios en la instalación, la alimentación, la ganadería y ciertamente se refleja en los resultados de las granjas lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Halachmi, I., J. H. M. Metz, A. van t Land S. Halachmi, e J.P.C Kleijnen. 2002. Trans. ASAE 45: pp 1539-1546. • Pastel, M., H. Takko, H. Gro, M. Hautala, V. Poikalainen, J. Praks, I. Veerma, M. Kujala, e J. Ahokas. 2006. *Biosystems Engineering*. 93 (1), 81 – 87. • Xavier, J., 2008. Relatório final de curso. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Portugal.

INFLUENCE OF ROBOT MILKING SYSTEM IN MILK PRODUCTION

ABSTRACT. The aim of this study was to compare milk quality, according to various parameters, before and after the installation of automatic milking system (AMS).

We collect data from 12 dairy farms in La Coruña and Castilla-León, Spain: 9 farms had one AMS, 2 farms add two, and 1 add four AMS, all installed over two years. We studied the productivity, butyric content, protein, microorganisms and somatic cells, in the periods before and after the AMS.

The observed increase in production had effect in the milk composition. The butyrous content decreases, less in farms with 2 and 4 AMS, because the increase in production was also lower. The protein content, after AMS increased in farms with 1 AMS, which does not happen in farms with 2 and 4 AMS. The micro-organisms decreased after AMS. This may be explained by a greater control after AMS as well as greater efficiency of the cleaning robot has. The cell count decreased in farms with 1 AMS, and increased in farms equipped with 2 and 4 AMS. This may be justified by an increase of milking frequency on farms with 1 AMS, unlike the farms with 2 and 4 AMS, probably due to the greater interval between milkings, which is reflected in cell count.

Keywords: robot, milk quality, productivity, efficiency.

ASOCIACIÓN DEL RENDIMIENTO QUESERO INDIVIDUAL EN LABORATORIO CON LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE LA RAZA MERINA

Corral¹, J.M., Izquierdo¹, M. y Padilla², J.A.

¹Centro de Investigación La Orden, Junta de Extremadura. A-V, Km 372, Guadajira 06071 (Badajoz). juanmanuel.corral@juntaextremadura.net

²Genética y Mejora Animal, Facultad de Veterinaria, Avda. de la Universidad s/n, 10071 (Cáceres). jpadilla@unex.es

INTRODUCCIÓN

El principal destino de la leche de oveja Merina es su transformación en queso. La leche de oveja, por su contenido en grasa, proteína y sólidos totales, es muy apta para su transformación en queso de alta calidad. El rendimiento quesero de la leche es, en consecuencia, un parámetro económico-productivo del máximo interés. El objetivo de selección debe estar por tanto orientado a incrementar la producción del mismo. Para mejorar el rendimiento quesero de la leche de oveja, lo más conveniente es examinar el rendimiento real de queso. Sin embargo, es difícil estimar el rendimiento quesero directamente de las pequeñas e individuales muestras de leche a lo largo de la lactación. El rendimiento quesero de laboratorio individual (ILCY) es una variable que puede ser determinada, para cada muestra de leche durante el control lechero. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la posible asociación entre el rendimiento quesero individual en laboratorio con los caracteres de composición de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para medir el rendimiento quesero se emplearon un total de 543 cuajadas pertenecientes a 250 ovejas. Las muestras de leche para el análisis del "Individual Laboratory Cheese Yield" (ILCY) fueron congeladas hasta su análisis posterior a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La técnica utilizada para predecir el rendimiento quesero individual a partir de una pequeña cantidad de muestra de leche ha sido descrita por Othmane (1995) y Othmane et al., (2002^{a,b,c,d}). El ICLY fue definido como el peso del residuo obtenido de la centrifugación (cuajo obtenido después de la expulsión del suero y secado al aire) expresado en kilogramos por 100 litros de leche y representa una estimación experimental de ILCY. Se han utilizado modelos de regresión simple y múltiple para estudiar cómo las variables de composición de la leche afectan al rendimiento quesero individual y se han buscado los mejores estimadores de la regresión mediante el "método Stepwise" de selección de modelos del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002). Este método comienza considerando el número mínimo de variables en el modelo y posteriormente va introduciendo más variables hasta encontrar el modelo que más se ajusta a los datos y con este modelo se caracterizó por el máximo R^2 , mínimo error y menor número de variables. Las variables estudiadas han sido pH, grasa, proteína, extracto seco magro y extracto seco total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento quesero de la leche está influenciado, entre otros factores por la composición química de la leche (Marziali y Ng-Kwai-Hang, 1985), especialmente en sus constituyentes principales, grasa y proteína (Martí et al., 2000; Verdier-Metz, 2001). En la Figura 1, se muestran las ecuaciones de regresión simple del rendimiento quesero individual (ILCY) frente a los distintos componentes de la leche. El ILCY aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de grasa, proteína, extracto seco magro y extracto seco total de la leche con una pendiente de 0.16, 0.31, 0.26 y 0.13, respectivamente. Los resultados de la ecuación de regresión múltiple indican que los mejores estimadores del ILCY son el pH y el extracto seco total (EST):

$$ILCY = -6.45 + (0.82 \times \text{pH}) + (0.22 \times \text{EST})$$

Donde: *ILCY* = rendimiento quesero individual (variable dependiente)

pH = pH de la leche (variable independiente)

EST = extracto seco total (variable independiente)

Al asociar los caracteres de composición de la leche con el ILCY utilizando un modelo de regresión múltiple, se observa que ambas variables EST y pH explican una mayor proporción de la varianza debida del ILCY. La Tabla 1, muestra los valores R^2 y los coeficientes de Mallows (Cp) de la regresión que mejor predicen el ILCY. El modelo que tenía mayor ajuste (Cp = 4.69) y explicaba 37% de la variación en ILCY implicó 2 variables: pH y EST.

Tabla 1 Ecuación de predicción del rendimiento quesero individual de laboratorio (ILCY).

Variable dependiente	R^2	Cp	CME	β_0	Variable 1		Variable 2	
					β_1	Rasgo	β_2	Rasgo
ILCY	0.37	4.69	0.41	-6.45	0.82	pH	0.22	EST

R^2 (Coeficiente de determinación), Cp (Coeficiente de Mallows), CME (Cuadrado medio del error).

Si bien la asociación entre componentes y cantidad de cuajada no resultó muy elevado, posiblemente por una congelación previa de las muestras de leche. Sin embargo, teniendo en cuenta dos componentes al mismo tiempo en el modelo de regresión, las mejores predicciones se obtuvieron a partir del pH y del extracto seco total (EST) ambas explican el 37 % de la variabilidad del rendimiento quesero. Por el contrario, Martí et al., (2000) utilizando un modelo de regresión múltiple obtuvo las mejores predicciones a partir de la grasa y la proteína verdadera, y las combinaciones de grasa y caseína explicaron el 76 % de la variabilidad del rendimiento quesero de laboratorio de la leche de oveja de raza Manchega. De la misma manera a lo encontrado por Lana et al., (1998) en la raza Lacha, el rendimiento quesero individual es superior en las ovejas con mayor tasa de grasa y proteína en la leche. El pH de cada una de las muestras fue determinado antes de añadir el cuajo con el objeto de identificar posibles alteraciones en la leche, así; en las mastitis, y también fisiológicamente al final de la lactación, existe una alcalinización de la leche. En cambio el calostro tiene un pH más ácido, lo mismo que cuando hay bacterias fermentadoras de la lactosa en la glándula mamaria. Las medidas físico-químicas de pH de la leche fresca, de ubres sanas, tiene un valor fisiológico de 6.5. La leche utilizada para la elaboración de la cuajada presentó un intervalo de pH comprendido entre 6.4 a 7.2. El pH excesivamente básico, pH >7 tiene un efecto importante sobre la coagulación de la leche ya que todas las muestras con pH elevado no coagularon adecuadamente y no se pudo calcular el ILCY. El pH se vio afectado por las condiciones higiénico-sanitarias del animal y de la muestra. El mejor modelo obtenido para predecir el ILCY es un modelo que incluye EST y pH ya que posee el menor error de predicción y de mayor R^2 . El rendimiento quesero medio conseguido en este estudio en la raza Merina fue de (35.90 kg/100 l), mayores a los obtenidos por Othmane et al. (2002^b) (26.55 kg/100 l) en la raza Churra y al encontrado por González et al., (1991) donde el rendimiento quesero real en la oveja Merina según este autor es inferior a 5 litros de leche/kg de queso. El rendimiento quesero realizado en laboratorio (ILCY), tiende a ser mayor que el rendimiento quesero real (industrial), quizás debido como señala Othmane et al., (2002^a) a la pequeña cantidad de la leche utilizada y forzada a secarse (cuajo seco). Así, en el proceso de elaboración del queso de la Serena, el secado dura 12 horas (González et al., 1996), mientras que en el laboratorio la retirada del suero es acelerada mediante centrifugación.

Se puede concluir que el componente de la leche que más influyó en el rendimiento quesero fue la proteína. El pH condiciona de manera importante la coagulación enzimática de la leche. Las mejores predicciones del ILCY se obtuvieron a partir del pH y del extracto seco total (EST).

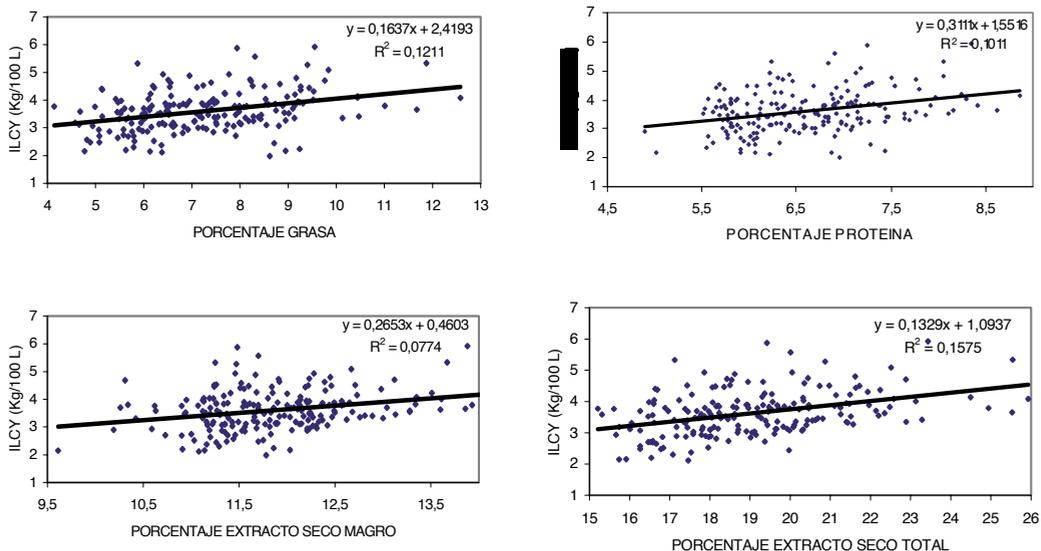


Figura 1. Regresión lineal del rendimiento queso individual (ILCY) frente los distintos componentes de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, J., Mas, M., López, F. 1991. Invest. Agraria: Producción y Sanidad Animal. 6 (2) 113-155. • González, J., Mas, M., Roa, I. 1998 Ovis N° 55 • Lana, M.P., Lasarte, J.M. 1998. XXIII SEOC Vitoria (Álava). 172-174. • Martí, A.; García, A.; Molina, P.; Díaz, J.R. 2000. XXV SEOC. (Teruel) 473-476. • Marziali, A.S. y Ng-Kwai-Hang, K.F. 1985. J. Dairy Sci. (69), 1193-1201. • Othmane, M.H., Carriedo, J.A., De la Fuente, F. y San Primitivo, F. 2002^a J. Dairy Res. (69), 53-62. • Othmane, M.H., Carriedo, J.A., De La Fuente, F. y San Primitivo, F. 2002^b Small Rum. Res. (45), 67-73. • Othmane, M.H., Carriedo, J.A., San Primitivo, F. y De La Fuente, L.F. 2002^c. Genet. Sel. Evol. (34), 581-96. • Othmane, M.H., De La Fuente, L.F., Carriedo, J.A. y San Primitivo, F. 2002^d. J. Dairy Sci. (85), 2692-8. • Othmane, M.H., J. A. Fuertes, F. San Primitivo 1995. ITEA Vol. Extra 16, 741-743. • SAS. 1998. User's Guide, Release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, NC. • Verdier-Metz I., J.B.C., P. Pradel: 2001. Anim. Res. (50), 365-371.

Agradecimientos: Proyecto PR03B027 del plan regional de investigación I+D+i Junta Extremadura.

ASSOCIATION OF INDIVIDUAL LABORATORY CHEESE YIELD (ILCY) WITH MILK COMPOSITION OF MERINO SHEEP BREED

ABSTRACT: Milk composition of sheep together with pH is the most important factor for cheese yield. Individual Laboratory Cheese Yield (ILCY) technique had been used to determinate individual cheese yield and the convenience to include ILCY in future animal breeding programs. ILCY had been associated with milk composition by simple and multiple regression models. According to the results of the individual regression, protein percentage is the most associated to the ILCY. pH and total dry extract explain about 37% of variability of ILCY in a multiple regression model. The association of the components with the quantity of curd was not very high. That result could be because of the freezing of the milk. The increase of protein and total dry extract (EST) enhance the quantity of curd to an optimum pH less than 7, therefore selective breeding with high values for these milk components could increase cheese yield.

Keywords: ILCY, milk, sheep, Merino.

EFFECTO DE DOS NIVELES DE GRASA INTRAMUSCULAR SOBRE LA CALIDAD DE CARNE Y LA TEXTURA INSTRUMENTAL Y SENSORIAL EN CERDOS DE CEBO.

Alonso¹, V., Campo¹ M. M., Roncalés¹, P. y Beltrán¹ J. A.

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza, España. veroalon@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El programa nutricional puede tener un gran impacto en los niveles de grasa intramuscular (GIM) y, en particular, se ha mostrado que el déficit de proteína en las dietas de cerdos de cebo provoca un incremento en el porcentaje de GIM. La industria tiene el dilema de producir carne de cerdo con suficiente grasa intramuscular para satisfacer el gusto del consumidor pero, al mismo tiempo, producir carne con la mínima cantidad de grasa visible para aliviar la inquietud del mismo (Fortin et al., 2005). Como la terneza es considerada como el atributo más importante que determina la aceptación global de la carne de cerdo, el umbral de GIM para asegurar una experiencia positiva para el consumidor ha sido identificado en función de los atributos que describen la terneza (Fortin et al., 2005). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de dos diferentes niveles de grasa intramuscular sobre la calidad de carne y la textura instrumental y sensorial en cerdos de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se criaron 42 machos enteros que fueron asignados aleatoriamente a dos dietas. Estas dos dietas experimentales difirieron en su composición de materias primas obteniéndose una composición nutricional diferente (Dieta Alta-GIM: Proteína bruta 14,92 %, Grasa 4,18 % y 3.206 kcal EM/kg y Dieta Baja-GIM: Proteína bruta 17 %, Grasa 3,62 % y 3.126 kcal EM/kg). La genética usada en ambos lotes fue Large White x Landrace en la línea madre y Large White Conformado como macho finalizador. Se seleccionaron 14 canales de cada lote aproximadamente en un rango de peso entre 78,5-91 kg, con el objetivo de garantizar la máxima homogeneidad.

Se realizó el muestreo en el músculo *longissimus dorsi* de la media canal izquierda. Antes de envasar a vacío y congelar las muestras, se procedió a medir el pH con un electrodo de punción, color *CIELab*, pérdidas por goteo y capacidad de retención de agua (CRA). El porcentaje de GIM se determinó mediante el método de extracción Bligh y Dyer (1959). Las muestras usadas tanto para la textura instrumental como sensorial fueron descongeladas en refrigeración durante 24 horas y cocinadas en un grill hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C. Se realizaron dos tipos de ensayo diferentes de textura instrumental por medio de un texturómetro Texture Analyser TA-XT2: un test de ruptura, mediante una sonda de Warner-Bratzler (WB), y un test de compresión mediante un análisis de perfil de textura (TPA), con una sonda cilíndrica de aluminio de 50 mm de diámetro. El análisis sensorial se llevó a cabo por un panel entrenado, que siguiendo un diseño equilibrado, evaluó las muestras durante tres sesiones. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS (2005) incluyendo en el modelo el nivel de GIM como efecto principal para los parámetros en estudio. Las diferencias fueron consideradas significativas si $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar en la tabla 1 que no se encontraron diferencias entre los dos niveles de GIM para los parámetros de pH a las 24 horas, luminosidad (L*), índice de rojo (a*), pérdidas por goteo y CRA. El índice de amarillo (b*) fue significativamente mayor en los animales del grupo Alta-GIM que los de Baja-GIM. Como era de esperar, hubo diferencias en el porcentaje de grasa intramuscular, siendo los cerdos alimentados con el pienso de menor porcentaje de proteína los que obtuvieron mayor valor (2,63 frente a 1,76). Este resultado está de acuerdo con Wood et al. (2004) y Teye et al. (2006), los cuales encontraron diferencias en el porcentaje de GIM cuando se compararon distintos porcentajes de proteína bruta en las dietas. Cuando se reduce la cantidad de proteína en la dieta, se produce una

disminución en la síntesis de proteína en el músculo y, por tanto, hay una mayor cantidad de energía disponible para la deposición de grasa intramuscular.

En los parámetros utilizados para evaluar la textura instrumental de la carne de cerdo no hubo diferencias significativas, excepto en la Fuerza Máxima de Warner-Bratzler (FMWB) (Tabla 2). Los animales del grupo Alta-GIM tuvieron un menor valor de FMWB, lo que significa que la fuerza para cortar esta carne fue menor. Esto puede deberse a que estos animales mostraron un porcentaje GIM mayor que el otro grupo de estudio. Con referencia a estos resultados hay una gran controversia entre autores, ya que algunos encontraron relación entre la GIM y FMWB (Goerl et al., 1995), sin embargo otros no (Teye et al., 2006).

En los resultados que se muestran en la Tabla 3 se ha podido observar que el panel entrenado de catadores encontró diferencias en algunos de los parámetros de calidad sensorial de la carne. La terneza y la jugosidad recibieron puntuaciones mayores en los animales del grupo Alto-GIM, y menores en el parámetro fibrosidad. Estos resultados están de acuerdo con Wood et al. (2004) y Teye et al. (2006) que encontraron que el incremento de la GIM aumenta la terneza y la jugosidad de la carne. Sin embargo, otros autores (Fernandez et al. 1999 y Fortin et al. 2005) obtuvieron una baja correlación entre la terneza sensorial y la GIM.

En conclusión, hemos encontrado que los niveles de grasa intramuscular utilizados en este estudio influyeron en la terneza y la jugosidad de la carne en el cruce LW x (LD x LW), y que el parámetro de fuerza máxima de Warner-Bratzler es un buen método instrumental para predecir la terneza de la carne de cerdo cocinada mediante grill.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bligh, E. G., Dyer, W. J. 1959. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917. • Fernandez, X., Monin, G., Talmant, A., Mouro, J., y Lebret, B. 1999. Meat Sci. 53: 59-65. • Fortin, A., Robertson, W. M., y Tong, A. K. W. 2005. Meat Sci. 69: 297-305. • Goerl, K. F., Eilert, S. J., Mandigo, R. W., Chen, H. Y., y Miller, P. S. 1995. J. Anim. Sci. 73: 3621-3626. • SPSS (2005). Statistical package for social sciences for Windows (version 14.0). Chicago IL: SPSS Inc. • Teye, G. A., Sheard, P. R., Whittington, F. M., Nute, G. R., Stewart, A., y Wood, J. D. 2006. Meat Sci. 73: 157-165. • Wood, J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., Southwood, O., Plastow, G., et al. 2004. Meat Sci. 67: 651-667.

Tabla 1. Medias y desviación típica de los parámetros de calidad de la carne.

N	Baja-GIM		Alta-GIM		Sign.
	10		11		
	x	se	x	se	
pH 24 h	5,64	0,12	5,63	0,07	ns
L*	46,32	1,39	47,14	1,52	ns
a*	0,90	0,98	1,36	0,45	ns
b*	6,46a	0,53	7,04b	0,70	*
Pérdidas por goteo (%)	0,99	0,35	1,18	0,25	ns
CRA (%)	42,41	1,71	42,78	2,50	ns
GIM (%)	1,76a	0,38	2,63b	0,44	***

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre las medias de los valores; ns = $p > 0,1$; * = $p \leq 0,05$; *** = $p \leq 0,001$.

Tabla 2. Medias y desviación típica de los parámetros de textura instrumental de la carne.

N	Baja-GIM		Alta-GIM		Sign.
	10		11		
	x	se	x	se	
Dureza (g)	13.523,08	915,80	13.610,81	779,80	ns
Adhesividad (g/s)	-7,63	8,58	-3,42	5,56	ns
Elasticidad (ad)	0,65b	0,03	0,63a	0,03	t
Cohesividad (ad)	1,19	0,04	1,19	0,03	ns
Masticabilidad (g)	10.547,91	1.055,24	10.247,45	874,70	ns
Fuerza Máxima (Kg)	7,96b	1,45	6,68a	1,19	*

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre las medias de los valores; ns = $p > 0,1$; t = $p \leq 0,1$; * = $p \leq 0,05$.

Tabla 3. Medias de las puntuaciones y las desviaciones típicas para los parámetros de calidad sensorial de la carne.

N	Baja-GIM		Alta-GIM		Sign.
	10		11		
	x	se	x	se	
Olor a cerdo	4,22	0,31	4,34	0,34	ns
Olor a grasa	2,59	0,36	2,53	0,34	ns
Olor a orina	1,97	0,45	2,00	0,62	ns
Olor a ácido	2,39	0,31	2,28	0,33	ns
Terneza	4,29a	0,70	4,79b	0,71	*
Jugosidad	3,86a	0,49	4,16b	0,55	t
Fibrosidad	5,32b	0,52	5,06a	0,42	t
Flavor a cerdo	4,58	0,32	4,69	0,28	ns
Flavor a grasa	3,52	0,34	3,69	0,32	ns
Flavor ácido	4,22	0,67	4,30	0,52	ns
Flavor metálico	3,12	0,35	3,07	0,40	ns
Aceptación Global	4,08	0,34	4,21	0,43	ns

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre las medias de los valores; ns = $p > 0,1$; t = $p \leq 0,1$; * = $p \leq 0,05$. 0 = muy bajo; 10 = muy alto

EFFECT OF TWO LEVELS OF INTRAMUSCULAR FAT ON MEAT QUALITY AND INSTRUMENTAL TEXTURE AND SENSORY QUALITY IN PORK

ABSTRACT. This study evaluated the effect of two levels of intramuscular fat on meat quality, instrumental texture and sensory quality on *Longissimus dorsi* in pork. Animals were fed with two experimental diets with different composition that produced two animals groups with different percentage of intramuscular fat (High-IMF and Low-IMF). Fourteen carcasses from each of the two groups of different IMF were selected in a weight range of 78.5-91 kg. No significant differences were observed between IMF groups for pH₂₄, drip loss, water holding capacity (WHC) values, L* and a*. Hardness, cohesiveness, adhesiveness and chewiness were not influenced by different IMF percentage either. However, the Warner-Bratzler shear force values were significantly higher in Low-IMF than in High-IMF. The results of trained taste panel showed that the meat from animals of High-IMF group had values significantly higher in tenderness compared with Low-IMF. The score of juiciness and fibrousness had a tendency to be higher in High-IMF and Low-IMF, respectively. Results show that the level of intramuscular fat influenced tenderness and juiciness in LW x (LD x LW) pork. Also, the Warner-Bratzler shear force (WBSF) is a good instrumental method to predict the tenderness of grill-cooked pork meat.

Keywords: intramuscular fat, meat quality, instrumental texture, sensory quality.

EFFECTO DE LA PRESENCIA DE ESTRO EN CERDAS JÓVENES EN EL MOMENTO DEL SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE

Calvo, S.¹, Rodríguez-Sánchez, J.A.¹, Ripoll, G.¹, Gracia, M.I.² y Latorre, M.A.¹

¹CITA Avda. Montañana, 930, 50059 Zaragoza. malatorreg@aragon.es

²Jamones y Embutidos Alto Mijares S.L. (Formiche Alto, Teruel)

INTRODUCCIÓN

La aparición del celo en las cerdas tiene lugar entorno a los 200 días de edad y por encima de los 100 kg de peso vivo (PV) (Whittemore, 1998). Por ello, en la producción de cerdo convencional, las posibilidades de entrada en la pubertad de las cerdas se ven reducidas por sacrificarse con 90-100 kg. PV. En cambio, en cerdas sacrificadas por encima de este peso es habitual que se detecten celos. Es ampliamente aceptado, aunque apenas demostrado, que el celo en dichas cerdas conlleva un empeoramiento de los rendimientos productivos en granja al reducir el consumo de alimento y, en consecuencia, la tasa de crecimiento (Zeng *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2008).

Tampoco se encuentran en la literatura datos sobre el efecto que tiene el celo en el momento del sacrificio sobre la calidad de la carne de estos animales. La primera fase del ciclo estral viene definida por un descenso marcado de progesterona y un aumento de estrógeno. Estos cambios hormonales se manifiestan con el enrojecimiento e inflamación de los labios vulvares, de forma particular en la hembra joven, así como con una variación del comportamiento de la cerda que se vuelve inquieta, nerviosa y deseosa de montar a otras cerdas (Whittemore, 1998). Todo esto puede generar cierto estrés en la cerda perjudicando la calidad de la carne. Tradicionalmente se ha aceptado que el sacrificio de cerdas con celo repercutía negativamente en la calidad de su carne. Actualmente, incluso la DO Jamón de Teruel en su Reglamento (BOA,1993) matiza que “las hembras no deberán estar en celo en el momento del sacrificio”. En este contexto, se decidió llevar a cabo un ensayo cuyo objetivo fue estudiar la influencia de la presencia de estro en las cerdas jóvenes en el momento del sacrificio sobre la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 46 hembras Duroc x (Landrace x Large White) que se sacrificaron con 130 kg PV. El ensayo se llevó a cabo durante 6 semanas consecutivas en donde se estudiaron tres sacrificios con un intervalo de tiempo de 15 días entre matanzas. El día previo al sacrificio se detectó e identificó individualmente a las hembras en celo mediante las observaciones de comportamiento descritas en la literatura (Whittemore, 1998). Asimismo, se seleccionaron el mismo número de hembras que claramente no manifestaban celo. A continuación, fueron trasladadas al matadero donde pasaron un ayuno de 15h con acceso a agua hasta el sacrificio.

Los cerdos fueron aturdidos eléctricamente y sacrificados mediante desangrado. Tras el eviscerado, se tomó el peso de la canal en caliente. A los 45 min *postmortem* se midió el pH y la temperatura en el m. *semimembranosus* de la media canal izquierda usando un pHmetro CRISON 507, que dispone de un electrodo de penetración (Crison Instruments S.A., Barcelona, España). A continuación, se tomó una muestra de 300 ± 25 g del m. *longissimus dorsi* a la altura de la última costilla que se congeló hasta su posterior análisis. Se pesaron antes de la congelación y tras la descongelación (24h a 4 °C) para estimar las pérdidas por descongelación. Para determinar las pérdidas por goteo de la carne, se tomó un filete en fresco de cada muestra de carne, se pesó y colocó sobre una rejilla a unos 10 cm sobre el fondo de una bandeja, para permitir el goteo, se refrigeró durante 24h a 4 °C y se volvió a pesar.

El color de la carne se evaluó mediante un espectrofotocolorímetro Minolta CM 2600d (Minolta Camera, Osaka, Japón) usando medidas objetivas (CIE, 1976). Se usó la medida de tres observaciones para determinar la luminosidad (L^*) y dos parámetros coordinados, índices de rojo (a^*) e índices de amarillo (b^*). A partir de ellos se calculó el valor del croma ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) que describe la intensidad del color y el ángulo Hue ($H^\circ = \arctg(b^*/a^*) * 57,29$) que expresa el color verdadero (Wyszcecki y Stiles, 1982). Las pérdidas por cocinado se determinaron siguiendo el método descrito por Honikel (1998). La fuerza Warner-Bratzler, que expresa la dureza de la carne cocinada, se midió mediante una máquina de ensayo universal Instron 5543 (Instron Ltd, Bruckinhamshire, GB) siguiendo el método descrito por Honikel (1998).

Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM de SAS v. 6.12 (SAS Intitute, 1990). El tratamiento (presencia o no de celo en las hembras en el momento del sacrificio) se incluyó en el modelo como efecto principal. Cada tratamiento se replicó 23 veces y la unidad experimental fue el animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron un total de 857 cerdos de los cuales un 54.1% fueron machos castrados y un 45.9% hembras. Se detectaron 24 hembras en celo, lo que corresponde a un 7.4% del total de hembras. No hubo diferencias significativas en el peso de la canal entre tratamientos (103.9 vs 103.2 kg para las hembras con o sin celo, respectivamente; $P > 0,10$)

Tabla 1. Efecto de la presencia de estro en el momento del sacrificio sobre las características de la carne de cerdas sacrificadas a 130 kg PV.

	Celo	No celo	EEM	P
Medidas en el m. semimembranosus				
pH 45 min	5,98	6,04	0,061	NS
Carnes PSE (pH<5.8), %	20,8	18,2	0,08	NS
Temperatura 45 min, °C	37,6	37,3	0,17	NS
Medidas en el m. longissimus dorsi				
Color				
L^*	48,2	46,6	0,622	0,08
a^*	1,04	1,05	0,176	NS
b^*	5,33	2,27	0,277	0,01
C^*	5,51	4,47	0,265	0,01
H°	78,4	66,66	5,532	NS
Capacidad retención agua, %				
Goteo	0,83	0,89	0,449	NS
Descongelación	7,36	6,90	0,697	NS
Cocinado	20,05	19,30	0,088	NS
Totales	28,9	27,0	1,091	NS
Dureza	3,00	2,80	0,129	NS

EEM: error estándar de la media (n=23)

P: significación; NS: no significativo ($P > 0,05$)

Aunque cabía esperar alguna diferencia en el pH y la temperatura entre los tratamientos, no las hubo, no viéndose afectadas tampoco el % de carnes PSE (pálidas, blancas y exudativas) (Tabla 1). Estas carnes se producen cuando, después del sacrificio, coexisten en el músculo temperaturas superiores a 38 °C y una caída del pH más rápido que lo normal (pH 45<5,8) (Warris *et al.*, 2006). Tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la capacidad de retención de agua o en la dureza de la carne. Sin embargo, el lomo de las hembras en celo tendió a ser más luminoso (48,2 frente a 46,6; $P = 0,08$) y tuvo mayor índice de amarillo (5.33 frente a 2,27; $P < 0,01$) que el lomo de las hembras sin

celo. Asimismo, el lomo de las hembras en celo mostró mayor saturación en el color (5,51 frente a 4,47; $P < 0,01$) que el lomo de las hembras sin celo.

En base a los resultados obtenidos se observa que la presencia de celo en las hembras sólo afectó al color de la carne dando lugar a mayor luminosidad, índice amarillo y saturación. En consecuencia, podemos concluir que el estro en el momento del sacrificio en hembras sacrificadas a 130 kg PV apenas afectó a la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

•BOA.1993. Orden de 29 de Julio de 1993, del Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen "Jamón de Teruel" y su Consejo Regulador. Boletín Oficial de Aragón 93:3168-3177. •CIE.1976. Comission International de l'Eclairage No. 2 to C.I.E. Publication No. 15(E-1.31) 1971(TC-1.3) Bureau de la CIE, Paris, Francia. •Honikel, K.O. 1998. Meat Science 49:447-457. •SAS. 1990. SAS/STAT® User's Guide (version 6, 4 th ed.). Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, EEUU. •Serrano, M., Valencia, D.G., Nieto, M., Lázaro, R. y Mateos, G.G. 2008. Meat Sci. 78:420-428. •Warriss, P.D., Brown, S.N. y Pasciak, P. 2006. Meat Sci. 73:565-569. •Whittemore, C. 1998. Ciencia y práctica de la producción porcina. Ed. Acribia. pp. 129-165. •Wyszcecki, G. y Stiles, W.S. 1982. Color Science, in Concepts and methods: quantitative data and formula, 2ª edition. New York: John Wiley. •Zeng, X. Y., Turkstra, J.A., Tsigos, A., Meloen, R.H., Liu, X.Y., Cen, F.Q., Schaaper, W.M.M., Oonk, H.B., Guo, D.Z. y Van de Wiel, D.F.M. 2002. Theriogenology 58:1315-1326.

Agradecimientos: A Leonardo Ariño (Integraciones Porcinas S.L., Alcorisa) que se ha prestado al ensayo, así como a Jamones y Embutidos Alto Mijares S.L. (Formiche Alto) que nos ha permitido el uso de sus instalaciones (matadero, sala despiece, etc) y la mano de obra necesaria en los sacrificios y posterior despiece de canales.

EFFECT OF THE PRESENCE OF OESTRUS AT SLAUGHTER IN GILTS ON MEAT QUALITY

ABSTRACT. It is recognised that the puberty in gilts is usually noticed when they are older than 200 days of age and heavier than 100 kg of body weight (Whittemore, 1998). Therefore, it is usual that oestrus appears in gilts slaughtered over this weight. Stress due to oestrus might penalize meat quality. So it was decided to carry out a trial whose aim was the study of the influence of oestrus presence in the moment of the slaughter on the meat quality of gilts. A total of forty-six Duroc x (Landrace x Large White) gilts were used and the traits studied in meat were colour, water holding capacity, toughness, temperature and pH at 45 min postmortem. It was observed that the presence of oestrus only affected the meat colour, resulting in higher L*, b* and C* values. Consequently, we can conclude that the oestrus in gilts slaughter at 130 kg of body weight modified slightly the quality of meat.

Keywords: Meat quality, oestrus at slaughter, gilts

CALIDAD DE LA CARNE DE NELORE (*Bos indicus*) Y F1 *Bos indicus* x *Bos taurus*

Pflanzler, S. B., Dias, M. P. y Felício, P. E.

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, Brasil. spflanzler@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En Brasil, el ganado *Bos indicus* ha sido asociado con carne dura por ser producido a pasto y sacrificado más viejo que sus cruzamientos con *Bos taurus*. Sin embargo, Whipple et al. (1990) y Wheeler et al. (1990) demostraron que las razas de origen en la India presentan una mayor actividad de calpastatina que las razas taurinas. La calpastatina es el inhibidor específico de la acción de la calpaína durante el proceso de proteólisis post-mortem (KOOHMARAIE, 1996).

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la influencia del cruzamiento F1 *Bos taurus* (semen de Aberdeen Angus) x *Bos indicus* (vacas Nelore) en la terneza (fuerza de corte Warner Bratzler) de la carne (bistec, m. *Longissimus dorsi*) de machos enteros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de las canales y preparación de muestras

Para este experimento se utilizaron 36 machos enteros, siendo 17 F1 (Aberdeen Angus x Nelore) y 19 Nelore, todos terminados en 130 días de confinamiento, sacrificados a los 23 meses de edad, pesando 464 kg (después de un ayuno de alimentos y agua de 24 horas, en el embarque). Los animales fueron sacrificados el mismo día y las canales, todas con un nivel 2-escaso de cobertura (CE, 2007), fueron enfriadas en la misma cámara.

De cada media canal izquierda se retiró una porción de bistec (m. *Longissimus dorsi* - 9^a a 11^a vértebra torácica), que fue empacada, identificada, madurada durante 14 días (1°C) y, en seguida congelada (-18°C). En el laboratorio de tecnología de carnes, las muestras se cortaron con sierra en bifés de 2,5 cm de espesor, que fueron mantenidos congelados hasta los análisis de pH y fuerza de corte - WBS.

Resistencia al corte - Método Warner Bratzler Shear

Se hornearon filetes de 2,5 cm de espesor en horno eléctrico convencional (170°C), hasta temperatura interna de 71°C. Después de la cocción se retiraron seis cilindros de 1,27 cm de diámetro que fue cortado una vez en texturometer TA-XT 2i, equipado con una cuchilla de Warner-Bratzler de 1mm de espesor (AMSA, 1995).

Los datos fueron analizados en el software Statistica a través del Análisis de Varianza (ANOVA) y Prueba de Tukey, al nivel de 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de pH

Se encontró una diferencia ($P < 0,05$) entre las medias de pH (Tabla 1). La media del grupo F1 fue 5,8, que está en la franja aceptable de 5,5 y 5,8 (LUCHIARI FILHO, 2000). El grupo Nelore, con una media de pH 6,2, puede ser considerado "dark-cutting" o DFD (oscura, firme y seca), que implica cambios físicos del color (oscuro) y capacidad de retención de agua de la carne (alta) y ocurre debido al bajo contenido de glucógeno para la producción de ácido láctico causado por el estrés. Esto puede haber ocurrido por una mayor sensibilidad de los machos enteros *Bos indicus* (BI) al ayuno prolongado y al agrupamiento de muchos individuos de diferentes lotes en un espacio restringido en la víspera del embarque. De acuerdo con Smith et al. (1995) se verificó una incidencia de 2,7% de "dark-cutting" en canales bovinas en Estados Unidos, representando un perjuicio de US\$172 millones para la industria de la carne en el año.

Fuerza de Corte WBS y Pérdidas por cocción

No hubo diferencia ($P > 0,05$) entre las medias de fuerza de corte y pérdida por cocción. Los resultados de pérdida por cocción (Tabla 2) son similares a los de Hadlich (2004) que trabajó con Nelore y cruzamientos F1, pero diferentes de los de Whipple et al. (1990), que

estudió cruzamientos de Nelore, Simmental y Hereford. Se observó una tendencia de menor pérdida por cocción ($P=0,08$) en las muestras de la raza Nelore, probablemente debido al mayor valor de pH de ese grupo. En la carne DFD, las proteínas musculares conservan una gran capacidad para retener agua en el interior de las células. Como consecuencia, la superficie del corte queda oscurecida y sin humedad superficial, y se produce una menor liberación de agua en la cocción (LAWRIE, 1998).

Tabla 1. Medias de pH de muestras de los grupos Nelore y F1.

	n	pH
Nelore (100% BI)	19	6,2 ^a
F1 (50% BI)	17	5,8 ^b

^{a,b}Valores seguidos de letras minúsculas diferentes difieren entre sí por la Prueba de Tukey ($P<0,05$).

No hubo diferencia ($P>0,05$) entre los grupos para fuerza de corte, difiriendo de Jonhson et al. (1990), que relataron un aumento en este atributo con el aumento de la participación de BI en los cruzamientos. Las medias de terneza encontradas en este estudio son inferiores a 5 kg que es el límite máximo de aceptación por los probadores (FELÍCIO, 1999). A pesar de que no se encontró diferencia ($P>0,05$) entre los grupos, el Nelore presentó una media menor de fuerza de corte que los F1, lo que puede ser explicado por la mayor frecuencia (13/19 vs. 5/17) de muestras con $pH>6,0$.

Por este motivo, se hizo un nuevo análisis estadístico excluyéndose las muestras con $pH>6,0$ y se obtuvieron medias de 5,7 para ambos grupos. Se observó, entonces, que la media WBS del Nelore pasó de 4,6kg a 5,6kg y la del F1 prácticamente no se modificó. De este modo, surgió una diferencia que no es significativa ($P=0,29$), porque el número de observaciones quedó bastante reducido, pero que muestra una tendencia a carne más tierna en el F1. Con las pérdidas por cocción la tendencia fue a medias prácticamente iguales entre los grupos, pero superiores al primer análisis, ya que las muestras “dark-cutting” con su alta retención de agua fueron retiradas del análisis.

El período de maduración de 14 días también debe haber influenciado la comparación de la fuerza de corte, minimizando la diferencia entre las medias de los grupos genéticos, en la medida en que progresó la proteólisis enzimática como fue relatado por Mandell et al. (1997), para carne de Simmental y Hereford, y por Monsón et al. (2004) para carne de French Limousin, Blond d'Aquitaine, Old Brown Swiss.

Tabla 2. Medias de la fuerza de corte (WBS) y pérdida de peso por cocción (PPC) de muestras de los grupos Nelore y F1.

	Todas las muestras		Muestras con $pH \leq 6,0$	
	WBS (kg)	PPC (%)	WBS (kg)	PPC (%)
Nelore (100% BI)	4,6 (n=19)	20,2 (n=19)	5,6 (n=06)	23,6 (n=06)
F1 (50% BI)	4,9 (n=17)	22,5 (n=17)	5,0 (n=12)	23,4 (n=12)
<i>P-value</i>	0,52	0,08	0,29	0,91

Se concluye que, en las condiciones de manejo pre-matanza a que fueron sometidos los bovinos machos enteros en esta investigación, la alta incidencia de muestras DFD, principalmente en el grupo BI perjudicó la comparación de los grupos genéticos. Y, que una vez retiradas de la comparación las muestras DFD ($pH>6,0$), se hizo evidente una tendencia a menor media de fuerza de WBS del bistec (m. *Longissimus dorsi*) en el grupo F1 y medias muy semejantes de pérdidas de peso en la cocción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•AMSA, American Meat Science Association Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. National Live Stock and Meat Board, Illinois, 1995. •COMUNIDAD EUROPEA (CE). Reglamento n°. 1234. Anexo V. Modelo

Comunitario de Clasificación de las Canales. Diario Oficial de la Unión Europea, 2007. •FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. Porto alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 89-97. •HADLICH, J.C. Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades. Botucatu, 2004. 94 p. Dissertação (Maestría en Zootecnia) – FMVZ, UNESP. •JOHNSON, D. D., Huffman, R. D., Willians, S. E., Hargrove, D. D. effects of percentage Brahman and angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. J. Animal Sci., v. 68. p.1980-1986. 1990. •KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. Meat Sci., 43:193–201, 1996. •LAWRIE, R. A.. Lawrie's Meat Science. 6th ed. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, 1998. •LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. Limbife – laboratório de Análises de carne, Nova Odessa, SP. 140 p, 2000. •MANDELL, I. B., GULLETT, E. A., WILTON, J. W., KEMP, R. A., y ALLEN, O. B. Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. Livestock Production Sci., p. 235–248, 1997. •MÓNSON, F; C.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. Meat Sci., v. 68, p. 595-602, 2004. •SMITH, G. C., J. W. SAVELL, H. G. DOLEZAL, T. G. FIELD, D. R. GILL, D. B. GRIFFIN, D. S. HALE, J. B. MORGAN, S. L. NORTH CUTT, AND J. D. TATUM. The Final Report of the Second Blueprint for Total Quality Management in the Fed-Beef (Slaughter Steer/Heifer) Industry: National Beef Quality Audit—1995. National Cattlemen's Association, Englewood, CO, 1995. •WHEELER, T.L.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. Palatability of chilled and frozen beef steaks. J. Food. Sci., v.55, p.301-304, 1990. •WHIPPLE, G., KOOMARAIE, M., DIKEMAN, M. E., et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos Indicus* cattle. J. Animal Sci., v. 68. p.2716-2728. 1990.

MEAT TENDERNESS OF NELORE (*Bos indicus*) AND F1 (*Bos indicus* x *Bos taurus*) YOUNG BULLS

ABSTRACT. To compare meat tenderness (WBSF) of Nelore and F1 (A. Angus x Nelore cows) 36 young bulls (19 Nelore; 17 F1) were lot fed for 128 days, and slaughtered at 23 months of age. Rib cuts (m. Longissimus dorsi, 9-11th ribs) were vacuum packed and aged for 14 days at 1°C, and then analysed for WBSF (Warner-Bratzler shear force) and pH. There was difference ($P<0.05$) between pH means (F1=5.8; Nelore=6.2) with a high incidence of DFD (pH>6.0) meat in the Nelore, which was due to a more stressful response of the *Bos indicus* breed to pre-slaughter handling. No differences for cooking losses were found, but there was a trend towards lower ($P=0.08$) losses in the Nelore breed samples, due to the higher pH in them. WBSF did not differ ($P>0.05$) between group means which is compatible to the abnormal pH in the Nelore. When the samples with pH≥6.0 were removed from the analysis, the WBSF mean of the Nelore group increased 1.0 kg (4.6 to 5.6 kg), but the F1 mean (4.9 kg) did not change. The high incidence of DFD samples made the comparison more difficult, but once high pH samples were removed a trend towards lower WBSF in the F1 group became evident.

Keywords: crossbreeding, beef quality, tenderness.

EFFECTO DE LA EDAD DENTAL Y NIVEL DE ACABADO DE CANALES DE NOVILLOS NELORE (*Bos indicus*) EN LA TERNEZA OBJETIVA

Pflanzer, S. B. y Felício, P. E.

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, Brasil. spflanzer@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Bouton y Harris (1972) señalaron que la relación entre edad y terneza refleja no sólo la evolución cronológica directa en los tejidos muscular y conjuntivo, sino también efectos asociados. El aumento del tamaño corporal y a la deposición de grasa subcutánea en la canal con la edad, pueden influir en la tasa de enfriamiento. La cantidad de tejido adiposo subcutáneo de las canales, medida en términos de espesor de grasa dorsal en el ojo de bife (entre 9° y 11° costilla), o evaluada visualmente puede influir en la terneza de la carne. Según Dolezal et al. (1982) el efecto se produce a través de la prevención del acortamiento de sarcómeros por el frío, con la grasa actuando como aislante térmico cuando el enfriamiento es rápido, pero pocos estudios relacionan la grasa subcutánea con la terneza de la carne en ganado cebú de Brasil.

Este experimento se llevó para determinar el efecto de tres clases de edad dental (2, 4 y 6 dientes incisivos permanentes) y dos niveles de acabado de la canal (2- poco y 3- mediano) en la resistencia al corte y longitud del sarcómero del músculo *Longissimus thoracis* de vacunos Nelore producidos a pastoreo y sacrificados en la industria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de las canales y preparación de muestras

Se utilizaron 60 canales vacunas, seleccionadas al azar durante el sacrificio de 822 animales de la jornada y agrupadas en 6 categorías con 10 canales cada una, de acuerdo con la edad dental (2, 4 y 6 dientes incisivos permanentes – d.i.p., lo que corresponde a animales de 20-24 meses, 30-36 meses y 42-48 meses de edad) (Correa, 1996) y la cobertura de grasa subcutánea (2 – poco y 3 - mediano, correspondiente al espesor de 1-3mm y 4-6mm de espesor).

Después del enfriamiento de las canales (2°C durante 24 horas), se retiró una parte del bife ancho sin tapa ("cube roll"), incluidas las 6ª, 7ª y 8ª vértebras torácicas (m. *Longissimus thoracis*), que fue deshuesada y madurada durante 14 días.

Resistencia al corte - Método Warner-Bratzler

Se hornearon filetes de 2,5 cm de espesor en horno eléctrico convencional (170°C), hasta temperatura interna de 71°C. Después de la cocción se retiraron seis cilindros de 1,27 cm de diámetro en el sentido de las fibras musculares con la ayuda de un vaciador. que fue cortado una vez en texturometer TA-XT 2i, equipado con una cuchilla de Warner-Bratzler de 1mm de espesor (AMSA, 1995).

Longitud del sarcómero

El análisis de la longitud del sarcómero se llevó a cabo según lo descrito por Culler et al. (1978). De cada muestra se preparó una solución conteniendo las miofibrillas extraídas. Una gota de esta suspensión fue examinada por microscopía de contraste de fase, utilizando objetivo 100x en aceite de inmersión. Las miofibrillas fueron fotografiadas y analizadas a través de software de morfometría y la longitud de los sarcómeros de se midieron en micrómetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencia al corte

En la Tabla 1 se recogen los resultados del análisis de la terneza objetiva (WB) y la pérdida de peso por la cocción (PPC) del m. *Longissimus thoracis*, agrupados por la edad dental y el acabado de las canales. Para las medidas de WB del m. *Longissimus thoracis*, se constató que las clases de edad dentales no diferían ($P > 0,05$). Resultados similares fueron encontrados por Lawrence et al. (2001) al evaluar la fuerza de corte y la terneza de la m.

Longissimus thoracis de ganado con distintas clases de edad dentales (0, 2, 4, 6 y 8 de d.i.p.), y los autores no encontraron diferencias entre las categorías estudiadas. Felício et al. (1982) evaluaron el efecto de la edad de tres clases de ganado (30-36 meses, 36-48 meses y más de 48 meses) en la resistencia al corte del m. *Longissimus thoracis* y *dorsi*, y no encontraron ninguna diferencia entre ellas. Sin embargo, Shorthose et al. (1990) encontraron valores más altos de fuerza de corte en las muestras de los animales más viejos y Huff et al. (1993) encontraron carne más tierna en los animales más jóvenes (14 meses) en comparación con los animales más viejos (76 meses).

Tabla 1. Promedio de resistencia al corte (WB) y pérdida de peso por cocción (PPC) para grupos de edad y clases de acabado.

Grupos	(n)	WB \pm SEM, kg	PPC \pm SEM, %
Edad dental	2 dip*	6,81 \pm 0,35	31,53 ^a \pm 0,79
	4 dip	6,85 \pm 0,48	30,08 ^{ab} \pm 0,77
	6 dip	5,76 \pm 0,29	27,87 ^b \pm 1,01
	P-value	0,65	<0,01
Acabado	2-poco	7,04 ^a \pm 0,33	30,84 ^a \pm 0,64
	3-mediano	5,91 ^b \pm 0,28	28,81 ^b \pm 0,81
	P-value	<0,01	0,03

^{a,b}En la columna, los medios con letras distintas difieren ($P < 0,05$). * Dientes incisivos permanentes.

Filetes de canales con acabado medio demostraron un valor de WB menor ($P < 0,01$) a los de los filetes de canales con acabado escaso (Cuadro 1). Este efecto también fue descrito por Dolezal et al. (1982), que evaluaron tres grados de acabado (menos de 5mm, 5-10mm y más de 10 mm). Lochner et al. (1980) también encontraron menor fuerza de corte en las muestras de las canales con un acabado superior en comparación con las de uno menor. Se constató el efecto de la edad y el acabado ($P < 0,05$) sobre la pérdida de peso por cocción, cuando muestras de animales más viejos, con más grasa de cobertura perdieron menos peso. Moon et al. (2006) también encontraron menores pérdidas de peso por cocción en las muestras de las canales con más grasa (de tres grados de acabado: 7 mm, 9,5 mm y 11,5 mm de grasa de cobertura). Por su parte, Felício et al. (1982) y Lawrence et al. (2001) no encontraron diferencias en la pérdida de peso para la cocción debido a la edad.

Longitud del sarcómero

Hay una tendencia de mayor promedio de longitud de sarcómeros en clases de edad 4 y 6 ($P = 0,09$). También hubo una tendencia de mayor sarcómero en acabado 3 ($P = 0,06$). Estos efectos favorables de edad y acabado se pueden atribuir a un ritmo más lento de enfriamiento del m. *Longissimus thoracis* de canales en las condiciones de operación industrial donde se hizo la investigación (Figura 1). Shorthose et al. (1990) y Shackelford et al. (1995) no encontraron diferencias debido a la edad, mientras May et al. (1992) constataron efectos de acabado.

En base a los resultados de esta investigación, realizada por muestreo de

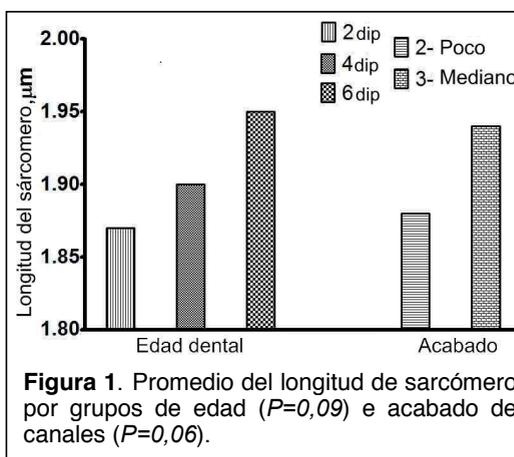


Figura 1. Promedio de longitud de sarcómero por grupos de edad ($P=0,09$) e acabado de canales ($P=0,06$).

las canales bovinas de raza Nelore (*Bos indicus*), se concluye que no hay diferencia para fuerza de corte entre los distintos grupos de edad, pero un mayor acabado ofrece carne más tierna, posiblemente debido a la menor pérdida de peso por cocción y mayores sarcómeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA. (1995). AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. Chicago: Natl. Live Stock and Meat Board, IL.
- BOUTON, P. E. y HARRIS, P. V. (1972). The effects of some post-slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. *J. Food Sci.*, 37, 539-543.
- CULLER, R. D., PARRISH, F. C., SMITH, G. C. y CROSS, H. R. (1978). Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *J. Food Sci.*, 43, 1177-1180.
- DOLEZAL, H. G., SMITH, G. C., SAVELL, J. W. y CARPENTER, Z. L. (1982). Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. *J. Food Sci.*, 47, 397-401.
- FELÍCIO, P. E., ALLEN, D.M. y CORTE, O. O. (1982). Influência da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos Zebu. *Coletânea ITAL, Campinas*, 12, 137-149.
- HUFF, E. J. y PARRISH, G. C. (1993). Bovine longissimus muscle tenderness as affected by post mortem aging time, animal age and sex. *J. Food Sci.*, 58, 713-716.
- LAWRENCE, T. E., WHATLEY, J. D., MONTGOMERY, T. H., PERINO, L. J. y DIKEMAN, M. E. (2001). Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. *J. Animal Sci.*, 79, 2092-2096.
- LOCHNER, J. V., KAUFFMAN, R. G. y MARSH, B. B. Early-postmortem cooling rate and beef tenderness. *Meat Sci.*, 4, 227-241, 1980.
- MAY, S. G., DOLEZAL, H. G., GILL, D. R., RAY, F. K. y BUCHANAN, D. S. (1992). Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Animal Sci.*, 70, 444-453.
- MOON, S.S., YANG, H.S., PARK, G.B. y JOO, S.T. (2006). The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. *Meat Sci.*, 74, 516-521.
- SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L. y 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. Animal Sci.*, 73, 3333-3340.
- SHORTHOSE, W. R. y HARRIS, P. V. (1990). Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.*, 55, 1-8.

EFFECTS OF TEETH MATURITY AND FATNESS OF NELORE (*Bos indicus*) STEER CARCASSES ON INSTRUMENTAL TENDERNESS

ABSTRACT. This study aimed to evaluate the effects of teeth maturity and carcass fatness on instrumental tenderness and sarcomere length of the beef ribeye (m. Longissimus thoracis). Carcass sides (n=60) of Nelore steers were grouped into six categories, according to teeth maturity (2, 4 and 6 permanent incisors), and fatness (2 – slight and 3 - average). The boneless ribeye cuts (6th - 9th ribs) were vacuum packed and aged for 14 days. Steaks, 2.5 cm thick, were evaluated regarding sarcomere length, shear force and sensory attributes. Sarcomere length was not affected ($P>0.05$) by maturity or fatness. Teeth maturity did not influence ($P>0.05$) tenderness measured by instrumental analysis, however rib steaks from fatter carcasses had better tenderness ($P<0.01$) and lower cooking losses ($P<0.01$). It is concluded that there are not instrumental differences between the distinct maturity groups evaluated, however fatter beef carcasses had better tenderness.

Keywords: beef carcass, teeth maturity, fatness, tenderness.

INFLUENCIA DE LOS CENTROS DE CLASIFICACIÓN EN VIVO Y DE LA TECNOLOGÍA DE REFRIGERACIÓN DE LAS CANALES SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDERO

Monge, P¹; Muela, E¹; Pirés, C¹; Campo, MM¹; Medel, I²; Alonso, V¹; Oliván, A²; Beltrán, JA¹ y Sañudo, C¹. paulam@unizar.es

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177 (50013) Zaragoza

² Pastores Grupo Cooperativo de Productores de Carne, Edificio Pastores, Carretera Cogullada 65 Mercazaragoza, 50014 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

Las exigencias del mercado han derivado en una intensificación de los sistemas de producción de carne ovina con el fin de abaratar costes y mantener un producto de calidad y homogéneo. La poca mano de obra especializada en el sector ha llevado a los ganaderos a asociarse en cooperativas, dejando la fase de cebo de los animales en manos de los Centros de Clasificación (CC). Esto, al menos, ha mejorado la logística del sistema y ha simplificado la labor del productor, que centra su atención en el rebaño reproductor y en la etapa juvenil de los corderos, asegurándoles un buen desarrollo posterior en la fase de cebo dentro de la cooperativa (Escós et al., 2006). La carne es un producto perecedero, de ahí la constante preocupación por alargar su vida útil. El método más difundido para su preservación es la refrigeración inmediata tras el sacrificio. Para ofrecer un producto de calidad es tan importante la velocidad a la que se enfría la canal como la correcta regulación de la temperatura durante todo el proceso (Medel y Sierra, 2001). Aumentar la vida útil realza la calidad del producto y facilita su distribución por lo que muchos consumidores estarían dispuestos a pagar más por un producto más fresco (Bailey et al., 1997).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudió el efecto lugar-sistema de acabado de los animales hasta su sacrificio, así como el sistema de frío empleado en la refrigeración posterior al sacrificio. Para ello, se emplearon 48 corderos de raza Rasa Aragonesa procedentes de varias explotaciones pertenecientes al grupo Pastores. La mitad de esos animales fueron acabados en CC y la otra mitad en la propia explotación. Los animales fueron sacrificados en el matadero de Mercazaragoza. Las canales de cada uno de los dos grupos, con un peso canal fría de 11-13 Kg se dividieron a su vez aleatoriamente en tres lotes en función del sistema de frío al que eran sometidos, a 16 canales (8 de cada origen) se les dio un golpe de frío en túnel y posteriormente se refrigeraron a 0°C, a otras 16 se les dio también un golpe de frío en túnel y posteriormente se refrigeraron a 2°C y las últimas 16 no fueron sometidas a golpe de frío y directamente se refrigeraron a una temperatura de 2-4°C. Se extrajo de cada una de las canales el músculo *Longissimus Dorsi* que se dividió en dos partes, una para cada ensayo a realizar. Las muestras se maduraron durante 3 días y fueron conservadas en cámara estática a -18°C hasta el día previo al análisis, momento en el que se descongelaron a 4°C durante 24 horas. Se realizaron dos ensayos, en el primero se utilizaron los Métodos de Compresión y Warner-Bratzler y en el segundo el Texture Profile Analysis (TPA). En el método de compresión se empleó carne cruda y se determinó la compresión al 20% (C20) y al 80% (C80). Para el método de cizalla de Warner-Bratzler se empleó carne cocida hasta una temperatura interna de 70°C y se determinó la fuerza máxima de corte. Este método se empezó a utilizar hace más de 60 años (Warner, 1928) y probablemente sigue siendo el más utilizado (Lepetit, J; Culioli, J., 1994). En el método de TPA las muestras de carne fueron cocinadas en un grill hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C y se determinaron las variables de dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, masticabilidad y fracturabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ensayo (Tabla 1) se observaron diferencias significativas en todas las variables analizadas por efecto del origen y exclusivamente en las variables de compresión por efecto del procesado, no siendo significativa la interacción de ambos efectos. En la Tabla 2 observamos unos valores mayores de C20 en la carne procedente de animales que pasaron por el CC para cualquier tratamiento post sacrificio. El golpe de frío en túnel junto con una posterior refrigeración a 2°C sería el tratamiento más adecuado por presentar valores más bajos. Para C80, los valores más bajos corresponden a la carne de animales procedentes del CC y también resultó más beneficioso el paso por el túnel y posterior refrigeración a 2°C. Por el método de Warner-Bratzler, la carne más dura resultó la de los animales procedentes del CC, sin conclusión clara sobre el método de refrigeración. En el segundo ensayo (TPA) solo se encontraron diferencias significativas en función del origen de los animales (Tabla 3) siendo no significativo el efecto del procesado. En cuanto al origen, resultó más dura la carne de animales procedentes de la explotación, lo que coincide con los valores mayores de C80 del ensayo 1. Los animales procedentes de la explotación presentaron una mayor dureza debida al tejido conectivo, asociada a un factor genético y los que pasaron por el CC tuvieron una mayor dureza debida al componente miofibrilar que podría atribuirse al mayor estrés sufrido por los animales en estos centros que hace que la carne madure peor. En cuanto al sistema de frío empleado, en los ensayos con carne cruda, parece ser que el paso por túnel y posterior refrigeración a 2°C resulta beneficioso, sin embargo, cuando la carne es sometida a un tratamiento térmico no se aprecian efectos significativos, siendo este resultado el que interesa a nivel del consumidor. Sin embargo, sería bueno realizar otro estudio en el que todos los animales procedieran de la misma explotación para evitar que el origen genético de los animales pueda estar afectando los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, C.G., Jayas, D.S., Holley, R.A., Jeremiah, L.E. and Gill, C.O. 1997. Food Res. Int.30:(10),743-753
- Escós, J., María, G.A., Lopez, J., Alierta, S., García Belenguer, S., Liste, G. 2006. 52 ICOMST 529-530
- Lepetit, J., Culioli, J. 1994. Meat Sci.36:203-237
- Medel, I. and Sierra, I. 2001. Jornadas internacionales de la SEOC, Sevilla.167-176

Agradecimientos: Al departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos por el trabajo realizado y al Grupo Pastores por su colaboración.

INFLUENCE OF CLASSIFICATION CENTERS IN VIVO AND COOLING TECHNOLOGY OF THE CARCASSES ON THE QUALITY OF THE MEAT OF LAMB

ABSTRACT. The purpose of this investigation was to determine the influence of the origin of the animals and the influence of the cooling system on the meat quality. Forty-eight lambs in different farms were slaughtered and the steaks from the longissimus dorsi were analysed in terms of texture using Compression, Warner-Bratzler and Texture Profile Analysis methods. Different refrigeration system did not influence quality except in raw meat. In terms of texture, the farm animals seem to have a hard meat due to connective tissue associated with a genetic factor and the animals from classification center had a higher hardness due to miofibrilar component which is associated with increased stress experienced by these animals.

Keywords: *instrumental quality; sheep; texture; cooling system.*

Tabla 1. Valor F y Significación del efecto “Procesado” y “Origen”.

Variables	Procesado(P)	Origen(O)	(PxO)
C20	9,18**	7,61**	ns
C80	9,85***	5,75**	ns
Fuerza máxima	ns	8,88**	ns

ns (no significativo);* (p≤0,05); ** (p≤0,01); *** (p≤0,001)

Tabla 2. Medias y desviación típica para cada categoría y subconjuntos homogéneos

Efecto/Variables	C20 (N/cm ²)	C80(N/cm ²)	Fuerza máxima (WB)(Kg/cm ²)	
Centro de clasificación	Túnel+0°C	8,24±2,82ab	40,39±4,36bc	6,00±1,44bc
	Túnel+2°C	7,53±3,13ab	32,74±7,30a	5,09±0,81abc
	Cámara	13,14±3,35c	42,69±7,86bc	6,36±1,56c
Explotación	Túnel+0°C	7,41±3,23ab	46,58±7,53c	4,17±1,10a
	Túnel+2°C	5,45±1,01a	36,79±8,54ab	5,16±1,27abc
	Cámara	8,83±3,72b	46,96±4,20c	4,83±1,22ab

a, b, c: Diferentes letras en la misma columna implican diferencias significativas p≤0,05

Tabla 3. Valor F y Significación del efecto “Origen”.

Variables	Procesado(P)	Origen(O)	(PxO)
Dureza	ns	7,37**	ns
Adhesividad	ns	4,02t	ns
Elasticidad	ns	ns	ns
Cohesividad	ns	ns	ns
Masticabilidad	ns	5,82*	ns
Fracturabilidad	ns	5,92*	ns

ns: no significativo; t (p≤0,1);* (p≤0,05); ** (p≤0,01);

Tabla 4. Medias y desviación típica para cada categoría y subconjuntos homogéneos

Efecto/Variables	Dureza(Kg)	Adhesividad (g/mm)	Elasticidad (mm)	
Centro de clasificación	Túnel+0°C	1,22±0,27a	-0,35±0,52	0,55±0,02
	Túnel+2°C	1,39±0,29a	-0,43±0,48	0,54±0,02
	Cámara	1,32±0,39a	-0,51±0,39	0,55±0,03
Explotación	Túnel+0°C	1,61±0,37ab	-1,03±0,47	0,55±0,03
	Túnel+2°C	1,83±0,52b	-0,56±0,50	0,56±0,02
	Cámara	1,39±0,38a	-0,56±0,54	0,55±0,02
	<i>Cohesividad</i>	<i>Masticabilidad(g/mm)</i>	<i>Fracturabilidad(kg)</i>	
Centro de clasificación	Túnel+0°C	0,98±0,05	0,67±0,17a	0,26±0,05a
	Túnel+2°C	0,99±0,67	0,77±0,19a	0,28±0,05ab
	Cámara	0,99±0,82	0,74±0,29a	0,26±0,05ab
Explotación	Túnel+0°C	1,00±0,05	0,92±0,27ab	0,31±0,06ab
	Túnel+2°C	1,03±0,56	1,08±0,37b	0,32±0,06b
	Cámara	0,96±0,07	0,76±0,28a	0,28±0,05ab

a, b : Diferentes letras en la misma columna implican diferencias significativas

ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN DE LAS VITAMINAS A Y E EN EL TEJIDO ADIPOSO Y HEPÁTICO DE CERDOS EN CEBO.

A. Rey¹, A. Olivares¹, A. Daza², D. Amazán¹ y C. López Bote¹

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

²Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: anarey@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

Las vitaminas liposolubles A y E están relacionadas con efectos positivos sobre la salud, la eficiencia productiva y la calidad de la carne (Buckley et al., 2005, D'Souza et al., 2003). Por este motivo se tiende a incluir actualmente en las raciones para cerdos concentraciones de vitamina A hasta 10 veces mayores a las recomendadas por el NRC e incluso aun superiores en el caso de la vitamina E. Debido a las características liposolubles de ambas vitaminas y a que su mecanismo de absorción es similar existen evidencias de la interacción en la acumulación de las mismas en los tejidos de animales jóvenes (Ching et al., 2002). Sin embargo, en cerdos adultos los pocos estudios que existen son contradictorios (Hoppe et al., 1992, Anderson et al., 1995). En la práctica se tiende a ignorar la posible existencia de antagonismos y las recomendaciones en cerdos de cebo se suelen establecer de modo independiente.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar si existía una interacción entre las vitaminas A y E en cerdos en cebo, y cuantificar la interacción entre las mismas y la acumulación en los distintos tejidos en función de la concentración utilizada en el pienso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron cerdos Large White x Landrace machos castrados. Todos los animales recibieron en el pienso la misma concentración de α -tocoferol (100 mg/kg), mientras que la concentración de vitamina A en forma de acetato de retinol varió en los distintos grupos experimentales (0, 1300, 13000 y 100.000 UI). Los animales recibieron el pienso desde los 56,6 kg ($\pm 1,3$) durante un periodo de 11 semanas y se sacrificaron con un peso de aproximadamente 120,6 (kg $\pm 2,3$).

Tras el sacrificio se tomaron muestras de grasa e hígado que se envasaron al vacío y se conservaron en congelación para su posterior análisis en el laboratorio.

Para la determinación de la concentración de α -tocoferol, retinol y palmitato de retinol en la grasa se utilizó el método descrito por Rey et al. (2006) basado en la saponificación de la muestra, mientras que para el contenido de los mismos componentes en el hígado se utilizó el método descrito por Rey et al. (2001).

El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento proc reg del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 aparece la relación entre las vitaminas A (retinol o palmitato de retinol) y E (α -tocoferol) en los tejidos adiposos y hepático.

Es interesante observar que el contenido en α -tocoferol de la grasa disminuyó linealmente según se incrementó el contenido en retinol de dicho tejido ($P < 0,005$) lo que sugiere un antagonismo entre estas dos vitaminas liposolubles en cerdos adultos. Sin embargo, en el hígado (tejido en el que se deposita prioritariamente la vitamina A bien en forma de retinol o palmitato de retinol), el contenido en α -tocoferol disminuyó de forma lineal ($P > 0,05$) y

cuadrática ($P > 0,05$) lo que sugiere una respuesta exponencial. De acuerdo con la ecuación de regresión que relaciona el contenido de retinol y α -tocoferol del hígado, se produce un rápido descenso de los valores de tocoferol cuando la concentración de retinol en el hígado alcanzaron los 20-25 ug/g. La concentración de α -tocoferol también se vio afectada de forma marcada por el contenido de palmitato de retinol en el hígado dándose de forma marcada con concentraciones de 250-300 ug/g aproximadamente.

En la tabla 2 aparece la relación entre los niveles de retinol y palmitato de retinol en los tejidos adiposo y hepático de los cerdos según la concentración de vitamina A (UI) utilizada en el pienso. La retención de dichos compuestos en los tejidos según la concentración añadida al pienso, siguió una tendencia de tipo cuadrática ($P < 0.0001$), sin embargo utilizando concentraciones hasta 13000 UI la retención es lineal, lo que coincide con los datos de Hoppe et al. (1992) al utilizar concentraciones similares. Considerando los niveles anteriormente señalados de 25 ug de retinol /g de hígado y de 300 ug de palmitato de retinol/ g de hígado que corresponden a una importante depleción de α -tocoferol en dicho tejido, estos valores según la tabla 2 se obtendrían con una suplementación aproximada de 15000 UI de vitamina A en el pienso, lo que contradice los resultados observados por Anderson et al. (1995). Dicho autor no observó ninguna interacción utilizando concentraciones de 20000 UI. Por otra parte, Hoppe et al., 1992, tampoco encontró interacción en la grasa o en el tejido hepático al utilizar concentraciones en el pienso de hasta 10000 UI, cuando se alimentaron cerdos durante un periodo de 22 semanas y pesos de sacrificio de 105 kg.

A tenor de los resultados obtenidos en el presente trabajo la concentración de vitamina A en el pienso de cerdos de cebo condiciona la concentración de α -tocoferol en el tejido hepático y adiposo. Este es un aspecto de interés ya que ambas vitaminas se relacionan con atributos de calidad de la carne en ganado porcino. La cuantificación de dicha interacción debe ser considerada a la hora de formular el corrector del pienso según los objetivos perseguidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson LE, Myer RO, Brendemuhl JH y Mcdowel LR 1995. J. Animal Sci. 73, 1093-1098.
- Buckley DJ, Morrissey PA y Gray JI 1995. J. Animal Sci. 73, 3122-3130.
- Ching S, Mahan DC y Wiseman TG 2002. J. Animal Sci. 80, 2396-2401.
- D'Souza DND, Pethick DW, Dunshea FR, Pluske JR y Mullan BP 2003. Australian J. Agricultural Research 54, 745-749.
- Hoppe P P, Schoner F J y Frigg M 1992. Int. J. Vitamin Nutr. Research 62, 121-129.
- Rey A, Daza A, López-Carrasco C y López-Bote CJ 2006. Animal Sci. 82, 901-908.
- Rey AI, Lopez-Bote CJ, Kerry JP, Lynch PB, Buckley DI. y Morrysey P 2001. Animal Sci. 72, 457-463.
- SAS. 1999. Statistics. In SAS user's guide. Cary, NC: Statistical Analysis SystemInst. Inc.

Tabla 1.- Relación entre la concentración de retinol o palmitato de retinol (ug/g) y α -tocoferol (ug/g) en grasa e hígado.

α -Tocoferol	Intercepto	Retinol	Retinol ²	R ²	RSD	P lineal	Pcuadrático
α -tocoferol grasa	7,51 ($\pm 0,41$)	-1,07 ($\pm 0,35$)	-	0,17	1,53	0,0032	-
α -Tocoferol	Intercepto	Retinol	Retinol ²	R ²	RSD	P lineal	Pcuadrático
α -tocoferol hígado	5,03 ($\pm 0,26$)	-0,16 ($\pm 0,038$)	0,0037 ($\pm 0,00091$)	0,33	0,90	0,0001	0,0002
α -Tocoferol	Intercepto	Palmitato Retinol	Palmitato Retinol ²	R ²	RSD	P lineal	Pcuadrático
α -tocoferol hígado	5,05 ($\pm 0,31$)	-0,013 ($\pm 0,0036$)	0,000024 ($\pm 0,0000076$)	0,21	0,94	0,0011	0,0025

Tabla 2. Relación entre la vitamina A del pienso (IU) y la retención de retinol y palmitato de retinol (ug/g) en grasa e hígado.

Vitamina A	Intercepto	Vitamina A pienso	Vitamina A pienso ²	R ²	RSD	P cuadrático
Retinol grasa	0,049 ($\pm 0,03$)	0,0001 ($\pm 0,00000552$)	- 4,77 E-10 ($\pm 5,40$ E-11)	0,94	0,16	0,0001
Retinol hígado	4,013 ($\pm 0,92$)	0,051 ($\pm 0,05$)	-1,04 E-8 ($\pm 1,75$ E-9)	0,84	4,97	0,0001
Palmitato retinol hígado	54,47 ($\pm 7,33$)	0,018 ($\pm 0,0013$)	-1,52 E- 7($\pm 1,32$ E-8)	0,94	39,50	0,0001

STUDY OF THE VITAMIN A AND E INTERACTION IN FAT AND LIVER FROM FATTENIG PIGS

ABSTRACT. To assess this study, pigs (Large White x Landrace) received diets supplemented with 100 mg α -tocoferol /kg feed and different concentrations of vitamin A (0, 1300, 13000 y 100.000 UI). The α -tocoferol concentration of fat linearly decreased when the retinol increased ($P < 0.005$). However, in liver α -tocoferol concentration decreased linearly ($P > 0.05$) and quadratically ($P > 0.05$), which suggests an exponential response. The most marked decreased of α -tocopherol in liver was when concentrations of approximately 25 ug retinol/g and 300 ug retinol palmitate/g were reached. We can conclude that there is an interaction between vitamins A and E in fattening pigs, which is especially interesting taking into accounts the effects of these vitamins on meat quality.

Keywords: vitamin A, vitamin E, adult pigs,

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE LACTANCIA SOBRE EL COLOR DE LA CARNE Y DE LA GRASA RENAL DE CABRITOS DE LAS RAZAS MUCIANO-GRANADINA Y MALAGUEÑA

Ripoll, G.¹, Alcalde, M.J.², Horcada, A.², Sañudo, C.³ y Panea, B.¹

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana, 930, 50059, Zaragoza. gripoll@aragon.es. ²Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera km 1, 41013 Sevilla. ³Facultad de Veterinaria de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177, 50.013, Zaragoza

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de las explotaciones caprinas en Andalucía están dedicadas a la producción de leche destinada en su mayor parte a la producción de queso, de tal forma que el cabrito de estas razas es un subproducto, por lo que frecuentemente se alimenta con leche artificial (normalmente compuesta por leche de vaca, cereales y grasa vegetal) hasta alcanzar un peso de sacrificio bajo con una canal muy ligera. Este manejo permite aprovechar la leche de la madre para la elaboración de queso y posibilita buenos crecimientos y una canal apta para su comercialización. Sin embargo, algunos ganaderos prefieren alimentar a los cabritos con leche natural porque consideran que esto mejora la calidad de la carne (Bañón et al., 2006). Las dos razas caprinas lecheras de mayor censo en España son la Murciano-Granadina y la Malagueña (508.000 y 150.000 ejemplares en 2008, respectivamente) (Feagas, 2008).

El presente trabajo es parte de un amplio proyecto que pretende caracterizar la calidad de la canal y de la carne de 7 razas caprinas españolas, y el objetivo de este trabajo es estudiar la influencia del sistema de dos sistemas de lactancia (natural vs artificial) sobre el color de los músculos *Rectus abdominis*, *Longissimus thoracis* y la grasa renal de los cabritos de las razas Malagueña y Murciano-Granadina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se criaron 15 cabritos con lactancia natural y otros 15 con lactancia artificial de cada una de las razas Murciano-Granadina (MU) y Malagueña (MA). Los 60 cabritos se sacrificaron a un peso de la canal caliente de $4,6 \pm 0,89$ Kg, incluyendo la cabeza, pulmones, hígado y riñones. Tras orearse la canal 24 horas a 4°C se midió el color de la grasa perirrenal en las zonas más cubiertas, y del m. *Rectus abdominis* tras haber retirado la fascia que lo cubre y colocando detrás un azulejo blanco para normalizar la lectura. Se extrajo el m. *Longissimus lumborum* y se midió el color del músculo en la cara caudal del mismo tras 1 hora de exposición al oxígeno. Las medidas de color se realizaron con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d (espacio CIELab, D65, 10°, 0% UV, SCI) registrándose la luminosidad (L^*) y los índices de rojo (a^*) y amarillo (b^*), a partir de los cuales se calcularon la saturación (C^*) como $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ y el tono (H^*) como $H^* = \arctg(b^*/a^*)$ expresado en grados. Además, se calculó el valor absoluto de la integral del espectro trasladado (SUM) según Priolo et al. (2002). Esta variable se basa en la proporción de luz reflejada entre 450 y 510 nm, y es una estimación indirecta de la presencia de carotenoides en la grasa. Todas las variables fueron estudiadas por medio de un análisis de varianza factorial 2x2 y las diferencias entre tratamientos se declararon significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El color de la grasa perirrenal se muestra en la Tabla 1. No hubo interacción significativa entre el sistema de lactancia y la raza. El sistema de lactancia influyó significativamente en las variables L^* , a^* y H^* , mientras que las dos razas tuvieron diferencias significativas para b^* , C^* y SUM. Los cabritos criados con lactancia natural tuvieron una grasa perirrenal de mayor luminosidad y mayor tono debido a un menor índice de rojo. La grasa de MU estuvo más pigmentada debido a un mayor índice de amarillo. Este mayor índice de amarillo se debió a una mayor deposición de carotenoides en la grasa de MU que en la de MA, reflejado en un mayor SUM. Estas diferencias demuestran que, además de la concentración en

carotenoides de la leche materna de la raza condicionada por la dieta de la madre, la deposición de carotenoides depende también de la raza.

El color del m. *Rectus Abdominis* (Tabla 2) estuvo condicionado por la interacción significativa ($p < 0.001$) de la lactancia y la raza para todos los parámetros excepto b^* , para el cual solo tuvo efecto significativo la raza ($p < 0.001$). MA tuvo mayor L^* que MU cuando se utilizó la lactancia natural mientras que cuando la lactancia fue artificial tuvo un valor de L^* menor. Con lactancia natural, ambas razas tuvieron un color (H^0) similar, pero mucho más pigmentado el de MU; pero cuando se utilizó lactancia artificial el H^0 de MU aumentó y el de MA disminuyó aumentando además su saturación.

Las características del color del músculo *Longissimus thoracis* se presentan en la Tabla 3. La raza tuvo un efecto significativo ($P < 0,001$) para las variables L^* , a^* , b^* y C^* . El músculo *Longissimus thoracis* de la raza MA presentó mayor luminosidad, mayor índice de rojo y menor índice de amarillo que la raza MU. En consecuencia, el tono de la raza MA fue menor que el de la raza MU en los dos sistemas de lactancia. El índice de amarillo se vio afectado además por el sistema de lactancia y el músculo de cabritos que se amamantaron de la madre tuvo mayor valor de b^* . Debido a una interacción significativa entre el sistema de lactancia y la raza (Figura 1), los cabritos de lactancia natural de la raza MA tuvieron un tono mayor que los de artificial, mientras que los cabritos MU alimentados con leche artificial tuvieron mayor tono.

Tabla 1. Color de la grasa perirrenal

	Lactancia		Raza		e.e.	Lactancia (L)	Raza (R)	LxR
	Natural	Artificial	MU	MA				
L^*	72,54	69,88	71,24	71,18	0,820	*	ns	ns
a^*	3,07	5,03	4,46	3,63	0,396	**	ns	ns
b^*	11,65	12,46	12,93	11,18	0,450	ns	**	ns
H^0	75,72	69,15	72,42	72,44	1,026	***	ns	ns
C^*	12,09	13,51	13,80	11,80	0,548	ns	*	ns
SUM	250	262	276	235	8,8	ns	**	ns

Ns: no significativo ($P > 0.05$), * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Tabla 2. Color del músculo Rectus Abdominis

	Natural		Artificial		e.e.	Lactancia (L)	Raza (R)	LxR
	MU	MA	MU	MA				
L^*	51,33	59,80	55,01	50,35	0,934	*	ns	***
a^*	11,79	6,93	9,14	11,84	0,403	ns	ns	***
b^*	19,02	10,29	18,83	11,21	0,452	ns	***	ns
H^0	58,16	56,56	64,14	43,03	1,106	*	***	***
C^*	22,47	12,46	21,08	16,38	0,482	ns	***	***

Ns: no significativo ($P > 0.05$), * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Tabla 3. Color músculo Longissimus thoracis

	Lactancia		Raza		e.e.	Lactancia (L)	Raza (R)	LxR
	Natural	Artificial	MU	MA				
L^*	47,55	46,56	45,33	48,78	0,545	ns	***	ns
a^*	2,10	2,06	1,05	3,11	0,309	ns	***	ns
b^*	9,60	9,02	11,23	7,40	0,172	*	***	ns
C^*	9,96	9,60	11,41	8,16	0,164	ns	***	ns

Ns: no significativo ($P > 0.05$), * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

La grasa de cabritos criados con leche natural fue más luminosa y presentó mayor tono que la de los cabritos alimentados con leche artificial. Las dos razas tuvieron el mismo tono pero la grasa de MU presentó mayor saturación por la mayor deposición de pigmentos carotenoides. Los cabritos de ambas razas alimentados con lactancia natural tuvieron un

tono del *Rectus abdominis* similar, sin embargo, los cabritos de raza MA presentaron mayor L^* y menor C^* . Entre los cabritos que fueron alimentados con leche artificial, los de la raza MA presentaron menor tono y menor L^* que los de raza MU. Respecto al color del lomo, la raza influyó mucho más que el sistema de lactancia. El músculo *Longissimus thoracis* de la raza MU fue menos luminoso y más pigmentado que el de la raza MA, con un tono mayor en los dos sistemas de lactación.

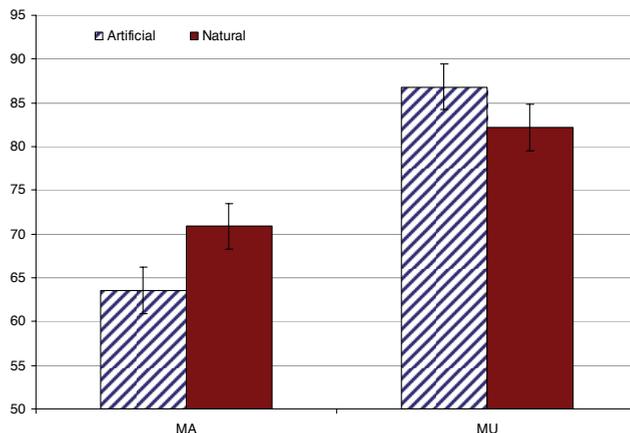


Figura 1. Interacción entre la raza y el sistema de lactancia ($P < 0.05$) en el tono (H°) del m. *Longissimus thoracis*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bañon, S., Vila, R., Price, A., Ferrandini, E., Garrido, M.D. 2006. Meat Sci. 72: 216-221.
- Feagas, 2008. www.feagas.es
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S., Dransfield, E. (2002). Meat Sci. 62: 179-185.

Agradecimientos: Agradecemos la colaboración de ACRIMUR, de la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina y de la Asociación española de criadores de la cabra Malagueña. A José Antonio Rodríguez por su colaboración, y a Cárnicas La Encantada, S.L., Cárnicas Alfredo, S.L. y Cárnicas Chica S.L. por las y las facilidades dadas. Trabajo ha sido cofinanciado por INIA RTA2006-0177 y fondos FEDER.

INFLUENCE OF LACTATION SYSTEM ON MEAT AND KIDNEY FAT COLOUR OF MURCIANO-GRANADINA Y MALAGUEÑA BREEDS KIDS.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the influence of lactation system on meat and kidney fat colour of Malagueña and Murciano-Granadina breeds kids. 15 kids per breed were slaughtered at carcass weight of 4.5 kg including head and red offals. Half of them were fed with natural milk and the other half with artificial milk. Colour of kidney fat and muscles *Rectus abdominis* and *Longissimus thoracis* were registered with and spectrophotometer. Lactation systems had influence on L^* , a^* and hue angle of kidney fat while differences between breeds were due to b^* , C^* and the estimator of carotenoids deposition in fat. Natural milk fed kids from both breeds had a similar *Rectus abdominis* hue angle, but MA had greater L^* and lower C^* , while MA artificial milk fed kids had lower H° and L^* . Muscle *Longissimus thoracis* were much influenced by breed than lactation system. MU had lower L^* values and greater C^* than MA, and greater hue angle on both lactation systems.

Keywords: suckling kids, rectus abdominis, carotenoides, meat colour, fat colour,

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS LIPOGÉNICAS, LIPOLÍTICAS Y METABÓLICAS DEL MÚSCULO ENTRE LÍNEAS DE CONEJO

Zomeño¹, C., Blasco¹, A. y Hernández¹, P.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

*crizose@posgrado.upv.es

INTRODUCCIÓN

El contenido lipídico del músculo es uno de los principales factores que afectan a la calidad de la carne. Este carácter depende del balance entre las rutas anabólicas (enzimas de la lipogénesis) y catabólicas (enzimas de oxidación y transportadores intracelulares) del flujo de ácidos grasos (Gerbens, 2004). Dentro de las enzimas lipogénicas, se ha puesto de manifiesto que diferencias en la actividad de estas enzimas están relacionadas con diferentes grados de engrasamiento (Gondret et al., 1997; Mouroty y Kouba, 1999). En la movilización de grasa participan también enzimas lipolíticas, liberando ácidos grasos y otros productos relacionados (Hernández et al., 1999). Diferencias en la actividad de las enzimas lipolíticas pueden conducir a diferencias en el sabor y aroma de la carne.

El objetivo de este trabajo es estimar la variabilidad genética de la actividad de enzimas que participan en la síntesis y degradación de los lípidos en los músculos *Longissimus* y *Semimembranosus proprius* del conejo. Se ha estudiado la actividad de enzimas lipogénicas, enzimas lipolíticas, y enzimas metabólicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se sacrificaron un total de 60 animales a la edad de 9 y 13 semanas (30 por grupo de edad), pertenecientes a las líneas A, V y R de la Universidad Politécnica de Valencia. Las dos primeras líneas se seleccionaron por tamaño de camada al destete y la tercera por velocidad de crecimiento del destete al sacrificio. Los animales fueron aturdidos eléctricamente previamente al sacrificio. De cada canal se extrajeron los músculos *Longissimus* (LD) y *Semimembranosus proprius* (SP) que fueron inmediatamente congelados en nitrógeno líquido y almacenados a -80°C.

Se midió la actividad de las enzimas lipogénicas glucosa 6-P-deshidrogenasa (G6PDH) (Ficht et al., 1959), enzima málico (ME) (Hsu y Lardy, 1969) y sintetasa de ácidos grasos (FAS) (Chang et al., 1967) sobre los músculos LD y SP. Las actividades enzimáticas se expresaron en nmol de NADPH formado (G6PDH, EM) u oxidado (FAS) por minuto y por gramo de músculo. La medida de las actividades lipolíticas se realizó sobre el músculo LD siguiendo el método descrito por Hernández et al. (1999). Se estudiaron las enzimas lipasa ácida, lipasa neutra y fosfolipasa ácida. Una unidad de actividad lipolítica se definió como la cantidad de enzima capaz de hidrolizar 1 μ mol de sustrato en 1 hora a 37 °C. Se determinó la actividad de las enzimas oxidativas β -hidroxiacil-CoA deshidrogenasa (HAD) (Bass et al., 1969) y citrato sintetasa (CS) (Srere, 1969), y la actividad de la enzima glicolítica lactato deshidrogenasa (LDH) (Bergmeyer y Bernt, 1974) sobre los músculos LD y SP. Las actividades enzimáticas se expresaron como μ mol de NADH (HAD, LDH) o de ión mercaptido (CS) transformados por minuto y gramo de músculo.

El modelo estadístico utilizado incluyó como efectos fijos la línea (A, V y R), la edad (9 y 13 semanas) y el sexo. Se estimaron las medias por mínimos cuadrados utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las actividades de las enzimas lipogénicas de los dos músculos analizados. Las actividades de las enzimas G6PDH y FAS fueron superiores en SP comparado con el LD, mientras que el músculo LD presentó una mayor actividad del EM. La

mayor capacidad lipogénica del músculo SP está relacionada con su mayor contenido de lípidos y su metabolismo predominantemente oxidativo (Alasnier et al., 1996). Se observó un efecto de la línea genética sobre las actividades de las enzimas lipogénicas. En el músculo LD, las líneas A y V presentaron un valor mayor de G6PDH que la línea R, no observándose diferencias significativas en las actividades del EM y FAS. En el músculo SP, las líneas R y V presentaron menores actividades de G6PDH y EM que la línea A. Estos resultados podrían conducir a un mayor engrasamiento de los animales de la línea A. Aunque no se dispone de valores de contenido de lípidos en el músculo SP, se observó un mayor contenido de lípidos en el músculo LD en la línea A (resultados no mostrados). No se observó un efecto edad para estas enzimas en el músculo LD; sin embargo el músculo SP presentó mayores actividades de G6PDH y EM a las 13 semanas de edad que a las 9 semanas. Gondret et al. (2004) observaron también un incremento de la actividad lipogénica en el músculo entre 10 y 20 semanas de edad.

En las enzimas lipolíticas, únicamente se encontraron diferencias entre líneas para la actividad de la lipasa neutra, donde la línea A presentó un valor mayor que las líneas V y R, no encontrándose diferencias para la lipasa ácida y la fosfolipasa ácida. Los valores medios obtenidos fueron 0.405, 2.66 y 0.453 U/g, para la actividad de la lipasa ácida, neutra y fosfolipasa, respectivamente. Se observó una disminución de la actividad de lipasa ácida, neutra y fosfolipasa ácida entre 9 y 13 semanas de edad.

La tabla 2 muestra las actividades de las enzimas metabólicas. El músculo LD presentó una mayor actividad de la enzima LDH que el músculo SP, mientras que el músculo SP mostró mayores actividades de las enzimas HAD y CS. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (Gondret et al., 1998, 2009). La actividad de estas enzimas presentó diferencias en función de la línea genética en el músculo SP; la línea R mostró un valor mayor de HAD (2,55 μ moles/min.g músculo) que A y V (2,05 μ moles/min.g músculo); para la CS, las líneas A y R presentaron un mayor valor (5,80 y 6,02 μ moles/min.g músculo, respectivamente) que la línea V (5,10 μ moles/min.g músculo). En el músculo LD, no se observaron diferencias entre líneas para estas enzimas. Se observó un efecto edad en la actividad de las enzimas metabólicas en ambos músculos (tabla 2). El LD presentó una mayor actividad de la enzima LDH y menor de HAD a las 13 semanas que a las 9, no encontrándose diferencias para la CS. El músculo SP presentó una mayor actividad de LDH a las 13 semanas ($p < 0,10$), no encontrándose diferencias en las actividades de HAD y CS. Estos resultados están de acuerdo con Gondret et al., (2004) donde se observó una disminución de la capacidad oxidativa entre 10 y 20 semanas de edad.

Los resultados obtenidos muestran una influencia de tipo genético en la actividad de diversas enzimas relacionadas con el metabolismo lipídico. Las variaciones observadas podrían conducir a diferencias en la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasnier, C., Réminon, H. y Gandemer, G. 1996. *Meat Sci.* 43 : 213-224.
- Bass, A., Brdiczka, D., Eyer, P., Hofer, S. y Pette, D. 1969. *Eur. J. Biochem.* 10: 198-206.
- Bergmeyer, H. U., y Bernt. E. 1974. *Methods of enzymatic analysis*, New-York, USA, Academic Press, 574-579.
- Chang, H. C., Seidman, I., Teebor, G., Lane, D. M. 1967. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 28: 682-686.
- Ficht, W. M., Hill, R. y Chaikoff, I. L. 1959. *J. Biol. Chem.*, 234: 1048-1051.
- Gerbens, F. 2004. *Muscle Development of Livestock Animals*, CABI Publishing. 343-356.
- Gondret, F., Mourot, J. y Bonneau, M. 1997. *Comp. Biochem. Physiol.* 117B: 259-265.
- Gondret, F., Mourot, J. y Bonneau, M. 1998. *Liv. Prod. Sci.* 54: 1-10.
- Gondret, F., Hocquette, J.F., Herpin, P. 2004. *Reprod. Nutr. Dev.* 44: 1-16.
- Gondret, F., Hernández, P., Réminon, H. y Combes, S. 2009. *J. Anim. Sci.* 87: 544-553.
- Hernández, P., Navarro, J. L., y Toldrá, F. 1999. *Z. Lebensm. Unters und Forsch.* 208: 110–115.
- Hsu, R. Y. y Lardy, H. A. 1969. *Methods in enzymology*, New-York, USA, Academic

Press, 230-235. • Mourot, J. y Kouba, M. 1999. *Reprod. Nutr. Dev.* 39: 125-132. • Srere, P. A. 1969. *Methods in enzymology*, New-York, USA, Academic Press, 13: 3-11.

Tabla 1. Medias y errores estándar de actividades de enzimas lipogénicas en dos músculos *Longissimus (LD)* y *Semimembranosus proprius (SP)* de conejo en tres líneas genéticas.

Músculo	Enzima	A	V	R
LD	G6PDH	68 ± 4 ^a	67 ± 4 ^a	55 ± 4 ^b
	EM	519 ± 29	547 ± 28	494 ± 29
	FAS	12,9 ± 1.5	9,9 ± 1.6	12,2 ± 1.5
SP	G6PDH	500 ± 25 ^a	373 ± 26 ^b	386 ± 25 ^b
	EM	305 ± 21 ^a	238 ± 21 ^b	237 ± 21 ^b
	FAS	108,7 ± 8.0	90,7 ± 8.0	101,2 ± 8.0

^{ab} medias con superíndices distintos dentro de la misma columna difieren significativamente ($p < 0.05$)

Tabla 2. Medias y errores estándar de actividades de enzimas metabólicas en dos músculos *Longissimus (LD)* y *Semimembranosus proprius (SP)* de conejo de 9 y 13 semanas de edad.

Músculo	Enzima	9 semanas	13 semanas
LD	LDH	716,4 ± 34,3 ^b	842,5 ± 34,3 ^a
	HAD	1,82 ± 0,12 ^a	1,44 ± 0,12 ^b
	CS	2,57 ± 0,18	2,70 ± 0,18
SP	LDH (*)	18,8 ± 1,9 ^b	24,2 ± 1,9 ^a
	HAD	2,12 ± 0,11	2,32 ± 0,11
	CS	5,60 ± 0,15	5,68 ± 0,15

^{ab} medias con superíndices distintos dentro de la misma fila difieren significativamente ($p < 0.05$). (*) ($p < 0.10$).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2006-10172 del Ministerio de Educación y Ciencia.

COMPARISON OF LIPOGENIC, LIPOLYTIC AND METABOLIC ACTIVITIES OF MUSCLE IN THREE RABBIT LINES

ABSTRACT. This study aim to compare the activity of some enzymes related to lipid metabolism between three rabbit lines in the *Longissimus (LD)* and *Semimembranosus proprius (SP)* muscles. At 9 and 13 weeks of age, 30 animals (per age group) were slaughtered. SP showed higher activities of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) and fatty acid synthase (FAS) than LD, while malic enzyme (ME) activity was higher in LD. Differences between lines were found in lipogenic activities of both muscles. In LD, line A and V had higher G6PDH activity than line R. In SP, line R and V had lower G6PDH and ME than line A. An increase of G6PDH and ME activities with age was observed in SP. Lactate dehydrogenase (LDH) activity was higher in LD, whereas SP showed higher 3-hydroxyacyl-CoA (HAD) and citrate synthase (CS). Metabolic enzyme activities were influenced by line in SP. A higher HAD activity was found in line R than A and V, CS activity was higher in line R and A than V. Glicolic activity (LDH) increased with age in both muscles, while HAD activity decreased in LD. Lipolytic activities were little affected by line and an age-related decrease was observed. The differences found between lines could lead to variations in meat quality.

Keywords: muscle, lipogenesis, oxidation, lipolysis

PÉRDIDA DE AGUA DE LA CARNE DE CERDO Y DE POLLO Y SU RELACIÓN CON EL VALOR DE pH Y EL COLOR

Zudaire, G., Sarries V., Insausti K. y Alfonso L.¹

¹Dep. Prod. Agraria, Univ. Púb. Navarra, 31006 Pamplona, leo.alfonso@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

Una de las características tecnológicas más importantes de la calidad de la carne de cerdo y pollo es la capacidad de retención de agua (Barbut et al., 2008). Junto al color (éste sobre todo, en cerdo), es la característica que más afecta a la apariencia y la decisión de compra del consumidor (Allen et al, 1998). La pérdida de agua de la carne de cerdo y pollo durante las primeras horas post-mortem preocupa a mataderos y salas de despiece. Además de problemas de apariencia visual (Mörlein et al., 2007) plantea importantes pérdidas económicas (Fischer, 2007). Habitualmente, se ha relacionado con bajos valores de pH y elevados de claridad (L^*) propios de carnes PSE, tanto en cerdo como en pollo.

En porcino se ha visto que otros tipos de carnes con valores normales de pH y L^* , como las carnes RSE, presentan también una baja capacidad de retención de agua (Correa et al., 2007). A pesar de ello, el pH inicial (muchas veces al final de la cadena de sacrificio, es decir, unos 20-25 minutos después del sacrificio) es el único criterio que suele utilizarse a nivel comercial en la certificación de la carne de determinadas marcas (Urkijo et al., 2008) no así color ni capacidad de retención de agua. En aves, el problema de la existencia de carnes PSE no ha sido considerado de gran relevancia hasta hace unos pocos años (Barbut et al., 2008). El objetivo de este trabajo es cuantificar la importancia de la pérdida de agua a nivel comercial en la carne de cerdo y de pollo, así como analizar su relación con los valores de pH y color.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron medidas de un total de 283 cerdos (hembras y machos castrados, libres del gen halotano) y 219 pollos (machos) cuyos datos productivos se adjuntan en la Tabla 1. Los animales fueron sacrificados, en tres días diferentes, en un mismo complejo comercial matadero-sala despiece para cada especie animal.

Se analizó la pérdida de agua en 24 horas, siguiendo el método de Honikel (1998), en muestras de lomo y pechuga. El pH se midió en cerdos a los 20-25 minutos tras el sacrificio en el músculo *semimembranosus* del jamón de la mitad izquierda de la canal; en pollo la medición se realizó entre 6-12 horas tras el sacrificio en la pechuga derecha (pHmetro pH*k21, SFK, technology A/S, Herlev, Denmark). La diferencia en el momento de medida corresponde a que en porcino es la medida habitual que comercialmente se realiza en matadero y en pollo, al no realizarse control comercial del pH, la medida se tomó en el momento del despiece que varía en función de la hora y el día de sacrificio. El color se midió mediante Minolta CM2002 espectrocolorímetro (Minolta Co., Ltd., Japan) ($D_{65}/10^\circ$) con determinación del valor CIE L^* entre 5 y 6 horas tras el despiece (24-30 horas post-mortem en cerdo y 6-12 horas post-mortem en pollo); se tomaron cinco medidas no superpuestas en lomo y pechuga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de pH y L^* (Tabla 1) son similares a los observados en otros trabajos también realizados a nivel comercial, tanto en cerdo (Mörlein et al., 2007) como en pollo (Woelfel et al., 2002). La pérdida de agua, no obstante, se puede considerar algo superior en cerdo, pensando que está referida a 24 horas, e inferior en pollo. Hay que indicar que se observó una elevada variabilidad entre lotes de sacrificio (rango de 3,3% a 6,4% en cerdos y 0,5% a 1,6% en pollos).

Tabla 1. Valores de peso vivo, peso canal, pH, pérdida de agua y L*

	Cerdo n=283		Pollo n=219	
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica
Peso vivo, kg	109,80	8,20	2,72	0,20
Peso canal, kg	87,00	6,90	1,86	0,16
Pérdida agua, %	6,46	2,55	1,16	0,64
pH	6,26	0,20	6,22	0,41
L*	48,31	3,99	51,57	2,60

En la Tabla 2 se recogen los coeficientes de correlación entre la pérdida de agua y el pH y L*. En porcino, el coeficiente de correlación entre la pérdida de agua y el pH antes de la media hora tras el sacrificio es muy bajo. Es algo ya observado en otros trabajos tanto a los 45 (-0,25, $p < 0,001$, Mörlein et al. (2007)) como a los 30 minutos (-0,12, ns, Vautier y Miniville (2008)), que revela que el valor de pH poco minutos después del sacrificio es un mal predictor de la pérdida de agua de la carne de cerdo. La correlación entre el valor de L* y la pérdida de agua fue mayor, tal y como se observó también en los trabajos referidos, pero hay que tener en cuenta que la medida de L* se realizó entre las 24 y las 30 horas tras el sacrificio.

En pollo, la correlación entre pH y la pérdida de agua es superior a la observada en porcino, y superior a la observada en otros trabajos en aves a nivel comercial (-0,33, $p < 0,001$, Woelfel et al., 2002), tal como cabía esperar pensando que el pH se midió entre las 6 y las 12 horas tras el sacrificio (3 horas en el trabajo de Woelfel et al. (2002)). No obstante, sorprende la ausencia de relación entre la pérdida de agua y el valor de L*, y de éste con el pH, que contradice los resultados de Woelfel et al. (2002) que indican que el valor de L* tiene una mayor capacidad predictiva de la pérdida de agua que el valor de pH. Este resultado puede estar relacionado con la ausencia de valores muy altos de L* en nuestro estudio. En el trabajo de Woelfel et al. (2002) se observa que la relación entre el valor de L* y la pérdida de agua es sólo especialmente alta para valores elevados de L* (por encima de 60), y en nuestro estudio únicamente un animal superó el valor de 58 (Figura 1).

Según estos resultados, y tal como se desprende de la representación gráfica de la dispersión de los valores de L* y pérdida de agua para distintos grupos de pH (cuartiles 25%, 25-50% y 75%) (Figura 1), el valor de L* en el lomo tras el despiece (entre 24 y 30 horas tras el sacrificio) y el valor de pH en la pechuga entre 6 y 12 horas tras el sacrificio, son dos indicadores, aunque mejorables, de la pérdida de agua de la carne de cerdo y pollo respectivamente. No así el pH a los 20-25 minutos tras el sacrificio en cerdo, ni el valor de L* tras el despiece y a las 6-12 horas tras el despiece en aves.

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre pérdida de agua, pH y L*

	Cerdo		Pollo	
	pH	L*	pH	L*
Pérdida agua	-0,20***	0,56***	-0,57***	0,07
pH		0,20***		-0,12

***: $p < 0,001$

En conclusión, y en las condiciones de este estudio, se puede decir que la pérdida de agua se ha revelado especialmente importante en porcino, no así en aves, y que tanto pH como L*, medidos en condiciones comerciales tras sacrificio y despiece parecen insuficientes, por sí solos, para asegurar una adecuada calidad de la carne de cerdo y pollo.

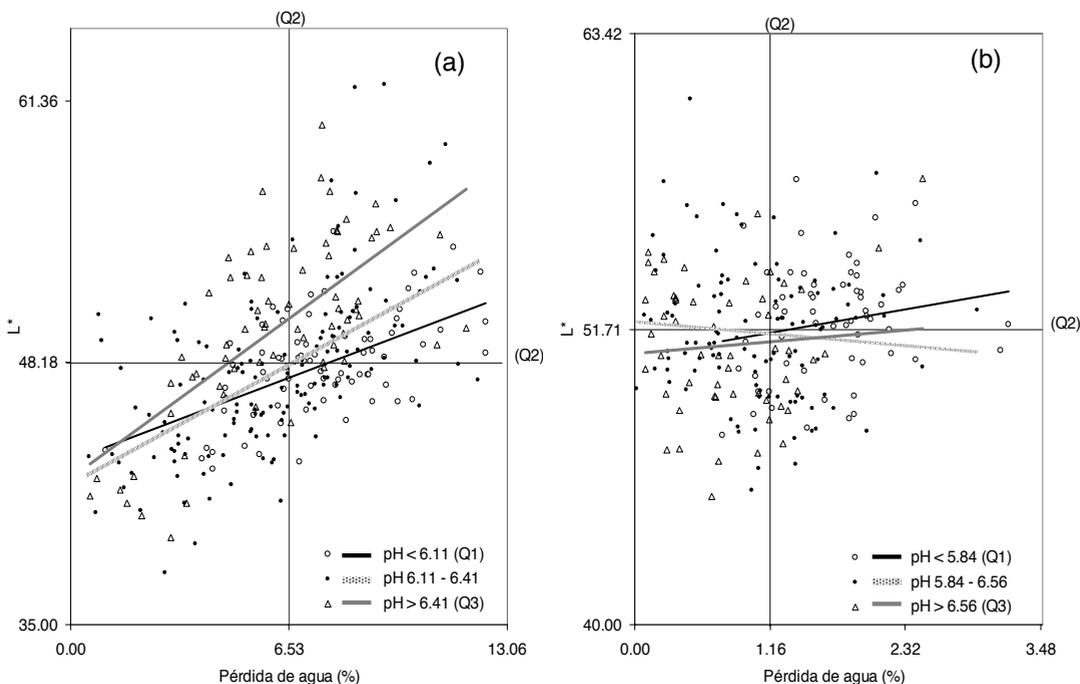


Figura 1 - Dispersión de los valores de L^* y pérdida de agua (%) para distintos grupos de pH (Q1, Q2 y Q3 indican respectivamente los cuartiles 25%, 50% y 75%) y sus correspondientes tendencias lineales (a: cerdos; b: pollos)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, C. D., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K. y Russell S. M. 1998. *Poultry Sci.* 77: 361-366.
- Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E. y Wilson, E. W. 2008. *Meat Sci.* 79: 46-63.
- Correa, J. A., Method, S. y Faucitano, L. 2007. *J Muscle Foods* 18: 67-77.
- Fischer, K. 2007. *J. Anim. Breed. Genet.* 124: (Suppl. 1) 12-18.
- Honikel, K. O. 1998. *Meat Sci.* Vol. 49, No. 4: 447-457.
- Mörlein, D., Gregor, L., Werner, C. y Wicke, M. 2007. *Meat Sci.* 77: 504-511.
- Urkijo, E., Eguinoa, P. y Labairu, F. 2008. *Navarra Agraria* 166: 45-55.
- Vautier, A. y Minvielle, B. 2008. *TechniPorc* 31(2): 21-22.
- Woelfel, R. L., Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martínez-Dawson, R. y Sams, A. R. 2002. *Poultry Sci.* 81: 579-584.

DRIP LOSS IN PORK AND POULTRY MEAT AND ITS RELATIONSHIP WITH pH VALUES AND COLOUR

ABSTRACT. Meat samples of loin pork and breast broiler were examined in two commercial plants to determine the incidence of drip loss and its relationship with muscle pH and colour. The drip loss was high in pork and its correlation with the pH, measured before the first 30 minutes after slaughter, was very low (-0.20). There was a higher correlation between drip loss and L^* value (0.56). In broiler, a higher correlation between drip loss and pH was found (-0.57). However, there was a nonsignificant correlation between drip loss and pH in contrast with other studies where L^* value seemed to be of more predictive value than pH. These results indicate that pH and colour, measured commercially, could be insufficient to discriminate the meat with superior quality.

Keywords: pig, chicken, meat quality

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS PRINCIPALES CARNES COMERCIALIZADAS EN EL NE DE PORTUGAL

Teixeira, A., Rodrigues, S., Pereira, E. y Fernandes¹, A.

Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia Apt 1172 5301-855 Bragança, Portugal. teixeira@ipb.pt

¹Universidade Estadual do Ceará – UECE/FAVET y Instituto CENTEC, Fortaleza – Ceará – Brasil; Becario de post-doctorado en la ESA-IPB de la CAPES

INTRODUCCIÓN

Los diversos agentes de la cadena productiva de la carne vienen aunando esfuerzos para mejorar la calidad de sus productos con el objetivo principal de corresponder a las exigencias, cada vez mayores, del mercado consumidor. Entre las diversas características que afectan a la calidad de la carne, las físicas y químicas tienen una gran relevancia. Los parámetros como el pH, el color, la capacidad de retención de agua (CRA), la textura (DI) y los porcentajes de: proteína bruta (PB), grasa intramuscular (GI), grasa total (GT) y perfil de ácidos grasos saturados (AS) e insaturados (AI) son los que más interesan a los distintos intervinientes de la cadena, desde la producción hasta el consumidor final. Así, el objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares de un estudio que pretende caracterizar los principales tipos de carne (vacuno, caprino, ovino, conejo, pollo, pato, pavo y cerdo) que son comercialmente ofrecidos al consumidor en la región nordeste de Portugal y se encuadra en el ámbito curricular de la asignatura de Tecnología de la Carne y de Productos Cárneos de la carrera de Ingeniería Agroalimentaria de la Escuela Superior Agraria (ESA) del Instituto Politécnico de Bragança (IPB).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se está realizando en el Laboratorio de Tecnología y Calidad de la Canal y de la Carne de la ESA del IPB. Empezó el año 2008 y se presentan los primeros resultados obtenidos. Los datos analizados corresponden a muestras comerciales de carnes de vacuno (n=4), caprino (n=2), conejo (n=2), pollo (n=2), pato (n=2), pavo (n=2) y cerdo (n=3) provenientes de distintas superficies comerciales y suministradores de comedores sociales de la ciudad de Bragança. Las características estudiadas fueron físicas: pH, color, capacidad de retención de agua y dureza, y químicas: % de proteína bruta, % de grasa intramuscular, % de grasa total y % de ácidos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en el músculo. La lectura del pH fue efectuada a través del medidor de pH portátil. La determinación del color siguió las normas da CIE (Commission International de l'Eclairage) utilizándose un fotocolorímetro Minolta, los parámetros L* (luminosidad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo) fueron medidos, siendo posteriormente calculados el tono, el Hue y el croma. La capacidad de retención de agua (CRA) fue medida por el método de pérdidas por cocinado. Se utilizó el método instrumental de corte por célula Warner-Bratzler aplicada a un texturómetro INSTRON para medir la dureza instrumental (DI). El contenido de proteína bruta (PB) fue medido por el método Kjeldahl y la determinación del contenido de los ácidos grasos por cromatografía gaseosa.

Para el estudio estadístico de los datos se ha usado el programa Xlstat, un *addin* do programa EXCEL da Microsoft Office (versión 2006). Se realizó un análisis de varianza para detectar diferencias significativas entre las carnes de las diferentes especies. Las medias entre especies fueran comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados observados para las características físicas de la carne de las diversas especies animales estudiadas. Aunque no se observen diferencias significativas la carne de pato presentó el valor más alto de pH (6,4) y la carne de cerdo el más bajo (5,1) está de acuerdo con los valores normales de *pH último* para carne, referidos en la bibliografía. El pH de la carne de caprino medido fue un poco más bajo que los valores referidos por Webb et al. (2005) y Rodrigues (2007) para el mismo tipo de carne.

Con respecto a los parámetros del color se verificó que las carnes de conejo, pollo y cerdo son las que mayores valores de claridad (L*) presentan mientras que la de vacuno es la más oscura. Las carnes de pato y caprino aunque de poca claridad, no difieren significativamente de las demás.

La carne de caprino presenta el mayor valor de índice de rojo (a^*), el pato y el vacuno, no siendo significativamente diferentes de ésta, presentaron menores valores. Por su vez, el pollo, el cerdo, los caprinos y el conejo tuvieron el mayor valor de índice de amarillo (b^*). Así, analizando los atributos del color, las carnes de pollo y conejo con las que presentan mayores valores de tono, 84,31 y 70,37, respectivamente, son las carnes donde se percibe mejor su color, mientras que para las demás no hay diferencias significativas entre ellas. El croma (C^*), el atributo que permite valorar la sensación más o menos coloreada, el valor más elevado se verificó en la carne de pollo, significativamente diferente de los valores presentados por las demás carnes a excepción de la carne de vacuno, caprino y pato. Así se puede afirmar que son éstas las carnes que presentan más sensaciones de colores vivos unas (vacuno, caprino y pato) en oposición a colores apagados como los del pollo. Conejo y pavo presentaron los valores significativamente más bajos de croma. En relación a los valores de los atributos del color de la carne de caprino observados por nosotros, el valor L^* es un poco más bajo y a^* un poco más alto a los encontrados por Rodrigues (2007), pero su valor de DI se localiza dentro de los límites indicados por Webb et al. (2005).

Comparativamente a los cerdos, los valores de los parámetros de color obtenidos para caprinos en la literatura indican que su carne es menos luminosa, más roja y más amarilla, en lo que respecta al músculo *longissimus dorsi* lo que no se observó, en absoluto, en este trabajo. Chang et al. (2003) encontraron valores de L^* , a^* y b^* del orden de 56, 7 y 6, respectivamente, en varias razas de cerdos, no muy distintos de los encontrados por nosotros para la carne de cerdo comercial. En vacunos, los valores de los parámetros L^* , a^* y b^* observados por Seyfert et al. (2007) indican que su carne es más luminosa (L^* 55,7), más roja (a^* 21,9) y más amarilla (b^* 22,0) que la carne de caprinos, lo que no se observó en este estudio, lo que se puede explicar por haber trabajado con carne de vacuno y caprino mayores. No se encontraron diferencias significativas entre las diversas carnes en relación a la capacidad de retención de agua. En lo que respecta a la dureza instrumental, se observa que la carne más dura es la de caprino y la del pollo la menos dura. Las carnes de conejo y pato se posicionan entre las de pollo y el cerdo, no siendo significativas sus diferencias de DI. Las carnes de vacuno y cerdo, aunque menos duras que la de caprino, no fueron significativamente diferentes. Los valores de DI encontrados están de acuerdo con los indicados por Huffman et al. (1996), Boleman et al. (1997) y Miller et al., (2001) para carne de vacuno y con Santos (2004) y Rodrigues (2007). En cuanto a las características químicas de las carnes estudiadas (Tabla 2) que, a pesar de las diferencias encontradas, especialmente en el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (destacando los valores elevados de las carnes de pavo y conejo), ninguna de las características relacionadas con la grasa fue estadísticamente significativa. Además, en la carne de cerdo no se determinó el perfil de ácidos grasos poliinsaturados. Las carnes de cerdo y pollo son las que presentaron el mayor porcentaje de PB y la carne de pato el menor, al mismo tiempo las carnes de vacuno, caprino, conejo y pavo no son significativamente diferentes unas de otras en relación a este atributo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boleman S. J., Boleman S. L., Miller R. K., Taylor J. F., Cross H. R., Wheeler T. L., Koohmaraie M., Shackelford S. D., Miller M. F., West R. L., Johnson D. D., Savell J. W., 1997. *J Anim Sci*, 75:1521-1524.
- Chang K. C., Costa N., Blackley R., Southwood O., Evans G., Plastow G., Wood J. D., Richardson R. I., 2003. *Meat Science*, 64:93-103.
- Huffman K. L., Miller M. F., Hoover L. C., Wu C. K., Brittin H. C., Ramsey C. B., 1996. *J Anim Sci*, 74:91-97.
- Miller M. F., Carr M. A., Ramsey C. B., Crockett K. L., Hoover L. C., 2001. *J Anim Sci*, 79:3062-3068.
- Rodrigues, S. 2007. Tese de Doutorado, UTAD, Vila Real.
- Santos V. C., 2004. Tese de Doutorado. UTAD, Vila Real.
- Seyfert M., Hunt M. C., Lundesjo Ahnstrom M., Johnson D. E., 2007. *Meat Science*, 75(1):134-142.
- Webb E. C., Casey N. H., Simela L., 2005. *Small Ruminant Research*, 60(1-2):153-166.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL MEAT OF DIVERSE SPECIES

ABSTRACT. This work aims to study some physicochemical characteristics in commercial meat of diverse species. Samples were obtained from commercial butchers in Bragança. All

samples were analyzed in the Carcass and Meat technology and Quality Laboratory of Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança. Bovine, goat, rabbit, chicken, duck, turkey and pork meat samples were analyzed. Physical (pH, colour, water holding capacity and instrumental toughness) and chemical (muscle crude protein %, intramuscular fat %, total fat %, saturated fatty acids %, mono-unsaturated fatty acids and poli-unsaturated fatty acids) characteristics were studied. Results indicate that different types of meat differ in what concerns colour characteristics and instrumental toughness, but no significant differences were found in pH and water holding capacity. Rabbit meat presented the higher luminosity, goat meat was the most red and also the toughest, chicken meat was the most yellow, was the meat where colour was better perceived and where the colour was more alive. Significant differences were found in Crude Protein content but any were found in all the fat contents. Chicken and pork meat presented the higher value of crude protein and duck the lower, the other species meat was not different from both.

Keywords: meat, physical, chemical, quality

Tabla 1. Características Físicas de Carnes Comerciales (Bragança - Portugal)

Tipo de carne	Color							
	pH	L*	a*	b*	Hue	Croma	CRA	DI
Vacuno (n=4)	5,92 (0,54)	34,30 ^b (6,14)	13,93 ^{ab} (3,44)	6,95 ^b (1,37)	27,25 ^c (6,93)	15,65 ^{abc} (3,22)	26,11 (2,88)	4,14 ^{ab} (1,35)
Caprino (n=2)	5,18 (0,05)	39,50 ^{ab} (1,56)	16,00 ^a (2,26)	9,50 ^b (2,83)	30,33 ^{bc} (3,99)	18,63 ^{ab} (3,39)	21,64 (11,6)	6,41 ^a (0,54)
Conejo (n=2)	5,38 (0,09)	54,40 ^a (8,67)	3,15 ^c (2,90)	8,35 ^b (0,11)	70,37 ^a (17,03)	9,12 ^c (1,10)	32,89 (13,02)	2,18 ^{bc} (0,11)
Pollo (n=2)	5,37 (0,04)	55,79 ^a (0,55)	2,29 ^c (0,16)	22,39 ^a (0,72)	84,31 ^a (0,21)	22,51 ^a (0,73)	15,90 (1,16)	1,31 ^c (0,16)
Pato (n=2)	5,26 (0,13)	40,80 ^{ab} (3,01)	14,58 ^{ab} (0,82)	6,60 ^b (1,22)	24,23 ^c (2,79)	16,01 ^{abc} (1,25)	27,7 (2,40)	1,55 ^{bc} (0,07)
Pavo (n=2)	6,35 (0,93)	46,77 ^{ab} (0,42)	4,22 ^c (2,00)	6,13 ^b (0,85)	56,61 ^{ab} (9,23)	7,49 ^c (1,82)	13,97 (6,68)	3,39 ^{bc} (0,35)
Cerdo (n=3)	5,13 (0,02)	49,65 ^a (1,20)	5,85 ^{bc} (0,07)	9,75 ^b (0,07)	59,03 ^{ab} (0,12)	11,37 ^{bc} (0,10)	20,35 (1,63)	3,84 ^{abc} (0,00)

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, con mínimo P≤0,05

Tabla 2. Características Químicas de Carnes Comerciales (Bragança - Portugal)

Tipo de Carne	PB (%)	Grasa (%)				
		Intramusc.	Total	Sat.	Monoinsat.	Polinsat.
Bovina (n=4)	20,81 ^{ab} (1,55)	1,88 (0,44)	51,24 (14,39)	44,54 (8,15)	24,85 (8,86)	7,32 (3,61)
Caprina (n=2)	20,47 ^{ab} (0,16)	2,40 (0,23)	56,03 (7,04)	41,05 (2,99)	34,74 (3,35)	7,08 (0,90)
Conejo (n=2)	21,07 ^{ab} (1,51)	1,97 (0,24)	73,00 (0,14)	37,04 (3,24)	23,22 (13,79)	18,73 (0,16)
Pollo (n=2)	23,47 ^a (0,01)	2,00 (0,51)	46,73 (2,74)	41,19 (2,11)	19,33 (5,42)	11,42 (0,24)
Pato (n=2)	18,64 ^b (0,13)	1,60 (0,26)	62,27 (5,76)	47,41 (2,86)	13,42 (3,09)	12,21 (9,32)
Pavo (n=2)	23,24 ^{ab} (1,02)	1,48 (0,18)	57,91 (6,28)	40,51 (7,71)	13,72 (0,95)	19,58 (3,10)
Cerdo (n=3)	23,81 ^a (0,10)	2,48 (0,28)	58,17 (25,92)	43,27 (0,66)	27,81 (8,25)	No disponible

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, con mínimo P≤0,05

ENCUESTA A CONSUMIDORES: PERCEPCIÓN Y HÁBITOS DE CONSUMO DE CARNE DE CORDERO CONGELADA

Muela, E.¹, Sañudo, C.¹, Campo, M.M.¹, Medel, I.² y Beltrán, J.A.¹

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. 462065@vetez.unizar.es

² Pastores Grupo Cooperativo de Productores de Carne, Edificio Pastores, Carretera Cogullada, 65, Mercazaragoza, 50014, Zaragoza, España.

INTRODUCCIÓN

La congelación de los alimentos es una práctica habitual en los hogares, ya que permite su conservación a largo plazo sin causar apenas alteraciones en el producto (Pietrasik y Janz, 2009). Del mismo modo, la compra de alimentos congelados es una práctica muy común, ya que sus características se ajustan a las actuales necesidades exigidas por los nuevos consumidores en cuanto a seguridad, precio, calidad, facilidad y comodidad en la compra, en la conservación y en la preparación del producto, entre otros (Bernabéu y Tendero, 2005).

Sin embargo, estas premisas no se cumplen en el caso de la carne, ya que los consumidores consideran la carne congelada de menor calidad que la fresca. En el caso del cordero, esta percepción se agrava, ya que se trata de un producto tradicionalmente de consumo en fresco en el caso España, hecho que no sucede en otros países, como en Nueva Zelanda. Por ello, el objetivo de este estudio fue ampliar el conocimiento acerca del consumo y compra de carne congelada.

MATERIAL Y MÉTODOS

A 100 consumidores participantes en un test sensorial de carne de cordero (personal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y otros habitantes de la ciudad), se les facilitó un cuestionario con 9 preguntas acerca de carne de cordero, de su apreciación sobre la congelación de la carne y de sus hábitos de consumo respecto a la misma. El cuestionario (Tabla 2) constó de 7 preguntas de respuesta cerrada (de 2 a 4 opciones, según la pregunta), 2 de ellas (cuestiones 5 y 6) con otra pregunta de respuesta abierta asociada (¿Por qué?). Las respuestas a la encuesta fueron analizadas con el programa SPSS 14.0 para Windows XP, calculando frecuencias de respuesta. Para identificar diferencias significativas entre frecuencias de respuesta ($p \leq 0,05$) se aplicó el test de Chi-cuadrado. Para caracterizar a la población (sexo y edad) se elaboró una tabla de contingencia con ambos parámetros (Tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población participante en la encuesta estuvo equilibrada en porcentaje tanto en el sexo como en la edad de los encuestados (Tabla 1), aunque el porcentaje de hombres jóvenes desequilibra parcialmente las categorías.

Independientemente de la pregunta considerada, existieron diferencias significativas ($p \leq 0,01$ o $p \leq 0,001$) entre las posibles respuestas a cada una de las cuestiones.

Considerando las respuestas a la pregunta 1 (Tabla 2), los encuestados pueden definirse como consumidores habituales de carne de cordero, en base a que un 42% de ellos manifestó comprar carne de cordero entre 2 y 3 veces al mes y un 26% una vez por semana como mínimo. Este hecho concuerda con el dato de que la media de consumo en Aragón supera la española (6,81 kg de carne de ovino y caprino /habitante/ año en Aragón y 2,68 kg en España; MARM, 2007).

Respecto a la cuestión 2 (Tabla 2), los encuestados conservan la carne de cordero en refrigeración (mayoritariamente) o en congelación, lo cual refleja la afirmación de que

el cordero es un producto que se prefiere consumir en fresco. Sin embargo, sólo un 20% de los encuestados respondió (pregunta 3) que nunca congelan la carne de cordero (Tabla 2), siendo la respuesta mayoritaria “A veces”. De ello se deriva que la práctica de congelar carne es muy común en la población encuestada. Similares resultados fueron hallados por Gilbert et al. (2007) en una encuesta realizada en Nueva Zelanda.

De las respuestas a la pregunta 4 (Tabla 2), se puede deducir que los periodos de conservación en congelación son de corta duración (más de un 80% de las respuestas), lo que puede llevar a pensar que la carne que se congela es aquella que no se consume en fresco.

A la cuestión 5 (Tabla 2), la mayoría de los encuestados respondieron “No”, argumentando como principales razones “Prefiero la carne fresca” (58%), “Desconfío de la calidad de la carne congelada” (13,2%) y “Dudo de la cadena de frío” (11,8%). Del 24% de los encuestados que respondieron “Si”, las principales razones para dar esta respuesta fueron “Comodidad” (29,2%), “La considero de igual calidad que la fresca” (21%) y “Mejor precio” (16,7%).

Respecto a la pregunta 6 (Tabla 2), la mayoría de los consumidores respondieron “No”, dando como razones principales “Dudo de las condiciones de congelación y/o descongelación” (30,7%), “Dudo de la calidad de esa carne” (20,5%) y “Prefiero fresca que descongelada” (18,2%). Del 12% de encuestados que respondieron “Si”, las principales razones de compra de carne congelada-descongelada fueron “Consumo inmediato” (18,2%) y “Confianza en la cadena de frío” (18,2%).

Por último, la mayoría de los encuestados no consumirían carne congelada y descongelada en restauración (pregunta 7; Tabla 2), poniendo de relieve el desconocimiento de las prácticas habituales en muchos sectores de restauración.

En general, de este trabajo se puede deducir que los consumidores desconfían de la calidad de la carne de cordero congelada y de los procesos de congelación-descongelación industriales. Sin embargo, siendo un contrasentido, un notable porcentaje de consumidores que compra la carne de cordero en fresco, la congela en los hogares y también un notable porcentaje estaría de acuerdo en comprar carne congelada en el punto de venta. Todo ello supone que sobre el tabú de la congelación y la correspondiente promoción del consumo de este tipo de carne, es cuestión de informar y concienciar al consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernabéu, R. y Tendero, A. (2005), *Meat Sci.*, 71:464-470.
- Gilbert, S.E., Whyte, R., Bayne, S.M., Paulin, R.J. y Van der Logt, P. (2005), *Int. Jo. Of Food Microb.*, 117:306-311.
- Pietrasik, Z. and Janz, J.A.M. (2009). *Meat Sci.*, 81:523-532.

Agradecimientos: Al personal de la Unidad de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza por el trabajo realizado y a los consumidores por su participación.

Tabla 1: Caracterización de la población participante en la encuesta

Sexo	Categoría de edad	Categoría de edad			TOTAL
		< 30 años	De 30 a 50 años	> 50 años	
Masculino		9	29	14	52
	Femenino	18	15	15	48
TOTAL		27	44	29	100

Tabla 2: Preguntas y porcentajes de respuesta al cuestionario

Nº Pregunta	Enunciado	Respuesta	% respuesta	Signifi- cación
1	¿Con qué frecuencia compra carne de cordero?	Nunca	0	***
		1 vez / mes	32	
		2-3 veces / mes	42	
		1 vez/ semana	20	
		> 1 vez / semana	6	
2	¿Cómo conserva la carne de cordero habitualmente?	Frigorífico	70	***
		Congelador	30	
		Tª ambiente	0	
3	¿Con qué frecuencia congela la carne de cordero?	Siempre	20	***
		A veces	60	
		Nunca	20	
4	¿Cuánto tiempo conserva la carne de cordero en el congelador?	≤1 semana	21	**
		2-3 semanas	42	
		1 mes	17.3	
		> 1 mes	19.7	
5	¿Compraría carne de cordero congelada si la encontrara?	Sí	24	***
		No	76	
6	¿Compraría carne de cordero sabiendo que ha sido congelada y descongelada?	Sí	12	***
		No	88	
7	¿Consumiría carne de cordero sabiendo que ha sido congelada y descongelada en restauración?	Sí	37	***
		No	63	

p≤0.01; *p≤0.001

CONSUMER SURVEY: PERCEPTION AND CONSUMER HABITS ABOUT FROZEN LAMB MEAT

ABSTRACT. Consumers have some concerns about freezing meat or purchasing frozen meat although freezing meat at home is a common practice. The objective of this study was to know consumer habits about freezing practices and frozen purchase or consumption of lamb meat and the reasons about their habits. A survey was performed with 100 Spanish consumers. In general, consumers doubt about frozen meat quality and industrial freezing and thawing procedures, although a consumer percentage will freeze meat at home, existing a consumer niche which would buy frozen meat at purchase. Therefore, this is a fact to which must be paned on consumers.

Keywords: survey, lamb, freezing

PERCEPCIONES DEL CONSUMIDOR SOBRE LA CARNE DE CORDERO. ENCUESTA EN ARAGÓN.

Sañudo, C.*, Muela, E., Olleta, J.L. y Campo, M.M.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza
Miguel Servet, 177 (50.013 Zaragoza)
*csanudo@unizar.es

INTRODUCCION

La ganadería ovina sufre, como en la mayoría de las especies, los efectos de la crisis financiera del 2008, aunque, en opinión de muchos, en esta especie la crisis empezó antes de esta fecha. Así, en el conjunto de especies ganaderas, el sector ovino-caprino representaba, en términos de renta final, el 11,5% de la producción ganadera en el 2007, con una reducción significativa del 2,8% con respecto al ejercicio anterior y del 8,6% con respecto al 2005. Este descenso fue debido tanto a factores coyunturales (aparición de la lengua azul, caída del valor del quinto cuarto - piel o lana, etc.) como estructurales (disminución de censos tras la reforma de la PAC). A esta crisis global se añade, igualmente, una reducción del consumo medio aparente de carne de cordero, que ha pasado de 5,94 kg *per capita* en 2003 a 4,45 kg en el 2007 (Anónimo, 2008). Todas estas cifras justifican, bajo el punto de vista de la rentabilidad final, los estudios que pretendan analizar las motivaciones y creencias del consumidor, sus conocimientos y hábitos y, en definitiva, sus expectativas con respecto a la carne ovina. En este sentido, en este estudio, se planteó profundizar en la percepción que la población de Zaragoza tiene sobre diversos aspectos de la especie ovina en general y de su carne en particular.

MATERIAL Y METODOS

Previamente a un análisis de aceptabilidad de carne ovina con 120 consumidores habituales de cordero, caracterizados en la Tabla 1, se realizó una encuesta individual en la que se preguntó a los encuestados sobre sus creencias, conocimientos y preferencias de la carne ovina (ver tablas 2 a 4). El estudio fue desarrollado en las instalaciones de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, con miembros de todos sus estamentos, las familias de éstos, y personas ajenas a la Institución de dicha ciudad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del estudio se presentan en las tablas 2 a 4. En la Tabla 2 se observa cómo a los consumidores encuestados la raza, como concepto, no resulta una información atractiva. Tampoco valoraron el hecho de que el producto procediera de una raza en peligro de extinción, aunque sí que les resultó positivo el que los animales sean de la propia región, resaltándose la importancia del “valor local” sobre otros atributos, como ya se ha observado en otros tipos de carnes (Dransfield et al., 2005). En la Tabla 3 se presentan las opiniones sobre preferencias de tipo productivo. Que el producto proceda de animales jóvenes, especialmente dentro del rango de 2 a 3 meses de edad (como es el caso del Ternasco de Aragón), y que sean alimentados con leche o hierba, dentro de la tendencia actual de la sociedad a valorar en positivo lo “natural”, son aspectos que se deberían resaltar de cara a intentar incrementar el consumo de carne ovina, carne que cuanta con un marcado carácter tradicional (Hopkins et al., 1992). En la Tabla 4 se presentan distintas percepciones que los consumidores pudieran tener sobre la carne de cordero. Se resalta la importancia de las cualidades sensoriales del producto (sabor y terneza, por ese orden) sobre cualquier otro factor, lo que puede llevar a la idea de mantener, por encima de todo, la calidad organoléptica, consiguiendo así un producto que podríamos llamar “verdad”, al cumplir con las expectativas sensoriales de los consumidores. El lugar de consumo y la raza, como ya hemos dicho, serían los factores de menor importancia. Igualmente, destacan las variables edad y tipo de alimentación, incluso más que el corte comercial y la cantidad de grasa, la cual podría ser más aceptada en esta especie que en otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

•Anónimo (2008) El Sector ovino y caprino en España. Redacción de Tierras-Ganadería, 150: 36-44. •Dransfield, E., Ngapo, N.A., Bredahl, L., Sjudén, P.O., Magnusson, M., Campo, M.M. y Nute, G.R. (2005) Meat Sci., 69: 61-70. •Hopkins, D.L., Pirlot, K.L. y Gittins, R. (1992). Meat Sci., 32: 407-412.

Agradecimientos: A la Asociación de Ganaderos de la raza Cartera. Al plan Teruel-INIA, proyecto (PET 2007/0487). A los consumidores participantes en el estudio.

CONSUMER PERCEPTION ON LAMB. ENQUIRIES IN ARAGON.

ABSTRACT. On 120 consumers lamb eaters placed in Aragón, one enquire was conducted about their preferences and believes about lamb meat. Age (young animals between 2 and 3 months of age) and diet (milk or grass) were the attributes, over 10 different, more positively considerer, together with taste and texture. Breed and place of consumption were the ones least valorised.

Key words: consumer test, preferences, believes, consumer attitudes

Tabla 1. Características de la población de consumidores (n=120)

Grupo de edad	≤25 años	28,6 %
	26-40 años	15,1 %
	41-55 años	31,1 %
	≥55 años	25,2 %
Sexo	Hombre	51,7 %
	Mujer	48,3 %
Actividad profesional	Estudiante	30,8 %
	Jubilado	15,9 %
	Otros	53,3 %

Tabla 2. Percepción del etiquetado de la carne ovina por parte del consumidor (n=120)

Pregunta	Respuesta	% consumidores
¿Le gustaría que el nombre de la raza estuviera identificado a la hora de comprar carne de ovino?	n/c	1,7 %
	Sí	6,7 %
	No	91,7 %
¿Pagaría más por carne ovina que procediese de una raza en peligro de extinción?	n/c	0,8 %
	Sí	16,7 %
	No	82,5 %
¿Pagaría más por carne ovina procedente de Aragón?	n/c	2,5 %
	Sí	68,3 %
	No	29,2 %

Tabla 3. Preferencias sobre el producto (n=120)

Pregunta	Respuesta	% consumidores
Consumidores que prefieren el consumo de ovinos de:	≤1 mes de edad	22,6 %
	2-3 meses de edad	41,2 %
	3-5 meses de edad	23,1 %
	>5 meses de edad	13,0 %
Consumidores que prefieren el consumo de ovinos alimentados con:	Cereales	10,3 %
	Concentrado	1,7 %
	Leche	51,3 %
	Pienso	4,4 %
	Hierba	33,3 %

Tabla 4. Percepciones sobre la carne ovina (n=120)

Pregunta	Respuesta	% consumidores
Importancia a la hora de consumir carne de cordero de los siguientes factores (1, poca- 5 mucha)	Raza	3,16 %
	Edad	4,07 %
	Alimentación	4,00 %
	Lugar de procedencia	3,29 %
	Lugar de consumo	2,65 %
	Corte comercial	3,45 %
	Color	3,57 %
	Terneza	4,35 %
	Sabor	4,65 %
	Cantidad de grasa	3,85 %
Consumidores que consideran importante los siguientes factores a la hora de consumir carne de cordero:	Raza	39,0 %
	Edad	73,1 %
	Alimentación	72,3 %
	Lugar de procedencia	41,1 %
	Lugar de consumo	26,0 %
	Corte comercial	49,6 %
	Color	58,0 %
	Terneza	86,5 %
	Sabor	91,6 %
Cantidad de grasa	68,9 %	

ASPECTOS DE CALIDAD RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE CORDERO: CONSUMIDORES VS PRODUCTORES

Sepúlveda, W.S.¹, Maza, M.T.², Pardos, L.³, Suryani, D.² y Fantova, E.⁴

¹Universidad Santo Tomás, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Cra. 18 No 9-27, Bucaramanga, Colombia

²Universidad de Zaragoza, Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Calle Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. mazama@unizar.es

³Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Ctra. Cuarte s/n, 22071 Huesca, España

⁴Carnes Oviaragón S.C.L., Edificio Pastores, Ctra. Cogullada, nº 65, Zaragoza, Spain.

INTRODUCCIÓN

La creciente importancia concedida a aspectos de calidad ha sido uno de los factores de cambio más importantes de las distintas cadenas agroalimentarias en los últimos años. La calidad, término cuyo significado varía en función de quien lo emplee o de quien esté emanando el juicio (Becker, 2000), se ha convertido en una palabra clave para productores así como para consumidores. Mientras que los productores primarios y las agroindustrias tienen en cuenta las características del producto para evaluar la calidad empleando indicadores técnicos, el consumidor, empleando señales y experiencias, infiere la calidad sobre los atributos de la carne (Grunert et al., 1997; Maza y Ramírez, 2006). En este sentido, desde la perspectiva del consumidor, el concepto de calidad hace referencia a la calidad percibida por el consumidor que depende de su juicio, mientras que desde el punto de vista del productor y de las agroindustrias, el concepto de calidad se enfoca en un sentido más objetivo (Bredahl, 2004).

Dentro de la moderna cadena agroalimentaria, los consumidores son una inspiración para la organización de la cadena orientada al mercado o manejada por el consumidor (Brunso et al., 2002). El cómo los consumidores perciben la calidad de los productos ofertados, es de crucial importancia para todos los actores involucrados, ya que en definitiva son ellos los que proporcionan el efectivo que “se divide” *upstream* entre los agentes que conforman la cadena. Así, aunque dichos agentes estén raramente en contacto directo con los consumidores finales, como es el caso de los ganaderos, su existencia depende de la disponibilidad que dichos consumidores tengan para adquirir el producto final, a un precio que cubra o exceda los costos de las actividades de valor añadido (Ottesen, G., 2006).

A medida que los productores poseen un mayor conocimiento acerca de lo que más valoran los consumidores, es más probable que estos enfoquen sus actividades de valor añadido sobre los atributos más demandados por los usuarios finales en la cadena agroalimentaria. El objetivo del presente trabajo es analizar y efectuar un estudio comparativo de los aspectos, que a nivel de explotación, guardan relación con la obtención de una carne de ovino de calidad, teniendo en cuenta ambos puntos de vista, el de los productores y el de los consumidores.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información empleada en esta investigación, se obtuvo a partir de encuestas, dirigidas a una muestra representativa de consumidores formada por 371 compradores de carne de cordero residentes en la ciudad de Zaragoza, y 44 ganaderos de ovino ubicados en Aragón. La ciudad de Zaragoza fue seleccionada para el estudio de los consumidores, debido a que concentra el 50.5% de la población de Aragón (IAEST, 2007). En el caso de los consumidores, para conseguir la representatividad, el muestreo, que se llevó a cabo durante los meses de julio a noviembre de 2008, fue estratificado con afijación proporcional por rangos de edad. Para un intervalo de confianza en los resultados del 95.5% ($Z=2$) y asignando a p y q valores intermedios ($p=0.5$ y $q=0.5$), se obtuvo un error muestral global del 5.2% que se considera aceptable. En el caso de los productores, el muestreo de tipo no probabilístico, fue desarrollado durante el invierno y la primavera de 2008. Los productores entrevistados, son ganaderos que forman parte del programa de Gestión Técnico

Económica de ovino de carne desarrollado por la Escuela Politécnica Superior de Huesca de la Universidad de Zaragoza y la Cooperativa ganadera Carnes Oviaragón SCL.

En los dos casos, los cuestionarios incluían una pregunta tipo ranking con siete opciones, con el fin de valorar el nivel de importancia que los consumidores y productores asignaban a una serie de aspectos que a nivel de explotación ganadera podrían influir en la obtención final de una carne de cordero de calidad, permitiendo ordenar en cada caso, dichos ítems en orden de preferencia, de más importante a menos importante. A partir de la escala ranking, se generaron siete nuevas variables con escalas de medida ordinal de 1 a 7 donde, 1=último nivel de importancia y 7=primer nivel de importancia. El valor que tomaban las nuevas variables, corresponden al nivel de importancia asignado por cada encuestado a cada ítem incluido en la escala ranking. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 14.0.

Debido a que se trataban variables tipo ranking y con el fin de determinar las diferencias en el nivel de valoración entre consumidores y productores, se empleó el test de Mann Whitney. Este test es el análogo no paramétrico de la prueba t empareja, pero a diferencia de la prueba t, éste se basa en la suma de los rangos (Glantz, 2006). Si no aparecen diferencias significativas entre consumidores y productores, ello indicaría, que los dos grupos comparados valoran de igual forma cada aspecto de producción que se compara. En caso de aparecer diferencias significativas la valoración sería diferente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presentan los resultados de la comparación de consumidores vs productores. Se observa que existen diferencias significativas en el nivel de valoración dada por productores y consumidores en casi todos los aspectos relacionados con la producción ganadera que pueden influir, en la obtención final de una carne de cordero de calidad.

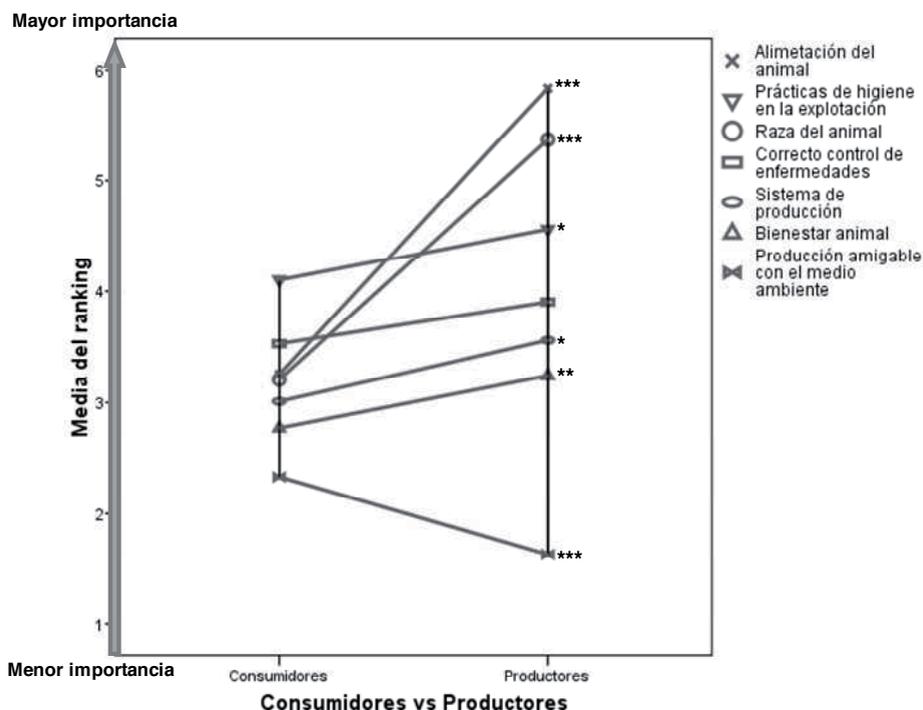


Figura 1. Ranking de aspectos de calidad relacionados con la explotación ganadera: consumidores vs productores.

Nota: *Significatividad al 0,1, **significatividad al 0,05, ***significatividad al 0,01.

Mientras que los productores consideran que, a nivel de explotación ganadera, la alimentación del animal y la raza del animal son los dos aspectos de mayor importancia que pueden influir en la obtención final de carne de cordero de calidad, por su parte, los consumidores, le asignan menos importancia a estos dos aspectos, y por el contrario, consideran que son las prácticas de higiene en la explotación el aspecto que más puede influir. Al correcto control de enfermedades, segundo aspecto más valorado por los consumidores, los productores le asignan el mismo nivel de importancia. En cuanto al sistema de producción, los productores en comparación con los consumidores, le asignan una mayor importancia.

Estos resultados evidencian una ponderación distinta de posibles factores que influyen en la obtención de una carne de calidad, ya que mientras los productores están más preocupados por aspectos técnicos relacionados directamente con la producción de carne, como son la raza y la alimentación del animal, los consumidores están más preocupados por aspectos higiénico-sanitarios a nivel de explotación. Finalmente, productores y consumidores coinciden en que el bienestar animal y la producción amigable con el medio ambiente, son los dos aspectos que influyen menos en la obtención, a nivel de explotación, de una carne de cordero de calidad, pero mientras los productores le asignan más importancia al bienestar animal, los consumidores le asignan más importancia a la producción amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Becker, T. 2000. *British Food Journal*, 102(3): 158-176. •Bredahl, L. 2004. *Food Quality and Preference*, 15(1): 65-75. •Brunso, K., Ahle Fjord, T., y Grunert, K. G. 2002. Consumers food choice and quality perception. Aarhus V, Denmark: The Aarhus School of Business. •Glanz, S. 2006. *Bioestadística* (6a ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana. •Grunert, K., Harmsen, H., Larsen, H., Sorensen, E., y Bisp, S. 1997. In B. Wierenga, A. Tilburg, K. Grunert, J. B. Steenkamp y M. Wedel (Eds.). Norwell: Kluwer Academic Publishers. •IAEST. 2007. Instituto Aragonés de Estadística, Gobierno de Aragón. •Maza, M. T., y Ramírez, V. 2006. *ITEA*, 102(4): 360-372. •Ottesen, G. 2006. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(5): 456-463.

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración del equipo técnico veterinario de la empresa Carnes Oviaragón S.C.L.

QUALITY ASPECTS RELATED WITH LAMB PRODUCTION: CONSUMERS VS PRODUCERS

ABSTRACT. The aim of present study is to analyze y to develop comparison study of different aspects toward lamb production from the perspective producers and consumers. A total of 371 surveys were carried out on buyers of lamb residing in Zaragoza y 44 meat sheep farmers from 3 different provinces of Aragon, Spain. Finally, we found the difference consideration to get quality lamb. The producers concern about technical aspects which directly with sheep production such as: race and animal food. But in the other hand, the consumers concern about hygiene-sanitary aspect in the farm.

Keywords: consumers, producers, IGP, ternasco de Aragon.

MOTIVACIONES DE LOS GANADEROS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DE CORDEROS ACOGIDOS A LA IGP TERNASCO DE ARAGÓN

Sepúlveda, W.S.¹, Maza, M.T.² y Pardos, L.³

¹Universidad Santo Tomás, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Cra. 18 No 9-27, Bucaramanga, Colombia

²Universidad de Zaragoza, Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Calle Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. mazama@unizar.es

³Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Ctra.Cuarte s/n, 22071 Huesca, España

INTRODUCCIÓN

Los esquemas de aseguramiento de la calidad y seguridad alimentaria de carácter voluntario están siendo crecientemente considerados como una forma efectiva de diferenciación (Bredahl y Normile, 2001; Fulponi, 2006; Henson y Reardon, 2005). Las Indicaciones Geográficas Protegidas (IGPs) son, en esencia, esquemas de aseguramiento de la calidad destinados a asegurar los métodos de producción y la integridad de los productos tradicionales y regionales (Bredahl y Normile, 2001). Para los productores, la implementación de esquemas de aseguramiento de calidad supone un coste económico, proporcionalmente mayor en el caso de las explotaciones más pequeñas (Gómez et al., 2003), por lo que es esperable que estos productores quieran ver retribuida la inversión realizada.

El objetivo del presente trabajo es analizar las actitudes de los ganaderos hacia la producción de ternasco acogido a la IGP “Ternasco de Aragón”, al tiempo que se relacionan dichas actitudes con los objetivos económicos que persiguen con sus explotaciones. Como objetivo adicional se realiza una segmentación basada en los factores analizados. Existen pocos estudios con un objetivo similar, siendo el más relacionado el llevado a cabo por Gil et al. (2003).

MATERIAL Y MÉTODOS

La información empleada en esta investigación se obtuvo a partir de encuestas postales dirigidas a una muestra constituida por 44 productores de ternasco ubicados en diferentes municipios de las tres provincias aragonesas, durante el invierno y la primavera de 2008. El muestreo, de tipo no probabilístico, se realizó entre los ganaderos que forman parte del programa de Gestión Técnico Económica de ovino de carne desarrollado por la Escuela Politécnica Superior de Huesca de la Universidad de Zaragoza y la Cooperativa ganadera Carnes Oviaragón SCL. Para medir las actitudes de los ganaderos hacia la producción de corderos acogidos a la IGP Ternasco de Aragón, se empleó una escala de Likert con 5 niveles de valoración, mientras que para obtener información acerca de la importancia de una serie de objetivos económicos que los ganaderos desearían alcanzar, se empleó una escala de valoración ordinal de 1 a 5. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 14.0.

En los bloques de preguntas correspondientes a las actitudes de los ganaderos hacia la producción de corderos acogidos a la IGP Ternasco de Aragón y objetivos económicos, se realizó un análisis factorial con el fin de reducir y resumir la información. El método de extracción de factores empleado fue el de componentes principales, y las puntuaciones de los factores fueron estimadas mediante el método de regresión. Empleando las nuevas variables obtenidas correspondientes a los factores, se llevó a cabo un análisis *cluster* jerárquico con el fin de segmentar a los ganaderos de acuerdo a sus actitudes hacia la producción de corderos acogidos a la IGP y objetivos económicos. La medida de distancia empleada fue la distancia euclídea al cuadrado y el método de aglomeración el de Ward (Hair et al., 1999). Una vez obtenidos los *clusters* y con el fin de identificar las variables más discriminantes entre ellos, se realizaron análisis de varianzas con sus correspondientes análisis post-hoc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del tratamiento de las variables relativas a las actitudes de los ganaderos hacia la producción de corderos acogidos a la IGP Ternasco de Aragón (escala de Likert), se obtuvieron tres factores que explican el 64.5% de la varianza total. El primer factor al que se le denominó “Calidad y rentabilidad”, viene caracterizado por actitudes como que la producción de corderos acogidos a la IGP brinda más confianza al consumidor, facilita la venta de los corderos, permite obtener carne de mejor calidad, es más rentable y emplea prácticamente el mismo sistema de producción. El segundo factor denominado “Inversión”, denota actitudes relativas a la necesidad de inversiones extraordinarias y a la demanda de más tecnología en la preparación. El tercer factor se ha denominado “Producción amigable y precios” ya que le caracterizan actitudes relacionadas con una producción más respetuosa con el bienestar animal y el medio ambiente, y de forma negativa con que asegura precios estables durante todo el año.

En lo que respecta a los objetivos económicos que los ganaderos encuestados desean alcanzar, del análisis factorial realizado, se obtuvieron cuatro factores que explican el 67,2% de la varianza total. El primer factor que agrupa los objetivos tener el mejor rebaño, mantener las construcciones, equipos y maquinarias en buen estado y obtener el máximo beneficio posible de la explotación, se le denominó factor “Éxito como ganadero”. El segundo factor que relaciona los objetivos tener otra formación aparte de ser ganadero y tener otras actividades en la explotación además de la ovina, se le denominó factor “Diversificación”. El tercer factor denominado “Sostenibilidad”, agrupa los objetivos adoptar nuevas tecnologías de producción, utilizar sus propios recursos en la explotación y obtener ingresos fuera de la explotación para poder mantener la actividad ganadera. Por último, el cuarto factor que agrupa de forma positiva el objetivo endeudarse lo menos posible y de forma negativa, el objetivo aumentar el tamaño de la explotación, se le denominó factor “No riesgo”.

Empleando estos siete factores obtenidos, tres correspondientes a las actitudes y cuatro a los objetivos económicos que persiguen los ganaderos, el análisis *cluster* llevado a cabo sugiere la existencia de tres segmentos de productores. La caracterización de los conglomerados se presenta en la tabla 1. La edad del productor, actitudes hacia los factores calidad y rentabilidad e inversión, y los factores objetivos económicos sostenibilidad y no riesgo, son significativos a la hora de discriminar entre los conglomerados.

Tabla 1. Caracterización de los clúster obtenidos

Variables		Cluster 1 (n=23)	Cluster 2 (n=6)	Cluster 3 (n=11)
Sociodemográfica	Edad del productor (años) **	44,1	38,3	51,0
Actitudes hacia la producción de corderos acogidos a la IGP Ternasco de Aragón	Factor calidad y rentabilidad***	-0,349	1,138	-0,042
	Factor inversión***	-0,345	-0,933	0,999
	Factor producción amigable y precios	0,137	0,141	-0,291
Objetivos económicos de los ganaderos	Factor éxito como ganadero	-0,241	0,071	0,377
	Factor diversificación	0,080	0,069	-0,279
	Factor sostenibilidad***	0,446	-0,047	-0,825
	Factor riesgo***	0,198	-1,565	0,406

Nota: **Significatividad al 0,05, ***significatividad al 0,01.

El segmento 1, está formado fundamentalmente por ganaderos con edades intermedias con actitudes no muy positivas hacia la producción de corderos acogidos a la IGP. Aunque consideran que producir corderos acogidos a la IGP no demanda grandes inversiones

económicas ni tecnológicas, no están tan de acuerdo con que esta iniciativa de diferenciación permita obtener carne de mejor calidad, sea una actividad más rentable y que al mismo tiempo facilite la comercialización de su producción. Asimismo, son productores que persiguen objetivos de sostenibilidad económica mediante la adopción de nuevas tecnologías, la utilización de sus propios recursos y la obtención de ingresos de fuera de la explotación, evitando endeudarse lo menos posible.

El segmento 2 agrupa a ganaderos más jóvenes que poseen una actitud bastante positiva, hacia que la producción de corderos acogidos a la IGP, a través del factor calidad y rentabilidad, brinda más confianza al consumidor, facilita la venta de los corderos, permite obtener carne de mejor calidad, es más rentable y emplea el mismo sistema de producción. Asimismo consideran, tal y como se aprecia por el factor inversión, que el producir corderos acogidos a la IGP no necesita inversiones extraordinarias y no demanda más tecnología en su preparación. Estas actitudes positivas hacia la producción de corderos acogidos a la IGP, están fuertemente correlacionadas de forma negativa con el factor de no riesgo, lo que denotaría menor aversión a endeudarse y a aumentar el tamaño de la explotación. Este *segmento* está formado pues por ganaderos bastante optimistas en cuanto a la producción de corderos acogidos a la IGP y coinciden con lo señalado por Gil et al. (2003) al relacionar la apuesta por la calidad con un mayor optimismo de los ganaderos.

El segmento 3, está formado por los ganaderos de mayor edad. Estos ganaderos consideran que el producir corderos acogidos a la IGP demanda grandes inversiones económicas y tecnológicas, no estando muy de acuerdo con que esta iniciativa permita obtener carne de mejor calidad, sea una actividad más rentable y que al mismo tiempo facilite la comercialización de su producción. Dentro de sus objetivos económicos, para estos ganaderos no es tan importante alcanzar objetivos de sostenibilidad a través de la adopción de nuevas tecnologías, uso de sus propios recursos o de actividades fuera de la explotación, evitando en todo caso endeudarse lo menos posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Bredahl, M.E., y Normile, M.A. 2001. Annual Meetings of the International Agricultural Trade Research Consortium, 18-19 January 2001, Auckland, New Zealand. •Fulponi, L. 2006. Food Policy, 31: 1-13. •Gil, J.M., Perdiguero, A., y Ben Kaabia, M. 2003. Estudios Agrosociales y Pesqueros, 198: 151-181. •Gómez, A., Atance, I., y Iráizoz, B. 2003. Economía Agraria y Recursos Naturales, 3(6): 81-99. •Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., y Black, W. 1999. Análisis Multivariante (5 ed.). Madrid: Prentice Hall Iberia. •Henson, S., y Reardon, T. (2005). Food Policy, 30: 241-253.

Agradecimientos. Los autores agradecen la colaboración del equipo técnico de la empresa Carnes Oviaragón S.C.L.

MOTIVATIONS OF FARMERS RELATED WITH LAMB PRODUCTION WITH PGI CERTIFICATIONS “TERNASCO DE ARAGON”

ABSTRACT. The aim the present study is to analyze the farmer's attitudes toward PGI “Ternasco de Aragon” and at the same time we also analyze their attitudes related with the economics benefits perspective for their farm. In addition, we also do segmentation based on the analyzed factors. The information in this investigation, were obtained from questionnaires that we sent by postal which include 44 sheep farmers in different municipal from 3 different provinces in Aragon during winter and autumn time in 2008. Overall in our results, we found 3 groups of sheep farmers whom have different attitudes toward the lamb production with PGI certification “Ternasco de Aragon”.

Keywords: *protected geographical indication, ternasco de Aragon, motivation.*

PERFIL DEL CONSUMIDOR DE CARNE DE CERDOS EN CAMPINAS - BRASIL

Lugnani, C., Felicio, P. E. y Silveira, E.T. F.

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, Brasil. carolinalugnani@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, el consumo per cápita de carne de cerdo llega a 16kg/año, y supera el consumo de carne de pollo y la carne de vacuno. Sin embargo, el consumo per cápita de carne de cerdo en el Brasil en los últimos años fue de alrededor 14kg/año, aunque Brasil es el cuarto mayor productor y cuarto mayor exportador de carne de cerdo en el mundo (FAO, 2007). El consumo brasileño es pequeño debido a la fuerte expansión de las exportaciones y también debido al aumento de oferta de carne substitutas a precios más atractivos para los consumidores. Mientras que los países con altas tasas de IDH consumen medias de más de 40kg/año – la media europea es de 45kg/año – esta es la mayoría de las proteínas animales consumidas en el mundo – en 2007 del 39,9% de las ventas mundiales de proteínas de origen animal (FAO, 2007).

La producción industrial de cerdos en los últimos tres años aumentó en 19,8% de 26,4 millones de cabezas a finales de 2004 a 31,8 millones de cabezas en 2007. Las exportaciones, después del record de 2005 y el declive de 2006 debido al resurgimiento de la fiebre aftosa, volvieron a batir la marca de 600 mil toneladas de 2007. Según Abipecs (2007) recientemente, las exportaciones brasileñas se mantuvieron en el 20% de la producción total, la excepción fue 2005 cuando representó un 23,0% de toda la producción. Los principales países importadores siguen siendo Rusia, Hong Kong y Ucrania. La encuesta pretende entrevistar varias personas y evaluar la frecuencia con que consumen carne de cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un análisis de perfil del consumo de carne de cerdos con 135 personas. La entrevista fue individual y fueron preguntadas algunas características que están en la Figura 1. El estudio fue desarrollado en un gran supermercado en Campinas, una ciudad situada en el estado de São Paulo – Brasil, con personas procedentes de esta ciudad.

<p align="center">Ficha: perfil del consumidor de carne de cerdo “in natura”</p> <p>Consumidor indicar con x las alternativas abajo:</p> <p>Género: () Hombre / () Mujer</p> <p>Idad: () ≤ 25 años / () 26 - 40 años / () 41 - 55 años / () ≥ 56 años</p> <p>Clase social: () A2 / () B1 / () B2 / () C / () D</p> <p>Conocimiento: () Primario incompleto / () Primario completo / () Ginásial completo () Colegial completo / () Universitario completo</p> <p>Frecuencia de el consumo de carne de cerdo:</p> <p>() Todo el día / () Una vez a la semana / () Una vez cada quince días () Una vez al mês / () Una vez cada dos meses / () Una vez cada seis meses</p>

Figura 1. Ficha para descripción el perfil de los consumidores de carne de cerdo “in natura”

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en las Tablas 1 y 2. En la Tabla 1 se muestra la descripción de los encuestados. La investigación se llevó con más hombres que mujeres. Y la gran mayoría de los encuestados fueron de 41 a 55 años. Según la clase social, la mayoría son de la clase C, y considera un poco baja para los estándares. Y de acuerdo a la escuela, las personas que tienen colegial completo son la mayoría y a continuación tenemos los universitarios.

Tabla 1. Descripción de los encuestados por sexo, edad, clase social y conocimiento.

	(n)	(%)		(n)	(%)
Género			Edad		
Hombres	78	57,8	≤ 25 años	26	19,3
			26 - 40 años	41	30,4
Mujeres	57	42,2	41 - 55 años	47	34,8
			≥ 56 años	21	15,6
Clase Social			Conocimiento		
A2	05	3,70	Primario incompleto	06	4,40
B1	24	17,8	Primario completo	16	11,9
B2	40	29,6	Medio completo	27	20,0
C	61	45,2	Colegial completo	52	38,5
D	05	3,70	Universitario completo	34	25,2

En la Tabla 2 se muestra la frecuencia de consumo de los encuestados. La mayoría consumen carne de cerdo fresco una vez a la semana, y el segundo es el consumo una vez cada 15 días, seguido de una vez al mes.

Tabla 2. Frecuencia general de consumo de carne de cerdos de los 135 encuestados.

	(n)	(%)
Todos los días	18	13,3
Una vez a la semana	61	45,2
Una vez cada quince días	23	17,0
Una vez al mes	22	16,3
Una vez cada dos meses	05	3,70
Una vez cada seis meses	06	4,40

El consumo interno de carne de cerdo en Brasil todavía tiene una demanda baja en relación a los otros países. Esto se debe a varios factores: la falta de productos apropiados y prácticos, los prejuicios y la falta de una adecuada campaña de información y difusión. La falta de información, es decir, el consumidor todavía ve el cerdo que se está criando en condiciones de falta de higiene y cree que la carne tiene mucha grasa y hace daño a la salud. Otro hecho es que el producto que se presenta en la tienda no responde a las expectativas de los consumidores, ya sea por formato, por el volumen, la falta de practicidad y conveniencia.

En la Figura 2 (a) que representa la relación de edad y la frecuencia del consumo, puede observarse que las personas de edades mayores consumen más carne de cerdo fresca en relación a los jóvenes, porque antiguamente se consumía mucha carne de cerdo más específicamente de subsistencia. En la Figura 2 (b) se representa la clase social en comparación con la frecuencia e las personas que tienen una clase superior (A2, B1) consumen más carne de cerdo, debido al precio de mercado interno y disponer de más información sobre el manejo actual de los cerdos. Y, por último, la Figura 2 (c) representa la proporción de hombres y mujeres con la frecuencia. Con los datos presentados en el cuadro 2, la mayoría consumen la carne de cerdo una vez por semana y de este 45,2% la mayoría son hombres.

En este caso la razón por la cual las mujeres optan por otros tipos de carne es que la mayoría cree que la carne de cerdo sigue siendo grasa y es perjudicial para la salud. El reto es aumentar el consumo de carne in natura en Brasil como, el aumento de la información y la sensibilización acerca de la carne que es criticada por ser demasiado grasa, que transmite enfermedades que causan el cambio en la percepción del consumidor el producto.

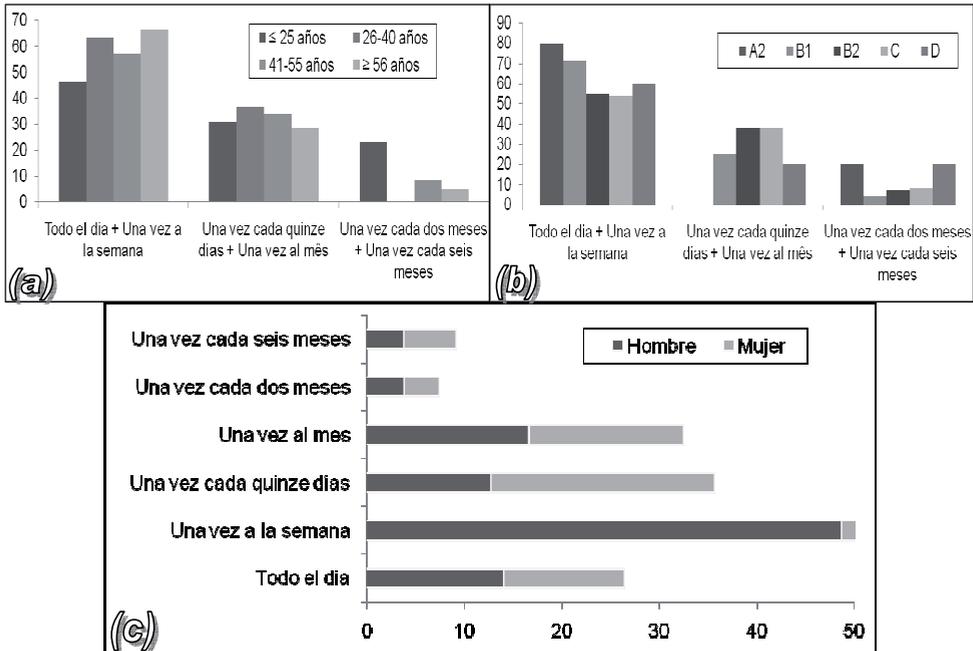


Figura 2. Frecuencia (%) de consumo de carne de cerdo en relación a la edad (a), clase social (b) e sexo (c).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT FAO Statistical Database. <http://apps.fao.org>, 2007. •ABIPECS. Associação Brasileira Ind Prod Exp de Carne Suína. <http://www.abipecs.org.br>, 2007.

Agradecimientos: A los consumidores participantes en el estudio. El supermercado donde se realizó el estudio y la Capes por la beca de maestría.

PROFILE OF THE CONSUMER OF MEAT PORK IN CAMPINAS - BRAZIL

ABSTRACT. Worldwide, per capita consumption of pork reaches 16kg/year, and exceeds the consumption of chicken meat and beef. But the per capita consumption of pork in Brazil in the last two years was about 14kg/year, even Brazil is the fourth largest producer and fourth largest exporter of pork in the world. The survey aimed to interview a number of people and evaluate how frequently they consume pork during the year. the majority of respondents to consume fresh pork once a week, and second is the consumption once every 15 days followed by once a month. This is due to several factors: lack of appropriate and practical products, the existing bias and the lack of an information campaign and appropriate dissemination. The lack of information, ie, the consumer still see the pig being reared in conditions of poor hygiene and believes that the meat is fatty and do harm to health. Another fact is that the product is presented to the retailer does not meet the expectations of consumers, either by format, by volume, lack of practicality and convenience.

Keywords: consumer, meat pork, frequency of consumption.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE CLA SOBRE EL SISTEMA IMMUNITARIO Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CORDEROS DE LA RAZA RIPOLLESA

Terré, M.¹, Nudda, A.², F. Boe¹, Gaias, G.¹ y Bach, A.^{1,3}

¹IRTA-Unitat de Remugants. Caldes de Montbui, Barcelona. marta.terre@irta.es

²Dipartimento di Scienze Zootecniche, Sassari, Italia

³ICREA, Barcelona

INTRODUCCIÓN

Entre los ácidos grasos encontramos el ácido linoleico conjugado (CLA) al que se le atribuyen varios efectos positivos sobre la salud humana: anticancerígeno, antiinflamatorio, beneficioso para el sistema inmunitario, reducción de la grasa corporal, reduce las lesiones ateroscleróticas (Bhattacharya et al., 2006). Los alimentos derivados de los rumiantes son una buena fuente natural de CLA, aunque su contenido puede aumentarse mediante la suplementación de CLA protegido frente a la degradación ruminal en la dieta (Wynn et al., 2006) o aumentando el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de la ración (Bolte et al., 2002). El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la suplementación de una mezcla de isómeros de CLA en la dieta de corderos de la raza Ripollesa durante el periodo de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 48 corderos de la raza Ripollesa ($41 \pm 6,9$ días, $15 \pm 2,9$ kg de PV) repartidos en 6 lotes de 8 animales cada uno y en 3 tratamientos. Los 3 tratamientos consistieron en alimentar a los corderos con un pienso suplementado con 3 niveles diferentes de una mezcla de isómeros de CLA (56% CLA puro de los cuales 50% cis9, trans 11 CLA y 50% trans10, cis 12 CLA) los 3 niveles de inclusión fueron: 0% CLA (CT), 0,25 % CLA (BA), 1 % CLA (AL). Los corderos se alimentaron con el pienso tratamiento respectivo y paja a discreción hasta llegar al peso de matadero (25 kg de PV). Los piensos fueron formulados para ser isoproteicos (18.5, 19.1 y 18.2 % PB, respectivamente). A lo largo del estudio (5 semanas de engorde) los corderos se pesaron semanalmente, y se determinó el consumo de pienso y paja por corral semanalmente. También se registró el rendimiento de la canal de los corderos y se tomó el *Longissimus dorsi* del lado derecho de la canal de 5 hembras de cada tratamiento para evaluar el perfil de ácidos grasos de la carne. Una semana después de iniciar el estudio se inyectaron 2 mg de ovalbúmina y se obtuvieron muestras de sangre antes de vacunar y dos semanas más tarde para determinar el nivel de anticuerpos frente a la ovalbúmina y evaluar la respuesta del sistema inmunitario humoral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros productivos analizados en los corderos de engorde (Tabla 1). La interacción del tratamiento con el tiempo en la ganancia media diaria (GMD) de los corderos se debe a que durante la última semana de estudio los corderos CT y AL crecieron a un mayor ritmo en comparación con los corderos BA ($0,27, 0,25, 0,21 \pm 0,031$ kg/d en los tratamientos CT, BA y AL respectivamente). Otros estudios que se encuentran en la bibliografía con distintas especies de animales tampoco encontraron diferencias significativas en los índices de producción (Wynn et al., 2006; Marounek et al., 2008).

La respuesta inmunitaria frente a la ovalbúmina fue similar en los 3 tratamientos. Bassaganya et al. (2003) observaron, en cerdos infectados con Circovirus y alimentados o no con CLA en su ración, un mayor número de lesiones a nivel pulmonar en los cerdos sin CLA en el pienso en comparación con los que recibían CLA en la dieta. También observaron una mejora en la respuesta inmunitaria celular en los cerdos alimentados con CLA, aunque no obtuvieron diferencias en la seroconversión asociada al Circovirus. El nivel de grasa y el perfil de ácidos grasos intramuscular también fue igual en los 3 tratamientos, con la excepción del c17:1 y ambos isómeros CLA incluidos en el pienso de los corderos ($P < 0.05$) (Tabla 2). El c17:1 fue superior en los CT que en los corderos suplementados con CLA, y el cis9, trans11 CLA, y trans10, cis12 CLA fue superior en los corderos AL que en los CT y BA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Bassaganya-Riera, J., Pogranichniy, R. M., Jobgen, S. C., Halbur, P. G., Yoon, K. J., O'Shea, M., Mohede, I., y Hontecillas, R., 2003. J. Nutr. 133: 3204-3214. •Bhattacharya, A., Banu, J., Rahman, M., Causey, J., y Fernandes, G. 2006. J. Nutr. Biochem. 17, 789-810. •Bolte, M. R., Hess, B. W., Means, W. J., Moss, G. E., Rule, y D. C. 2002. J. Anim. Sci. 80, 609-616. •Marounek, M., Skrivanová, V., Vyborná, A., y Dusková, D. 2008. Arch. Anim. Nutr. 62, 366-376. •Wynn, R. J., Daniel, Z. C. T. R., Flux, C. L., Craigon, J., Salter, A. M., y Buttery, P. J. 2006. J. Anim. Sci. 84, 3440-3450.

Tabla 1. Parámetros productivos de corderos alimentados con un pienso con 0% CLA (CT), 0.25% CLA (BA) o 1% CLA (AL) a lo largo de 5 semanas de engorde.

	Tratamiento ^a			EEM ^c	P-valor ^b		
	CT	BA	AL		T	t	Txt
PV a 5 sem, kg	21,0	21,3	22,8	0,49	0,69	<0,001	<0,001
GMD, kg/d	0,24	0,22	0,27	0,026	0,40	0,33	0,05
Ingestión MS pienso ^d , kg/sem	4,9	4,7	4,3	0,23	0,25	<0,001	0,90
Ingestión MS paja ^d , kg/sem	1,2	1,2	1,0	0,17	0,56	0,007	0,26
Ratio GMD:Ingestión total	0,26	0,31	0,38	0,040	0,16	0,01	0,22
Ratio GMD:Ingestión pienso	0,33	0,38	0,47	0,044	0,15	0,007	0,24
Rendimiento de la canal, %	43,1	43,6	43,3	1,01	0,45	-	-

^a CT=corderos alimentados con un pienso 0% CLA; BA=corderos alimentados con un pienso 0.25% CLA; AL= corderos alimentados con un pienso 1% CLA

^bT=efecto del nivel de inclusión de CLA en el pienso; t=efecto del tiempo; Txt=interacción del efecto de inclusión de CLA con el tiempo

^c error estándar de la media

^dkg de pienso o paja por cordero a la semana

Tabla 2. Perfil de los principales ácidos grasos del *Longissimus dorsi* de corderos alimentados con un pienso con 0% CLA (CT), 0.25% CLA (BA) o 1% CLA (AL) a lo largo de 5 semanas de engorde.

	Tratamiento ^a			EEM ^b	P-valor
	CT	BA	AL		
Grasa, %	1,8	1,5	1,6	0,520	0,29
AG, g/100g MEAG					
C12	0,25	0,18	0,32	0,076	0,45
C14	2,96	2,95	3,04	0,235	0,96
C15	0,49	0,46	0,45	0,032	0,72
C16	22,43	23,27	22,80	0,571	0,59
C16:1	1,77	1,79	1,77	0,093	0,99
C17	2,06	1,82	1,75	0,102	0,14
C17:1	1,32 ^a	1,08 ^b	0,93 ^b	0,080	0,02
C18	14,31	14,81	15,81	0,509	0,17
C18:1 trans-10	2,46	2,36	2,59	0,300	0,86
C18:1 trans-11	0,47	0,54	0,70	0,087	0,21
C 18:1 cis-9	38,76	36,69	36,46	0,948	0,23
C 18:1 cis-11	1,52	1,89	1,75	0,248	0,58
C 18:1 cis-12	0,36	0,28	0,37	0,070	0,64
C 18:1 cis-13	0,20	0,13	0,18	0,040	0,48
C 18:2 c-9, t-12 (LN)	6,16	6,90	6,44	0,465	0,53
C18:3 n -6	0,17	0,15	0,14	0,011	0,12
C18:3 (LNA)	0,46	0,52	0,44	0,056	0,56
CLA cis-9, trans-11	0,28 ^b	0,30 ^b	0,39 ^a	0,025	0,03
CLA trans-9, cis-11+C20	0,10	0,09	0,10	0,010	0,74
CLA trans-10 cis-12	0,013 ^b	0,012 ^b	0,051 ^a	0,0091	0,02
C20:3	0,22	0,27	0,19	0,038	0,35
C20:4	1,19	1,42	1,32	0,179	0,69
C20:5 n-3 (EPA)	0,14	0,19	0,10	0,028	0,12
C22-6 n-3 (DHA)	0,08	0,14	0,07	0,024	0,12

^a CT=corderos alimentados con un pienso 0% CLA; BA=corderos alimentados con un pienso 0.25% CLA; AL= corderos alimentados con un pienso 1% CLA

^b error estandard de la media

IMMUNE RESPONSE AND FATTY ACID PROFILE IN MEAT OF LAMBS SUPPLEMENTED WITH A CLA-MIXTURE

ABSTRACT. Forty-eight weaned Ripollesa lambs were used to study the effect of a CLA-mixture supplementation on performance parameters, meat fatty acid profile, and humoral immune response during the fattening period. Lambs were assigned to one of the three treatments: control concentrate (CT), concentrate with 0.25% CLA-mixture (50:50, c9, t11 CLA and t10, c12 CLA) (LOW), and concentrate with 1% CLA-mixture (HIGH). Lambs weight, starter and straw consumption were recorded weekly until sacrifice (25 kg). Lambs were vaccinated against ovalbumin and blood samples were collected before vaccination and 14 d later to evaluate humoral immune response. *Longissimus dorsi* was sampled from 5 female lambs from each treatment. None of the parameters evaluated were affected by CLA supplementation, with the exception of the isomers of CLA c9, t11, and t10, c12 that were greater in HIGH than in LOW and CT lambs (0.39, 0.30, and 0.28 g/100 g FAME for c9, t11 CLA, and 0.051, 0.012, and 0.013 g/100 g FAME for t10, c12, respectively). Protected CLA-mixtures can be fed to lambs without negative effects in performance. Although humoral immunity was not improved in this study, FA profile of meat can be improved by increasing c9, t11, and t10, c12 CLA levels.

Keywords: lamb, Conjugated Linoleic Acid, Immune Response, Meat

EFFECTO DEL NIVEL DE ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA) SOBRE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL TEJIDO SUBCUTÁNEO EN CERDO BLANCO.

Cordero, G.¹, Isabel, B.¹, Morales, J.³, Daza, A.² y López-Bote, C.¹.

¹Nutrición Animal. Dpto. Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM.

Av. Puerta de Hierro s/n 28040 Madrid

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

³PigCHAMP Pro Europa S.A. 40195. Segovia

gcordero@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (CLA) está constituido por una mezcla compleja de isómeros del C18:2 con dobles enlaces conjugados con todas las combinaciones posibles de enlaces tipo cis y trans. Esta complejidad estructural hace que resulte difícil identificar los isómeros concretos con actividad biológica, aunque hasta el momento las investigaciones señalan que son dos: el c9t11 cla, y el t10c12 cla. (Pariza et al., 2001).

En el caso de la producción porcina, la suplementación con CLA ha adquirido un interés creciente en las últimas décadas ya que sugiere un atractivo enfoque para mejorar los parámetros productivos y de la calidad de carne (Martín et al., 2007) como los efectos que tiene sobre el metabolismo lipídico, ya que el CLA puede inducir cambios en la composición de ácidos grasos en los animales. La grasa subcutánea de los cerdos alimentados con dietas que incluyen CLA, tienen cantidades significativamente más altas de ácidos grasos saturados y cantidades más bajas de ácidos grasos monoinsaturados que los cerdos cuya alimentación no incorpora CLA. (Aydin et al., 2001 ; Dugan et al 2004).

El objetivo de nuestro estudio, fue estudiar la respuesta a los distintos niveles de CLA en el tejido graso subcutáneo y su composición de ácidos grasos en cerdos blancos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 4 niveles de CLA (0, 0.5, 1 y 2 %), en 40 hembras Large White x (Large White x Landrace). El estudio se centró en la fase de engorde, entre los 60 y los 125 kg de peso vivo.

Se tomaron muestras de cada tipo de pienso para el análisis de la materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y cenizas por la metodología descrita por el AOAC (2005). También se analizó el perfil de ácidos grasos (Sukhija y Palmquist., 1988) para comprobar que no había diferencias entre tratamientos experimentales, así como el contenido de CLA con el fin de constatar el diseño experimental indicado. La composición en ácidos grasos, ingredientes y composición analítica de los piensos experimentales aparecen reflejados en la Tabla 1.

Durante el sacrificio y posterior faenado de los animales se recogieron muestras de tocino, de la región de la babilla, posteriormente se congelaron a -20°C y se mantuvieron a esta temperatura hasta su análisis. Para la extracción de la fracción lipídica en las muestras de grasa subcutánea se empleó el método Bligh y Dyer (1959). Una vez obtenida la grasa se procedió a su metilación con metilato sódico. La composición de los ácidos grasos de la grasa se determinó por Cromatografía en fase gaseosa (modelo 6890 Hewlett Packard) y su identificación se llevó a cabo por comparación de los tiempos de retención de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de la muestra con los de patrones sometidos a las mismas condiciones cromatográficas que las muestras. El análisis estadístico se hizo mediante un análisis de varianza usando el procedimiento GLM de SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La utilización de distintos niveles de CLA provocó un incremento lineal del porcentaje de ácidos grasos saturados en detrimento de los ácidos grasos monoinsaturados de la grasa subcutánea (Figura 1), que se debe probablemente a la inhibición de la actividad de la enzima delta 9 desaturasa como ya han demostrado autores como Lee et al. (1998). Esta enzima es la responsable de la insaturación de los ácidos grasos producidos endógenamente, al transformar el ácido esteárico (C18:0) en oleico (C18:1). En la figura 1,

puede observarse como la relación SFA/MUFA se incrementa cuanto mayor es el contenido de CLA en el pienso.

En la Tabla 2 podemos observar la acumulación del isómero c9 t11-CLA es superior a la del isómero t10 c12-CLA (Schimid et al., 2006) siendo prácticamente el doble en todos los tratamientos. Además la acumulación de los isómeros aumenta de forma lineal conforme se incrementa el contenido de CLA en el pienso, ya que los animales que consumieron el pienso con un 0.5 % de CLA tuvieron una concentración de los dos isómeros del CLA en grasa 4 veces más bajo que los que recibieron el pienso con un 2 % de CLA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th edition. Washington, DC. •Aydin, R., Pariza, M.W., Cook, M.E., 2001. J.Nutr.,131, 800-806. •Bligh, E.G. y Dyer, W.J. 1959. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911. •Dugan, M.E., Aalhus, J.L., Dramer, J.K.G., 2004. Anim. J. Clinic. Nutr., 79, 1212S-1216S. •Lee, K.N., Pariza, M.W., Ntambi, J.M. 1998. Biochem Biophys Res. Commun. 248, 817-821. •Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. 2001. Progress Lipid Res., 40, 283-298. •Sukhija, P.S. y Palmquist, D.L. 1988. J. Agric. Food Chem. 36: 1202- 1206. •Martin, D., Muriel, E., Gonzalez, E. 2008. Livestock Sci 117 155-164. •Schmid, A., Collomb, A., Sieber, R., Bee, G. (2006) Meat Science, 73, 29-41.

Tabla 1. Composición en ácidos grasos, ingredientes y composición analítica de los piensos experimentales¹ (expresados en %).

	0%CLA	0.5%CLA	1%CLA	2%CLA
C14:0	0.8	0.8	0.7	0.6
C16:0	21.2	20.6	19.5	17.1
C16:1(n-9)	0.1	0.1	0.1	0.1
C16:1(n-7)	1	1	1	0.9
C18:0	6.1	6.1	6	5.7
C18:1(n-9)	25.8	26.6	27	27
C18:1(n-7)	1.9	1.8	1.7	1.6
C18:2(n-6)	37.8	32.4	29.1	23.8
c9t11-CLA	0.0	2.1	4.9	8.8
t10c12-CLA	0.0	2.0	4.7	8.6

¹Ingredientes (%) Cebada 50, Maíz 10, Trigo 14, soja(44) 18, Sorgo 4, Manteca 1, Carbonato Cálcico 1, Premix Vitaminas minerales 0.35, Fosfato bicálcico 0.50. Composición analítica: Energía Neta, 3200, Proteína Bruta 15.50, Fibra Bruta 4.50, Extracto etéreo 3, Cenizas 5.20. La composición de los piensos con CLA es similar a la anterior pero la manteca se va sustituyendo por CLA

Tabla 2. Perfil de los ácidos grasos principales en la grasa dorsal subcutánea de cerdos alimentados con distintos niveles de CLA.

Acidos grasos	Nivel de CLA				sem	P
	0%	0.5%	1%	2%		
c9 t11- CLA	n.d. ^{1a}	0.63 ^b	1.21 ^c	2.42 ^d	0.046	0.0001
t10 c12- CLA	n.d. ^{1a}	0.26 ^b	0.58 ^c	1.27 ^d	0.030	0.0001
ΣSAT	36.69 ^a	41.70 ^b	45.17 ^c	47.36 ^d	0.70	0.0001
ΣMONO	48.79 ^a	42.42 ^b	38.65 ^c	34.84 ^d	0.46	0.0001

¹ n.d = nivel no detectable

Medias con distintos superíndices difieren en p<0.05

sem= error estándar de la media

P= significación

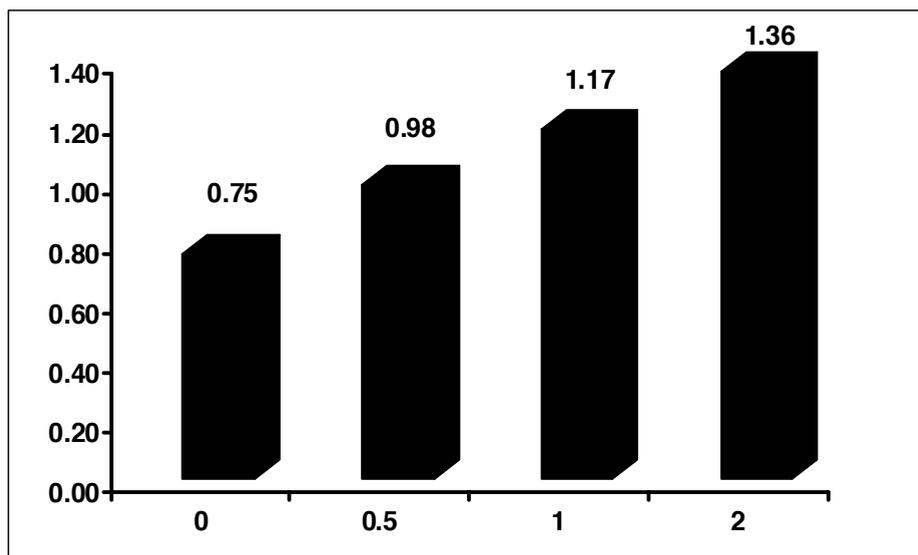


Figura 1.- Relación SFA/MUFA, en el tejido adiposo subcutáneo de cerdos alimentados con 0, 0.5, 1 y 2 % de CLA.

Agradecimientos: Los autores agradecen su colaboración a PigCHAMP Pro Europa S.A, y Molimen S.L.

EFFECT OF THE LEVEL OF CONJUGATED LINOLEIC ACID ON THE COMPOSITION OF FATTY ACIDS OF SUBCUTANEOUS ADIPOSE TISSUE IN WHITE PIGS.

ABSTRACT. The present work was intended to evaluate the response of the different levels of conjugated linoleic acid (CLA) on subcutaneous adipose tissue and the composition of fatty acids in white pigs. Forty female pigs were used (Landrace x Large white). Four diets were formulated in order to contain four levels of CLA (0, 0.5, 1 and 2 % CLA). Subcutaneous fat from pigs feed with the diets that included CLA, contained significantly higher amounts of saturated fatty and lower amounts of monounsaturated fatty acids than adipose tissue from pigs feed with the diet that included 0 % CLA ($P < 0.001$). The addition of CLA in the diet affected the concentration of CLA in adipose tissue, we observed a higher increase of cis-9, trans-11 CLA than trans-10, cis-12 CLA.

Keywords: conjugated linoleic acid (CLA), subcutaneous adipose tissue, fatty acids.

EFFECTO LAS PASTURAS SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GRASA INTRAMUSCULAR DE CERDOS MACHOS ENTEROS Y CASTRADOS PRODUCIDOS AL AIRE LIBRE EN EL URUGUAY

Echenique, A.; Capra, G.; Pardo, G.; Grompone, M. A.³ y Urruzola, N.

¹Comisión Nacional de Fomento Rural. Salvador García Pintos 1138. Montevideo. Uruguay
anaechenique@adinet.com.uy

²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria;

³Laboratorio de Grasas y Aceites, Facultad de Química, UDELAR

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los consumidores cada vez más se interesan por una dieta saludable y sensorialmente atractiva. En este sentido, la preocupación por el contenido y tipo de grasas de los productos cárnicos es creciente y el Uruguay no es excepción en estas tendencias globales. Si bien la composición en ácidos grasos de los lípidos de la carne porcina varía según la localización anatómica, el tipo genético, el sexo y la alimentación, entre otros factores (Wood *et al.*, 2008), es posible modificar la cantidad y composición en dichos ácidos grasos hacia perfiles más saludables que los tradicionales (Nurnberg *et al.*, 1998; López Bote *et al.*, 2004; Monziols *et al.*, 2007). Una vía factible de modificación del perfil lipídico de la grasa porcina es a través de la dieta. Esta situación es explicada por la condición de monogástrico de los cerdos, ya que la composición de ácidos grasos de los lípidos tisulares refleja de un modo más o menos aproximado el perfil de ácidos grasos de los alimentos ingeridos (Scheeder *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2007). Desde hace algún tiempo, en el Uruguay se está investigando en la producción de carne de cerdo para consumo fresco con perfiles lipídicos más saludables, mediante la incorporación de pasturas en la dieta animal, así como de otros alimentos ricos en ácidos grasos insaturados, en sistemas de producción al aire libre (Echenique y Capra, 2006; Capra *et al.*, 2007). La tradición pastoril del Uruguay y sus particulares condiciones agroecológicas permiten avanzar en esta estrategia sin que los costos de producción se eleven significativamente, lo que mejora la competitividad del sector. Teniendo en cuenta lo anterior, se llevó adelante un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de las pasturas sobre la cantidad y composición lipídica de la grasa intramuscular en cerdos machos enteros y castrados producidos al aire libre.

MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con un total de 48 cerdos (24 machos enteros y 24 castrados) cruza Large White x Landrace x Duroc Jersey criados al aire libre a partir de los 26±2.4 kg. Estos fueron sometidos a 4 tratamientos (n=12): T1. Macho entero sin pastura, T2. Macho entero con pastura, T3 Macho castrado sin pasturas y T4. Macho castrado con pastura. En todos se ofreció una ración *ad libitum* compuesta por maíz y soja, fundamentalmente. Fueron utilizados cobertizos móviles de madera de 10 m² de área techada sobre parcelas delimitadas con cerco eléctrico, de una superficie de 800 m² y 300 m², dependiendo del tratamiento (con y sin acceso al pastoreo, respectivamente). La pastura -con dos años de sembrada-, estaba compuesta por trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*). Los cerdos fueron sacrificados a los 101±5 kg y se midió en la línea de faena el espesor de grasa dorsal (EGD), determinado a partir del promedio del espesor obtenido en la línea media de la hemicanal izquierda a la altura de la última costilla y entre la última vértebra lumbar y primera sacra. A las 24 horas postmortem se separaron a nivel de la 10^a costilla de la media res izquierda secciones de *M. Longissimus thoracis* con el fin de determinar posteriormente porcentaje de grasa intramuscular (GIM) y perfil lipídico de la misma. El contenido de grasa intramuscular se obtuvo mediante una extracción cuantitativa tipo método de Folch *et al.* (1957), utilizando una mezcla hexano isopropanol 3:2 (v/v) y el perfil lipídico se realizó por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos, obteniéndose éstos según técnica IUPAC 2.301. Los datos fueron analizados utilizando el Proc GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pastoreo no determinó diferencias significativas a nivel del contenido de grasa subcutánea y GIM, a diferencia de lo hallado en otros trabajos (Bauza *et al*, 2003; Echenique y Capra, 2006), en los que se señala que el carácter voluminoso de la pastura como alimento actuaría como un factor de restricción de energía en la dieta. Una restricción energética produce una disminución en el contenido de GIM de la carne, pero sobre todo da lugar a canales porcinas con menor grasa de cobertura (Engel *et al*, 2001; Williams, 2005). Sin embargo, si se verificaron diferencias entre machos enteros y castrados. Los primeros presentaron un menor EGD y una menor infiltración de grasa a nivel del M. *Longissimus thoracis* (Tabla 1), tal como es señalado por Walstra *et al* (1999) y Nold *et al* (1997).

Tabla 1. Grasa de cobertura y grasa intramuscular a nivel del M. *Longissimus thoracis*

Contenido graso	Sexo (S)		Pastura (P)		P<		
	Entero	Castrado	Sin	Con	S	P	S x P
Peso faena (kg)	101,39	101,20	101,62	100,97	NS	NS	NS
EGD (mm)	11,06	19,72	15,77	15,39	0,001	NS	NS
GIM (%)	2,76	3,39	2,91	3,22	0,05	NS	NS

En relación a la composición lipídica del M. *Longissimus thoracis* (Tabla 2), el acceso a pasturas determinó una mayor proporción de ácido α -linolénico (ω 3). Las pasturas, dependiendo de las especies que las componen presentan en su perfil lipídico entre un 33 y casi un 50% de ácido α -linolénico (García Martín 2001; Pérez *et al*, 2008), por lo que dicho aporte se vio reflejado en la composición química de la GIM. Esta es una ventaja desde el punto de vista de la salud humana, ya que son muy escasas las fuentes de alimentos ricos en ácidos grasos ω 3. Un incremento en la proporción de ese ácido graso esencial es por demás favorable nutricionalmente, ya que es precursor de la serie metabólica ω 3 y algunas de las dietas occidentales actuales solo cubren un 50% de la ingesta diaria de ácido α -linolénico recomendada (Bondia, 2007).

Tabla 2. Perfil lipídico de la grasa intramuscular a nivel del M. *Longissimus thoracis*

Acidos grasos (%)	Condición del macho (CM)		Pastura (P)		SEM	P<		
	Entero	Castrado	Sin	Con		CM	P	CM x P
Mirístico C14:0	1,18	1,17	1,27	1,07	0,033	NS	NS	NS
Palmítico C16:0	24,06	24,83	24,32	24,51	0,199	NS	NS	NS
Palmitoleico C16:1	2,13	2,42	2,28	2,09	0,049	NS	NS	NS
Esteárico C18:0	12,52	12,91	11,81	13,49	0,269	NS	0,05	NS
Oleico C18:1	34,60	39,02	37,41	36,14	0,736	0,05	NS	0,01
Linoleico C18:2	18,08	13,85	15,52	16,62	0,583	0,01	NS	0,01
α -Linolénico C18:3	0,56	0,61	0,46	0,68	0,028	NS	0,01	0,01
Araquidónico C20:4	3,77	2,47	2,97	3,48	0,220	0,05	NS	0,01
SFA	37,61	38,91	37,40	38,93	0,410	NS	NS	NS
MUFA	37,20	41,79	40,26	38,69	0,788	0,05	NS	NS
PUFA	22,76	17,10	19,46	20,70	0,750	0,01	NS	NS

También el acceso a pasturas determinó un aumento en el contenido de ácido esteárico en la GIM. Este último pertenece al grupo de los ácidos grasos saturados (SFA). El consumo de éstos se asocia a un mayor riesgo cardiovascular al presentar efectos negativos sobre el perfil lipídico plasmático, por lo que se recomienda evitar su ingesta. Sin embargo, el C18:0 es una excepción dentro del grupo de los SFA, ya que se ha demostrado que el consumo de

éste en particular no modifica negativamente el perfil lipídico, por lo cual se lo ha considerado como un ácido graso “neutro” en relación a su efecto en la salud cardiovascular (Valenzuela *et al.*, 2008). Por otra parte, la condición de macho castrado o entero de los cerdos, determinó diferencias en la composición lipídica de la GIM, tanto a nivel de algunos de los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). Los machos castrados presentaron mayor porcentaje de ácido oleico, mientras que los enteros alcanzaron valores significativamente superiores para los ácidos linoleico y araquidónico. A resultados similares arribaron Nurnberg *et al* (1989) y Cameron y Enser (1991). Por otra parte, se registró una interacción entre la condición del macho y la pastura: con acceso a la pastura, los machos enteros presentaron una proporción de PUFA aún mayor, obteniendo valores de 21 y 4,6% para C18:2 y C20:4, respectivamente. Por el contrario, la proporción de C18:1 en los machos enteros fue menor con pasturas, alcanzando solamente un 31,6%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

●Bauza, R; Gil, M; Petrocelli; H. 2003. Serie FPTA-INIA. ●Bondia, I. 2007 Tesis doctorado. Dpto. de Nutr y Bromat.- Univ de Barcelona. ●Cameron, N.D; Enser, M.B., 1991. Meat Sci 27:227-248●Capra, G; Echenique, A; Grompone, M; Bauzá, R; González, A. ; Silva, D.2007. Agrociencia. Vol. 11/07.●Echenique, A.; Capra, G. 2006. Mem. IX Encuentro de Animales Monogástricos. ●Engel, J ; Smith, J; Unruh, J; Goodband, R.; O'Quinn, P. R.; Tokach, M. D.; 2001 J. Anim Sci 2001 79:1491-1501.●Folch, J; Lees, M; Sloane, G 1957. J Biol Chem 226:497-509. ●García Martin, M. 1999. Porcino Ibérico: aspectos claves. Mundi-Prensa. ●López Bote, C.; Rey, A.I.; Ortiz, L.; Menoyo, D. 2004. XX Curso de Especialización FEDNA ●Martinez, S; Cachaldora, A; Fonseca, S; Franco, I; Carballo, J. 2007. Eurocarne 154:1-13. ●Monziols, M; Bonneau, M; Davanel, A.; Kouba, M. 2007 Meat Sci. 76(1):54-60 ●Nold, R.A.; Romans, J. R. ; Costello, W. J. ; Henson, J. A.; Libal, G. W. 1997. Anim. Sci.. 75:2641–2651 ●Nurnberg, K.; Wegner, J.; Ender, K. 1998. Liv. Prod. Sci. 56(2): 145-156 ●Pérez, T; Ruiz, J; Antequera, T. 2008. Eurocarne 163:1-10 ●Scheeder, M; Glaeser, K; Eichenberg, B.; Wenck, C. 2000. Eur Jour Lipid Sci Tech 102:391-401●Valenzuela, A.; Delplanque, B.; Tavella, M. 2008 Rev. Grasas y Aceites Vol 4.Nº73.●Walstra, P.; Claudi, C; Chevillon, P; Von Seth, G.; Diestre, A.; Matthews, K.R.; Bonneau, M. 1999. Liv. Prod. Sci. 62:15-28 ●Williams, N; Emnett, R; Melody, J; Fields, B; Pommier, S; Eldon, W; Sosnicki, A; Carrion, D. 2005. XXI Curso de Especialización FEDNA. ●Wood, J; Enser, M, Fisher, A; Nute, G; Richardson, R; Hughes, S; Whittington, F 2008. Meat Sci 78(4): 343-358

EFFECT OF DIETARY PASTURES ON CHEMICAL COMPOSITION OF INTRAMUSCULAR FAT OF ENTIRE AND CASTRATED PIG MALES REARED OUTDOORS IN URUGUAY

ABSTRACT. In order to determine the effect pasture has on intramuscular fat chemical composition, 48 pigs (24 entire and 24 castrated males), Large White x Landrace x Duroc cross, feeding *ad libitum* diet, were treated between 26 and 101 kg live weight with the following treatments: T1. Entire male without access to pasture. T2. Entire male with access to pasture. T3. Castrated male without access to pasture. T4. Castrated male with access to pasture. Subcutaneous and intramuscular fat content and fatty acids composition of the latter, were determined. Treatments with access to pasture (T2 and T4) showed a higher proportion of C18:3 ω3 (P<0.01) and C18:0 (P<0.05) acids. Castrated males showed a higher proportion of C18:1 (P<0.05), while entire ones reached significantly higher proportions for C18:2 (P<0.01) and C20:4 (P<0.05). Interaction between male condition (entire/castrated) and pasture access (with/without) was verified for C18:2, C20:4 and 18:1 acids (P<0.01).

Key words: pigs, pastures, intramuscular fatty acids, entire male, castrated male, outdoor rearing.

LA CALIDAD DE LA GRASA DE LA CARNE DE PINTADAS (*Numida meleagris*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EXTENSIVO E INTENSIVO

García-Torres, S., López, M.M., Osorio, C., Curbelo, P. y Tejerina, D.
Centro de Investigación de la Finca "La Orden-Valdesequera", Consejería de Infraestructura y Desarrollo Tecnológico, Junta de Extremadura, Finca "La Orden", Ctra N-V km 372, 06187 Guadajira, Badajoz, España. susana.garcia@juntaextremadura.net

INTRODUCCIÓN

La producción de pintadas (*Numida meleagris*) en Extremadura se presenta como una opción al desarrollo de algunas comarcas. Además el producto cárnico que se obtiene es de una alta calidad culinaria como así confirman numerosos restauradores. La caracterización de la carne de pintadas producidas en Extremadura, se llevó a cabo en el Centro de Investigación de la Finca "La Orden-Valdesequera" con unos resultados muy interesantes. La propuesta de implantar sistemas de producción de pintadas en Extremadura es en régimen extensivo que en comparación con el sistema de producción intensivo, su carne tiene unas características organolépticas de diferentes en función de la alimentación (López *et al.*, 2005).

Dada la importancia que en la alimentación y salud humana tienen los ácidos grasos, profundizamos en el conocimiento de esta carne, estudiando la calidad de estos ácidos grasos. Así, el objetivo de este estudio ha sido, estudiar el perfil de ácidos grasos de la carne de pintadas (*Numida meleagris*) en dos sistemas de producción diferentes: intensivo e extensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron un total de 120 animales de la especie *Numida meleagris*, nacidos y criados en la Finca Valdesequera (Junta de Extremadura). Para su engorde, los pintadones se separaron en dos lotes (60 animales cada lote) con el fin de producir carne de pintadas de dos sistemas de explotación diferentes:

- Lote en confinamiento o intensivo: los pollos fueron engordados en naves, con una densidad de hasta 15 aves/m² y fueron alimentados a base de pienso comercial granulado. Su alimentación está constituida exclusivamente por pienso compuesto.
- Lote en libertad o extensivo: los pintadones se engordaron en locales abiertos dotados de parques con salida al exterior con la finalidad de que las aves puedan hacer ejercicio y mejorar su calidad. La alimentación está basada en el mismo pienso compuesto que recibieron los del lote de intensivo, más el alimento disponible de forma natural, ésto es, pasto del entorno, insectos, gusanos... consiguiendo la correcta interacción del animal con el ecosistema.

Los animales se sacrificaron al alcanzar un peso medio de grupo de 1,9-2.0 Kg., lo que supuso un peso medio de canal de 1,7 kg. Las canales fueron trasladadas al Centro de Investigación de la "Finca La Orden", donde se mantuvieron en refrigeración a 4°C 24 horas post-mortem, momento en el cual se llevó a cabo el despiece y el estudio de carne.

De cada canal se extrajo la pechuga (*pectoralis superficialis*), se eliminó la grasa intermuscular y los restos de tejido conectivo. Se procedió a la extracción de la grasa intramuscular siguiendo la técnica propuesta por Folch *et al.* (1957) y posteriormente se procedió a la metilación de los ácidos grasos según y los diferentes ésteres metílicos resultantes se identificaron en un equipo de cromatografía gaseosa. Los resultados fueron analizados utilizando el paquete estadístico de SPSS 6.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perfil de ácidos grasos de la carne de pechuga de pintadas se presenta en la tabla 1. Se observa que no existen diferencias en la composición debidas al sistema de producción al

que se les ha sometido. Únicamente hay diferencias en la cantidad de algunos ácidos grasos tales como el araquídico (C20:0) y eicosatrenoico (C20:3). Ambos tienen un comportamiento inverso, mientras que el C20:0 es mayor en la carne producida en régimen intensivo, el C20:3 es mayor en la producida en régimen extensivo. Aunque la modificación en la dieta afecta directamente a la calidad de la grasa en las aves (Barroeta y Cortinas, 2002) no se ha dado esta diferencia a nivel de ácidos grasos en las pintadas (*Numida meleagris*). Incluso algunos autores como Simopoulos and Salem (1992) indican que las aves que están en condiciones extensivas y con libre acceso a vegetales, tienen modificados sus perfiles de ácidos grasos especialmente los ω 3 y tienen acceso a recursos. La creciente preocupación de los consumidores por la calidad de la grasa, y su incidencia en la salud humana, está presente en el interés por conocer el perfil de ácidos grasos de las carnes. La carne de ave que habitualmente encontramos en el mercado, tiene un porcentaje de ácidos grasos saturados, no deseables para la salud de 30,41 (Castellini *et al.*, 2002) mientras que en este sentido la carne de pintada tiene un porcentaje menor, 28,02 en ambos sistemas de producción estudiados. Por otra parte, en cuanto a los ácidos grasos cardiosaludable encontramos que la carne de pintadas independientemente del sistema de producción tiene un porcentaje de PUFA mayor que el de la carne de pollo broiler (Castellini *et al.*, 2002).

La proporción de ácidos grasos esenciales del grupo C20 son los precursores de las prostaglandinas, las cuales ejercen un importante papel fisiológico en la función renal así como también en los procesos antiinflamatorios y en la lucha contra los procesos oncológicos. La composición de los ácidos grasos de 20 carbonos en el caso de la carne de pechuga de pintadas, tiene una composición importante especialmente en el C20:4, cuyo valor es superior al encontrado para otros tipos de aves en pechuga como en el caso del pollo campero en condiciones similares a las que se plantean en este estudio para las pintadas en extensivo (Azconaa *et al.*, 2008).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azconaa J.O., Garciab P.T., Cossuc M.E., Iglesias B.F., Picalloc A., Perezb C., Gallingerd C.I., Schanga M.J. and Caneta Z.E., 2008. *Meat Science*, 79: 437-443;
- Barroetas y Cortina, 2002. *Eurocarne* nº108: 1-12; Bligh and Dyer, 1959. *C. J. Biochem. Physiol.*, 37:911-917.
- Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A., 2002. *Meat Science* 60: 219-225; Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H. 1957. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275;
- López-Parra, M.M., García-Torres, S., Tejerina Barrado, D., Blanco, T., Del Moral, J. 2005. *ITEA* Nº 26 (II): 816-819
- Simopoulos A.P. and Salem N., 1992. *American Journal of Clinical Nutrition* 55 (2): 411–414.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por parcialmente por el proyecto FEOGA-SIDT con nº de expediente: SIDT-414

Tabla 1.- Composición en ácidos grasos en pechuga según sistema (%). Media \pm Desviación estándar.

	<i>INTENSIVO</i>	<i>EXTENSIVO</i>	<i>Sign.</i>
C 12:0	0,05 \pm 0,05	0,04 \pm 0,03	ns
C14:0	0,80 \pm 0,30	0,82 \pm 0,27	ns
C14:1	0,13 \pm 0,08	0,13 \pm 0,08	ns
C15:0	0,12 \pm 0,04	0,12 \pm 0,05	ns
C16:0	26,79 \pm 3,77	26,91 \pm 3,68	ns
C16:1	2,59 \pm 1,28	2,47 \pm 0,99	ns
C17:0	0,19 \pm 0,03	0,19 \pm 0,05	ns
C17:1	0,08 \pm 0,06	0,08 \pm 0,06	ns
C18:0	13,28 \pm 2,21	13,25 \pm 1,86	ns
C18:1 n9c	19,28 \pm 1,76	19,30 \pm 1,85	ns
C18:1 n7c	1,36 \pm 0,32	1,44 \pm 0,21	ns
C18:2	24,18 \pm 1,91	23,77 \pm 1,64	ns
C18:3 n6	0,08 \pm 0,07	0,09 \pm 0,06	ns
C18:3 n3	0,54 \pm 0,13	0,55 \pm 0,08	ns
C20:0	0,07 \pm 0,07 b	0,05 \pm 0,03 a	*
C20:1	0,13 \pm 0,06	0,12 \pm 0,06	ns
C20:3 n6	0,39 \pm 0,13 a	0,46 \pm 0,18 b	*
C20:3 n3	0,39 \pm 0,10 a	0,44 \pm 0,14 b	*
C20:4 n6	7,59 \pm 2,25	7,67 \pm 2,02	ns
C20:5	0,12 \pm 0,07	0,14 \pm 0,07	ns
C22:4	0,73 \pm 0,29	0,83 \pm 0,32	ns
C22:5	0,38 \pm 0,27	0,34 \pm 0,12	ns
C22:6	0,73 \pm 0,33	0,78 \pm 0,31	ns
AGS	28,02 \pm 4,07	28,12 \pm 3,92	ns
PUFA	34,75 \pm 3,35	34,74 \pm 3,40	ns
TUFA	58,32 \pm 3,06	58,28 \pm 2,75	ns
DFA	71,60 \pm 3,94	71,53 \pm 3,83	ns
MUFA	23,57 \pm 2,50	23,55 \pm 2,49	ns
OFA	0,39 \pm 0,08	0,40 \pm 0,11	ns

AGS: Ácidos grasos saturados; PUFA: Ácidos grasos polinsaturados; TUFA: Ácidos grasos insaturados totales; DFA: Ácidos grasos deseables (C18:0+Tufa); MUFA: Ácidos grasos monoinsaturados; OFA: Ácidos grasos de cadena impar (C15:0; C17:0; C17:1).

THE QUALITY OF THE FAT OF GUINEA FOWL (*Numida meleagris*) IN TWO EXTENSIVE AND INTENSIVE SYSTEMS PRODUCTION

ABSTRACT. Guinea Fowl (*Numida meleagris*) exploitation is an option for the rural development in some zones of Extremadura. The characterization of meat quality has been carried out by good results. The aim of this study fatty acids quality. The obtained results are interesting enough. It is important to emphasize the content of C20 group, specially the C20:4, as precursor of the prostaglandins, which physiological role is fundamental in the human health.

Keywords: *Guinea Fowl, fatty acids, quality, production systems.*

CALIDAD DE LA GRASA DEL TORO DE LIDIA

Horcada, A. *, Criado, M., Polvillo, O. y Juárez, M.

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera km 1, 41013, Sevilla. *e-mail: albertohi@us.es

INTRODUCCIÓN

La principal función del ganado de Lidia son los espectáculos taurinos, quedando la producción de carne relegada a un segundo término. Sin embargo, este producto, marcado comercialmente por la estacionalidad de las ferias taurinas, tiene un reconocido prestigio sobre todo en España, Francia y Portugal. En España, desde el año 2005 se estima que la producción de carne de Toro de Lidia supone aproximadamente el 0,50% de la producción bovina total. La grasa, desde el punto de vista organoléptico, participa en el desarrollo del aroma y sabor característico de la carne (Walkman *et al.*, 1968). De otra parte, el elevado contenido en grasa, y en concreto en ácidos grasos saturados se asocia al desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Department of Health, 1994). Entre otros factores (especie, raza, sexo, edad,...), la alimentación de los animales condiciona el contenido de ácidos grasos de carne (Juárez *et al.*, 2008). En este sentido, la relación del aporte de alimento concentrado y forrajero tiene incidencia sobre el incremento del contenido de ácidos grasos saturados (Wood, 1984). El sistema de cría del Toro de Lidia se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de los pastos de Dehesa y en el aporte de forrajes conservados y complemento concentrado en las épocas de necesidades y en los días previos a la suerte del animal (Purroy, 1987).

Con idea de ampliar la reducida información que se tiene sobre las características de la carne del toro de Lidia, en este trabajo se pretende estudiar las características de la grasa intramuscular de los toros de lidia criados en su sistema tradicional de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se han empleado 60 toros de raza "Brava" de 10 ganaderías diferentes. 30 animales fueron lidiados en la plaza de toros de la "Real Maestranza de Sevilla" durante la Feria de Abril de 2006, y 30 en la plaza de "La Casa de Misericordia" de Pamplona, durante los festejos de San Fermín del mismo año.

Todos los animales fueron destetados con aproximadamente 7 meses de edad. A partir de este momento, los futuros toros *de sacá* fueron alimentados a base de pasto de dehesa y rastrojo de cereales, complementado con alimentos concentrados (grano de cereal fundamentalmente) hasta aproximadamente 12-15 meses antes de ser lidiados. Durante los meses previos a la lidia, los animales recibieron en el campo pienso concentrado y paja de cereal *ad libitum* hasta el día de la lidia. El consumo de pienso diario fue en aumento hasta llegar a ingerir 7-8 kg de pienso en los días previos a la lidia. Los animales fueron sacrificados en la plaza de toros, desangrados en el desolladero de cada plaza, y posteriormente trasladados al matadero en camiones refrigerados.

Transcurridas 24 horas desde la suerte del toro, se recogieron muestras del músculo *longissimus dorsi* que fueron envasadas al vacío y congeladas a -20°C. Posteriormente se determinó el contenido de grasa (ISO-1443-1973) y el perfil lipídico de la grasa intramuscular del músculo mediante cromatografía gaseosa. La extracción y metilación de la grasa se realizó de acuerdo al método propuesto por Aldai *et al.* (2006). Para la separación e identificación de los ésteres metílicos se utilizó un cromatógrafo de gases modelo Agilent 6890N, equipado con un detector de ionización de llama (FID) y una columna capilar HP-88 (100m longitud, 0,25mm diámetro interno y 0,2µm espesor de fase). La identificación de los ácidos grasos se realizó por comparación de sus tiempos de retención con los de una mezcla de patrones de ácidos grasos "Supelco 37" (Sigma Chemical Co. Ltd., Poole, UK). La identificación de los isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA) se realizó comparando sus tiempos de retención con los de patrones individuales (Matreya, LLC, Pleasant Gap, USA). Todas las variables fueron tratadas mediante un análisis de varianza (SPSS PC v11.5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 presenta los parámetros descriptivos de los animales empleados en el estudio. Las canales de los toros lidiados en Pamplona presentaron menor peso ($p<0,05$) y mayor porcentaje de grasa intramuscular ($p<0,01$) que la de los toros sacrificados en Sevilla.

Tabla 1.- Pesos, edad y % grasa de Toros de Lidia sacrificados en Sevilla y Pamplona

	Sevilla (n=30)		Pamplona (n=30)		Sig.
	Media	Desv.	Media	Desv.	
Peso sacrificio (Kg)	569,8	44,39	558,6	38,29	ns
Peso canal (Kg)	360,4	23,90	315,8	24,49	*
Edad de sacrificio (días)	1.645	65,72	1.670	31,74	ns
Grasa intramuscular (%)	2,92	0,842	3,15	0,539	**

* $p<0,05$; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; ns: no significativo

El contenido relativo de los diferentes ácidos grasos identificados en la grasa intramuscular de los toros de este estudio se presenta en la tabla 2.

Tabla 2.- Perfil lipídico (% de ácido grasos respecto del total) de la grasa intramuscular de los Toros de Lidia sacrificados en Sevilla y Pamplona en 2006.

	Sevilla		Pamplona		Sig.
	Media	Desv.	Media	Desv.	
TOTAL CADENA CORTA	0,08	0,015	0,11	0,019	ns
C12:0	0,04	0,007	0,04	0,004	ns
C14:0	1,06	0,194	1,69	0,144	**
C15:0	0,24	0,044	0,32	0,011	**
C16:0	16,36	1,864	20,41	0,542	**
C16:1	1,44	0,312	1,87	0,117	**
C17:0	0,83	0,064	1,00	0,124	*
C18:0	22,10	2,239	18,21	0,539	**
C18:1 n-11t	1,56	0,465	3,89	1,666	***
C18:1 n-9c	30,08	4,767	33,69	1,984	***
C18:2 n-6t	0,04	0,015	0,08	0,093	**
C18:2 n-6c	15,54	4,244	11,38	2,063	***
9c-11t CLA	0,48	0,094	0,57	0,076	*
TOTAL CLA	0,58	0,104	0,68	0,090	**
C18:3 n-6	1,46	0,980	0,47	0,163	**
C18:3 n-3	0,14	0,039	0,11	0,019	ns
C20:2 n-6	0,64	0,209	0,48	0,103	ns
C20:3 n-6	0,12	0,055	0,05	0,043	**
C20:3 n-3	0,03	0,011	0,02	0,022	ns
C20:4 n-6	4,09	0,931	2,04	0,798	***
C20:5 n-3	0,02	0,010	0,01	0,007	ns
TOTAL SATURADOS	41,44	3,833	43,36	2,131	*
TOTAL MONOINSATURADOS	35,93	5,170	42,69	2,799	***
TOTAL POLIINSATURADOS	22,63	5,621	13,95	1,276	***

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; ns: no significativo

En general, el contenido relativo de los ácidos grasos presentes en la grasa intramuscular del Toro de Lidia se corresponde con los descritos por otros autores para el ganado bovino sacrificado a edades más tempranas (Indurain *et al.*, 2006). El contenido de ácidos grasos de cadena corta (C4:0 a C10:0) ha sido muy reducido, como corresponde a grasa intramuscular de rumiantes. En ambas plazas, los ácidos grasos mayoritarios han sido el oleico (C18:1n9c), esteárico (C18:0) y palmítico (C16:0). El contenido de ácidos grasos saturados y mono-insaturados fue superior en los toros lidiados en Pamplona ($p<0,05$, $p<0,001$). Sin embargo, el contenido de ácidos grasos poli-insaturados fue superior en los animales lidiados en Sevilla ($p<0,001$). Los toros que se sacrificaron en Sevilla, durante el período primaveral dispusieron hasta el día de su sacrificio de pasto, mientras que los animales que fueron lidiados en Pamplona durante el período estival recibieron mayor aporte de alimento concentrado. La alimentación a base de pasto incrementa el contenido

de ácidos grasos poli-insaturados (Wood, 1984), considerados beneficiosos para la salud humana. De otra parte, el mayor contenido en ácido oleico observado en los toros lidiados en Pamplona ($p < 0,001$) puede deberse a que las ganaderías de origen incluyen en la ración importantes cantidades de bellota (*Quercus ilex*). En el caso de los animales de este estudio, se ha observado que los que presentaron menor contenido de grasa intramuscular (Sevilla, Tabla 1) presentaron mayor contenido de ácidos grasos poli-insaturados. Esta observación se relaciona con la idea de que el contenido de ácidos grasos poli-insaturados es superior en los animales menos engrasados al formar parte fundamentalmente de los fosfolípidos de membrana. El contenido de ácidos grasos conjugados del ácido linoléico (CLA), considerados como beneficiosos para la salud humana (Pariza *et al.*, 1990) ha sido superior en los toros lidiados que han ingerido mayor aporte de alimento concentrado (plaza de Pamplona) que en los de la plaza de Sevilla ($p < 0,01$). Esta observación puede estar relacionada con el aporte de bellota en la ración y en consecuencia de ácido C18:1, considerado como un precursor de los CLA en los procesos que tienen lugar en el rúmen

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Aldai, N., Osoro, K., Barron, L.J.R., Nájera, A.I. (2006). Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis9trans11* and *trans10cis12* isomers) and long-chain (*n-3* or *n-6*) polyunsaturated fatty acids - Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A*, 1110, 133-139. •Department of Health. (1994). Department of Health, *Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease*. Report on Health and Social Subject No. 46., Her Majesty's Stationery Office, •Indurain, G., Beriain, M.J., Goñi, M.V., Arana, A., Purroy, A. (2006). Composition and estimation of intramuscular and subcutaneous fatty acid composition in Spanish young bulls. *Meat Sci.*, 73, 326-334. •ISO-1443-1973. Método Soxhlet para la determinación del contenido total de grasa. •Juárez, M., Horcada, A., Alcalde, M.J., Mullen, A., Molina, A. (2008). Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat Sci.*, 79 (2), 203-210. •Pariza, M.W., Ha, Y.L. (1990). Conjugated dienolic derivatives of linoleic acid a new class of anticarcinogens. *Med Oncol Tumor Pharmacother*, 7, 169-171. •Parodi, P.W. (1994). Conjugated linoleic acid content: An anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. *Austr J Dairy Technol*, 49, 93-97. •Purroy, A. (1987). La cría del Toro Bravo Arte y Progreso. Ed. Mundi-Prensa, S.A. Madrid. •Waldman, R.C., Suess, G.G., Brundgardt, V.H. (1968). "Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits". *J. Anim. Sci.* 27, 632. •Wood, J.D. (1984). Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: J. Wiseman, Editor, *Fats in animal nutrition*, Butterworths, London, pp. 407-435.

Agradecimientos: Agradecemos la colaboración de los mataderos "GESESUR-2 S.L." en Sevilla y "La Protectora S.L." en Pamplona.

FAT QUALITY FROM FIGHTING BULLS

ABSTRACT. Intramuscular fatty acid composition of 60 fighting bulls (Seville, spring, $n=30$; Pamplona, summer, $n=30$) was analysed. All animals were reared for about four years in South-Western Spain ("Dehesa system"). The bulls remained on the pasture until they were moved to the bullring. Some months before slaughter, animals were fed concentrate as a supplement. The intramuscular fat of bulls slaughtered in Pamplona during the summer showed higher content of saturated and monounsaturated fatty acids than animals slaughtered in Seville since the animals slaughtered in summer (Pamplona) received larger amount of concentrate than those slaughtered in spring (Seville). Furthermore, the highest content of polyunsaturated fatty acids found in bulls slaughtered in spring was partly due to the abundant pasture availability before being slaughtered. Bulls slaughtered in the summer showed more CLA content (considered beneficial to human health) than those slaughtered in spring.

Keywords: fighting bulls, fatty acids

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CLAVO EN EL PIENSO DE POLLO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE

Juste¹, V., Zomeño¹, C., Moreno², J. R., Peñalver³, P. y Hernández^{1*}, P.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

*phernan@dca.upv.es

²Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe.

³Lidervet S.L. Plaza García Lorca, 17. Tarragona

INTRODUCCIÓN

La prohibición por la Unión Europea del uso de antibióticos como promotores del crecimiento en alimentación animal ha llevado a la búsqueda de métodos alternativos que no comprometan la salud humana ni los rendimientos productivos como por ejemplo los aceites esenciales (Fernández, 2005). Diversos estudios han puesto de manifiesto la capacidad antimicrobiana de los aceites esenciales (Huerta et al, 2005; Ordoñez et al, 2008) así como su poder antioxidante. Así por ejemplo, la adición al pienso de aceite esencial de orégano tuvo un efecto antioxidante, disminuyendo la oxidación lipídica en carne de pollo (Boutsoglou et al., 2002), de cordero (Simitzis et al., 2008) y de cerdo (Janz et al., 2007). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la utilización de eugenol (componente principal del aceite esencial de clavo) en el pienso de pollos sobre la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 120 pollos de la estirpe Ross. 60 fueron alimentados con un pienso experimental que contenía eugenol (100 ppm) y los otros 60 con un pienso control. Los animales se sacrificaron a la misma edad con un peso aproximado de 3 Kg. Tras el sacrificio y despiece de los pollos, los muslos y las pechugas se envasaron en bandejas con atmósfera modificada conservándose durante 8 y 10 días a 4°C (tiempo estimado de permanencia en expositor para venta al público). Los muslos izquierdos se deshuesaron y se picaron. Las muestras se envasaron a vacío y se almacenaron a -80°C hasta su utilización. Las pechugas derechas, fueron picadas e igualmente envasadas y almacenadas a -80°C, mientras que las pechugas izquierdas se almacenaron íntegras a vacío a -20°C hasta su uso posterior para los análisis microbiológicos y de textura.

Para la cuantificación de grasa se utilizó un sistema extractor Soxtec (AOAC 1990). Los lípidos totales fueron extraídos de la carne para la posterior determinación del perfil de ácidos grasos, siguiendo el método de Folch et al. (1957). El perfil de ácidos grasos de los lípidos totales se determinó mediante cromatografía de gases de los correspondientes ésteres metílicos. La metilación se realizó siguiendo el método de Berry et al. (1965). El grado de oxidación de las muestras de carne se determinó mediante el índice de TBARS (Raharjo et al., 1992) y el índice de peróxidos (Shanta y Decker, 1994). El análisis de la textura se realizó mediante un test de Warner-Bratzler. Se realizó un análisis microbiológico estudiándose la presencia de Aerobios mesófilos y *Enterobacterias* lactosa positivas.

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo en el que se incluyeron como efectos fijos la pieza muscular, el tratamiento y el tiempo de conservación. Se realizó un análisis de mínimos cuadrados siguiendo el procedimiento GLM del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de lípidos presentes en la carne de pollo fue menor en las pechugas que en los muslos (1.31 y 4.94%, respectivamente) no observándose diferencias en el contenido de lípidos debidas a la adición de eugenol al pienso. La tabla 1 muestra el porcentaje relativo de ácidos grasos en muslos y pechugas de pollo a 8 y 10 días de *postmortem*. Las pechugas tuvieron mayor porcentaje de ácidos grasos saturados (SFA) y menor porcentaje

de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) que los muslos. El perfil de ácidos grasos apenas se modificó entre los dos tiempos estudiados, únicamente se observan diferencias en las pechugas a 8 y 10 días *postmortem*. El porcentaje total de SFA fue mayor a tiempo 8 mientras que el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) fue mayor a tiempo 10. Respecto a los ratios no se observaron diferencias entre piezas para el ratio PUFA:SFA (P:S) mientras que el ratio de ácidos grasos n-6:n-3 fue superior en los muslos que en las pechugas. Así pues, la pechuga presentó una composición lipídica más adecuada desde el punto de vista nutricional ya que se recomienda que el ratio P:S sea superior a 0,4 y el ratio n6:n3 sea igual o inferior a 4 (Wood et al., 2003).

El perfil de ácidos grasos tanto de las pechugas como de los muslos no se vio afectado por la adición de eugenol al pienso. Únicamente se observó un ligero descenso del porcentaje de ácido linoléico (C18:3) en el muslo de los pollos alimentados con el pienso experimental (1,0 y 1,1% para el tratamiento y control, respectivamente). Janz et al. (2007) estudiaron el efecto de la adición al pienso de aceites esenciales de romero, ajo, orégano y jengibre sobre la calidad de la carne de cerdo, no encontrando diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos para ninguna de las dosis administradas.

La carne del muslo presentó un mayor índice de peróxidos (IP) y TBARS que la carne de la pechuga (1,73 y 1,51 meq peróxido/Kg de lípido, para el IP de muslos y pechugas respectivamente; 0,70 y 0,59 mg de malonaldehído/Kg de carne, para TBARS de muslos y pechugas, respectivamente). No se observaron diferencias en los parámetros de oxidación medidos entre tratamientos (control/eugenol) ni entre tiempo post-mortem (8 y 10 días).

La tabla 2 muestra el efecto de la adición de eugenol al pienso sobre la textura de pechugas de pollo. Las pechugas del grupo alimentado con el pienso que contenía eugenol tuvieron menores valores para el área que las pechugas del grupo alimentado con el pienso control ($P < 0,10$). No se encontraron diferencias para los parámetros de fuerza máxima y firmeza. Simitzis et al. (2008) no encontraron diferencias para la fuerza de corte en la carne de corderos alimentados con una dieta suplementada con aceite de orégano y Janz et al. (2007) tampoco observaron diferencias en la fuerza de corte para carne de cerdos alimentados con distintos aceites esenciales (romero, jengibre, orégano y ajo). No se han encontrado estudios relacionados con el efecto de la adición de aceite esencial de clavo al pienso sobre el perfil de calidad de la carne.

Respecto a la calidad microbiológica no hubo diferencias entre los tratamientos. La información relativa al efecto de la adición de aceites esenciales al pienso sobre la calidad microbiológica de la carne es escasa. Soultos et al. (2009) estudiaron el efecto de la adición en el pienso de aceite de orégano en conejos observándose un efecto inhibitorio de *Pseudomonas spp.*, bacterias lácticas, *Brochothrix thermosphacta* y *Enterobacterias* en canales refrigeradas durante 8 y 10 días.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la adición de eugenol al pienso de pollo no altera la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (Association of official Analytical Chemist) 1990. Vol. 2, 5th ed.. Arlington, Virginia.
- Berry, J.F., Cervallas, W.H. y Wade, R. R. 1965. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 42: 492-495.
- Boutsoglou, N.A., Christaki, E., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P. y Spais, A.B. 2002. *Meat Sci.* 62: 259-265.
- Fernández, C. 2005. Aditivos zootécnicos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.
- Folch, J., Lees, M. y Stanley, G.H.S. 1957. *J. Biolog. Chem.* 226: 497-509.
- Huerta, B., Ponsa, F., Ordóñez, G., Fernández, N. y Peñalver, P. 2005. En XLII Simposium Científico de Avicultura. AECA. Cáceres.
- Janz, J.A.M., Morel, P.C.H., Wilkinson, B.H.P. y Purchas, R.W. 2007. *Meat Sci.* 75: 350-355.
- Ordoñez, G., Llopis, N. y Peñalver, P.

2008. *J. Appl. Poult. Res.* 17: 376-382. •Raharjo, S., Sofos, J.N. y Schmidt, G.R. 1992. *J.Agric. Food Chem.* 40: 2182-2185. •Shanta, N.C. y Decker, E.A. 1994. *JAOAC.* 77: 421-424. •Simitzis, P.E., Deligeorgis, S.G., Bizelis, J.A., Dardamani, A., Theodosiou, I. y Fegeros, K. 2008. *Meat Sci.*, 79: 217-223. •Soulto, N., Tzikas, Z., Christaki, E., Papageorgiou, K. y Steris, V. 2009. *Meat Sci.* 81:474-478. •Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. y Enser, M. 2003. *Meat Sci.* 66: 21-32.

Tabla 1. Porcentaje relativo de ácidos grasos en muslos y pechugas de pollo a diferentes días postmortem.

	MUSLOS		PECHUGAS	
	8	10	8	10
SFA	34,2±0,37 ^c	34,3±0,38 ^c	37,1±0,37 ^a	35,5±0,38 ^b
MUFA	47,2±0,44 ^a	46,4±0,45 ^a	46,7±0,44 ^b	43,3±0,45 ^b
PUFA	18,5±0,40 ^b	19,3±0,40 ^b	19,3±0,40 ^b	21,2±0,40 ^a
Ratio P:S	0,54±0,015 ^{bc}	0,56±0,015 ^{ab}	0,52±0,015 ^c	0,60±0,015 ^a
Ratio n6/n3	5,56±0,099 ^a	5,30±0,101 ^a	3,65±0,099 ^b	3,50±0,101 ^b

SFA:14:0+16:0+17:0+18:0;MUFA:14:1+16:1+18:1(n7)+18:1;PUFA:18:2+18:3+20:2+20:3+20:4+20:5+22:5+22:6;Ratio P:S: ratio PUFA:SFA. ^{ab} medias con superíndices distintos difieren significativamente ($p<0.05$).

Tabla 2. Efecto de la adición de eugenol al pienso sobre los parámetros de textura de pechugas de pollo.

	EUGENOL	CONTROL
Fmáx	2,5±0,08	2,6±0,11
Firmeza	1,3±0,04	1,3±0,06
Area	3,8±0,16 ^b	4,3±0,24 ^a

^{ab} medias con superíndices distintos difieren significativamente ($p<0.10$). Fmáx = fuerza máxima; Fuerza máxima (Kg); firmeza (Kg/s); Área (Kg*s)

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la empresa Lidervet, S.L.

STUDY OF THE EFFECT OF DIETARY CLOVE ESSENTIAL OIL ON POULTRY MEAT QUALITY

ABSTRACT. The aim of this study was to evaluate the effect of eugenol (component of clove oil) dietary supplementation on the meat quality of broilers. A total of 120 animals were used in this experiment. Half the animals were fed with an experimental diet enriched with eugenol (100 ppm) and the other half with a control diet during the final stage of fattening. Animals were slaughtered at the same age. Thighs and breasts were packed in trays with modified atmosphere and kept at 4°C for 8 and 10 days. There was no effect of the eugenol dietary supplementation on the lipid content and the fatty acid profile of breast and thigh meat. There was only a small decrease in the percentage of linolenic acid in the thigh meat of the experimental group. Oxidation was not affected by eugenol dietary supplementation. Instrumental texture was evaluated in chicken breasts. No differences were observed between the control and experimental group in shear force and firmness, although the total area or work required to complete the shearing of the sample was smaller in the experimental group. Microbiological quality was not affected by experimental treatment. Our results suggest that dietary supplementation with eugenol does not negatively affect chicken meat quality.

Keywords: eugenol, poultry, meat, quality

INFLUENCIA DE LA VITAMINA A SOBRE EL CONTENIDO EN GRASA INTRAMUSCULAR Y LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CERDOS DE CEBO.

Olivares, A¹., Rey, A.¹., Daza A²., Cordero, G¹., Sanz, E³. y López-Bote, C. J¹
¹Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. ²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. ³Centro de Pruebas de Porcino, Hontalbilla. ITACYL. e-mail:alolivares@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN

El NRC (1998) recomienda para cerdos en crecimiento y acabado 1.300 UI de vitamina A por kg de pienso. No obstante, en la mayoría de las explotaciones porcinas españolas el aporte real es muy superior (López-Bote, 2002). Algunos trabajos previos realizados en ganado porcino y bovino (D'Souza et al., 2003; Oka et al., 1998; Siebert et al., 2006) han encontrado que una reducción del contenido de vitamina A en el pienso se relaciona con un incremento de la grasa intramuscular y, por lo tanto, mejora la calidad sensorial y tecnológica de la carne. Por otro lado, algunos trabajos han demostrado que la vitamina A puede influir en la actividad de las enzimas desaturasas (Miller et al., 1997; Daniel et al., 2004). La bibliografía en relación a la posible influencia de la vitamina A incluida en el pienso sobre el porcentaje de grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos en ganado porcino, es muy escasa. El presente experimento ha sido diseñado con el objetivo de estudiar esta posible influencia puesto que podría arrojar datos interesantes a la hora de diseñar estrategias nutricionales encaminadas a obtener productos de una mayor calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 108 cerdos machos castrados de genética Large White x (Large White x Landrace) con 56,8 (\pm 1,2 kg) de peso vivo. Los animales fueron distribuidos en 27 boxes (4 cerdos/box) que fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los siguientes tratamientos: 1.300 UI de acetato de retinol en el corrector del pienso durante las 11 semanas anteriores al sacrificio (NRC-VitA), 13.000 UI de acetato de retinol durante las 11 semanas anteriores al sacrificio (10xNRC-VitA) y 13.000 UI de acetato de retinol durante 6 semanas y 0 UI durante las 5 semanas inmediatamente anteriores al sacrificio (10xNRC/0-VitA). Los animales fueron sacrificados con 126 (\pm 2,5) kg de peso vivo. Los lípidos de la grasa subcutánea fueron extraídos mediante el método propuesto por Bligh y Dyer (1959), mientras que la grasa intramuscular se extrajo utilizando el método de Marmer y Maxwell (1981). La cuantificación de ácidos grasos se realizó de acuerdo con el método descrito por López Bote et al. (1997). Para la determinación del retinol en la grasa subcutánea e intramuscular se utilizó una modificación del método descrito por Rey et al. (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de grasa intramuscular obtenidos en el músculo *Longissimus dorsi* fueron 1,99, 2,09 y 2,51% para los grupos 10xNRC-VitA, 10xNRC/0-VitA y NRC-VitA respectivamente (SEM = 0,07, P<0,07). Dichos resultados se encuentran en concordancia con los obtenidos por otros investigadores (Oka et al., 1998; D' Souza et al., 2003; Siebert et al., 2006). No obstante, Olivares et al., 2009a, no observaron efectos significativos en la grasa intramuscular en función del nivel de vitamina A incluido en el pienso en cerdos de raza Duroc. El contenido de vitamina A en el pienso no influyó sobre el contenido de retinol en la grasa del músculo *Longissimus dorsi*, pero el nivel 10xNRC mostró niveles considerablemente mayores de retinol en la grasa subcutánea que en el resto de grupos experimentales.

La reducción del nivel de vitamina A en el pienso tendió (P<0,10) a aumentar las proporciones de los ácidos grasos C16:0 y C18:0 e incrementó significativamente (P<0,05) la proporción del total de ácidos grasos saturados en la capa externa de la grasa dorsal

subcutánea (Tabla 1). No se observó efecto sobre la proporción de los ácidos grasos C18:1 n-9, C18:2 n-6 y total de monoinsaturados y poliinsaturados. En la capa interna la reducción de vitamina A en el pienso tendió ($P < 0,10$) a aumentar el C16:0 y el total de ácidos grasos saturados y a disminuir la proporción de C18:1n-9 (Tabla 1). La reducción del nivel de vitamina A en el pienso aumentó la actividad aparente de la enzima Δ -9 desaturasa, estimada mediante la relación MONO/SAT, en la capa externa de la grasa subcutánea. Resultados similares fueron obtenidos por Olivares et al., 2009b por lo que parece confirmarse que la vitamina A ejerce cierta actividad desaturasa en la grasa subcutánea. El nivel de vitamina A en el pienso no tuvo influencia sobre la proporción de ácidos grasos principales en la grasa intramuscular del *Longissimus dorsi* (Tabla 2) resultado que concuerda con Olivares et al (2009a y b). Sin embargo, los coeficientes de correlación encontrados entre las proporciones de C16:0 y C18:1 n-9 y el porcentaje de grasa intramuscular fueron $r = 0,30$ ($P < 0,1$) y $r = 0,49$ ($P < 0,01$) respectivamente. Se puede concluir que el nivel de vitamina A incluido en el pienso de cerdos blancos en la fase de cebo es un tema de interés relevante en producción animal puesto que puede modificar la calidad sensorial y tecnológica de la carne mediante la modificación del perfil de ácidos grasos y del contenido en grasa intramuscular.

Tabla 1. Influencia del nivel de vitamina A en el pienso sobre la composición de los ácidos grasos mayoritarios en las capas externa (a) e interna (b) de la grasa dorsal subcutánea.

Ácido graso	Vitamina A en el pienso			SEM	P<	
	Capa externa	10xNRC	10xNRC/0-VitA			NRC-VitA
C16:0		21,03	20,85	21,79	0,29	0,068
C18:0		11,28	11,09	11,90	0,27	0,10
C18:1 n-9		35,36	34,79	34,39	0,46	0,34
C18:2 n-6		21,91	23,00	21,85	0,58	0,30
Σ SAT		34,13 ^a	33,78 ^a	35,53 ^b	0,47	0,04
Σ MONO		39,97	39,21	38,77	0,50	0,25
Σ POLI		25,90	27,01	25,70	0,67	0,35
ΣMONO/Σ SAT		1,18 ^a	1,16 ^a	1,09 ^b	0,022	0,027
Capa interna						
C16:0		22,14	22,13	23,06	0,34	0,10
C18:0		14,10	14,22	14,63	0,45	0,68
C18:1 n-9		34,56	34,30	33,00	0,54	0,10
C18:2 n-6		19,58	19,75	19,69	0,60	0,98
Σ SAT		38,03	38,15	39,55	0,55	0,10
Σ MONO		38,81	38,44	37,24	0,67	0,23
Σ POLI		23,16	23,40	23,20	0,71	0,97
ΣMONO/Σ SAT		1,02	1,00	0,94	0,025	0,07

SEM = error estándar de la media. Medias con distintos superíndices difieren $P < 0,05$. (n=9)

Tabla 2. Efecto del nivel de vitamina A en el pienso sobre la composición de los ácidos grasos mayoritarios de la grasa intramuscular (*Longissimus dorsi*).

Fatty acid	Nivel de vitamina A			SEM	P <
	Alto-Alto	Alto-0	Bajo-Bajo		
C16:0	24,49	24,66	24,72	0,30	0,85
C18:0	10,61	10,73	10,39	0,35	0,79
C18:1 n-9	37,25	38,37	38,53	0,89	0,54
C18:2 n-6	14,11	13,02	12,71	1,00	0,58
C20:4 n-6	1,60	1,40	1,31	0,18	0,51
Σ SAT	37,03	37,39	37,17	0,58	0,91
Σ MONO	45,10	46,22	46,88	1,09	0,50
Σ POLI	17,86	16,39	15,95	1,29	0,16
Σ MONO/Σ SAT	1,22	1,24	1,26	0,33	0,67

SEM = error estándar de la media. Medias con distintos superíndices difieren $P < 0,05$. (n=9)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bligh, E. G., y Dyer, W. J. 1959. *Can. J. Bioch. Phys.* 37, 911-917. •Daniel, Z. C. T. R., Salter, A.M. y Buttery, P.J. 2004. *Anim. Sci.* 78, 237-243. D'Souza, D.N.D., Pethick, D.W., •Dunshea, F.R., Pluske, J.R. y Mullan, B.P. 2003. *Aust. J. Agric. Res.* 54, 745-749. •López-Bote, C.J., Rey, A., Ruiz, J., Isabel, B. y Sanz Arias, R. 1997. *Anim. Sci.* 64, 177-186. •López-Bote, C.J. 2002. En: Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad (Eds A. Barroeta, S.Calsamiglia, R.Cerero, C.J López-Bote, J.M Hernández) Ediciones Pulso, Barcelona, pp 29-75. •Marmar, W. N., y Maxwell, R. J. 1981. *Lipids.* 16, 365-371. •NRC. 1998. Washington DC, Natinal Academic Press. •Olivares, A., Daza, A., Rey, A.I. y López-Bote, C. J. 2009a. *Meat Sci.* 81, 295-299. •Olivares, A., Daza, A., Rey, A.I. y López-Bote, C. J. 2009b. *Meat Sci in press.* •Oka, A., Mauro, Y., Miki, T., Tamasaki, T. y Saito, T. 1998. *Meat Sci.* 48, 159-167. •Rey, A.I., Daza, A., López-Carrasco, C. J. y López-Bote, C. J. 2006. *Anim. Sci.* 82, 901-908. •Siebert, B.D., Kruk, Z.A., Davis, J., Pitchford, W.S., Harper, G.S. y Bottema, C.D.K. 2006. *Lipids.* 41, 365-370.

INFLUENCE OF VITAMIN A ON INTRAMUSCULAR FAT CONTENT AND FATTY ACID PROFILE IN PIGS.

ABSTRACT. This experiment was conducted to study the effect of vitamin A concentration in the diet on fatty acid composition and intramuscular fat content. One hundred eight castrated male Large White x (Large White x Landrace) pigs with 56.8 (± 1.2) kg live weight were used. Nine replicates (four pigs per pen) were randomly distributed assigned to each of the following treatments: 1,300 IU/kg feed (NRC-VitA) and 13,000 IU/kg feed (10xNRC-VitA) during 11 weeks. The third group was fed with 13,000 IU/ kg feed for 6 weeks, and then a diet with 0 IU/ kg feed for 5 weeks (10xNRC/0-VitA). The pigs were slaughtered at 126.3 (± 2.5) kg live weight. The intramuscular fat percentages were 1,99, 2,09, and 2,51% for the experimental groups 10xNRC-VitA, 10xNRC/0-VitA y NRC-VitA respectively (SEM = 0,07, $P < 0,07$). The reduction of the level of vitamin A in the diet tended to increase C16:0 and C18:0 and increased total saturated fatty acids in subcutaneous backfat. No effect was observed on fatty acid profile of intramuscular fat.

Keywords: vitamin A, intramuscular fat, fatty acid profile, pig.

INCREMENTO DE LOS ACIDOS GRASOS N3 EN LA CARNE DE CORDERO MEDIANTE DIVERSOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN INTENSIVA

Cañeque, V.¹, Lauzurica, S.², Pérez, C.³, Díaz, M.T.¹, Sánchez, C.I.⁴, Fernández, C.⁴, Álvarez, I.¹ y De la Fuente, J.²

¹INIA, Dpto. Tec. Alimentos, Ctra de la Coruña km 7.5, 28040, Madrid. caneque@inia.es.

²UCM, Fac. Veterinaria, Dpto. Prod. Animal, Avda. Puerta Hierro, s/n, 28040, Madrid.

³UCM, Fac. Vet. Dpto. Fisiol. Animal (Biol.), Avda. Puerta Hierro, s/n, 28040, Madrid.

⁴ITACyL, Estación Tec. de la Carne, Avda. Filiberto Villalobos, s/n, 37770, Guijuelo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay una demanda clara de alimentos cardiosaludables ricos en ácidos grasos n3 y en especial de los de cadena larga (EPA: C20:5n3 y DHA: C22:6n3). La carne de los rumiantes es rechazada por algunos grupos de consumidores debido a su alto contenido en ácidos grasos saturados, que presumiblemente aumentan el riesgo en enfermedades cardiovasculares, y su bajo contenido en ácidos grasos n3. Se han sugerido diferentes formas de cambiar la composición en ácidos grasos de la carne de los rumiantes, aumentando la proporción de ácidos grasos n3 y reduciendo la relación n6/n3 (Gibney, 1993). Los aceites vegetales como el de lino, que provee de ácido linolenico (C18:3n3) (Wachira et al., 2002), las harinas y aceites de pescado y las microalgas (Cooper et al., 2004) que son las mayores fuentes de EPA y DHA han sido utilizados en la dieta de los rumiantes para obtener niveles elevados de ácidos grasos n3 en sus tejidos. El EPA y DHA tienen efectos beneficiosos en la salud humana ya que previenen de enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres (Simopoulos, 2000). Por ello, el objetivo ha sido mejorar las características nutricionales de la carne de cordero enriqueciéndola en ácidos grasos n3, utilizando diferentes fuentes ricas en ácidos grasos n3.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de esta experiencia se han utilizado un total de 44 corderos Manchegos machos con un peso inicial medio de 12 Kg. Los corderos fueron cebados en corrales individuales con una de las 4 dietas experimentales (con un contenido en ácidos grasos totales, proteína y energía similares): control, semilla de lino extrusionada, microalgas con semilla de lino extrusionada y aceite de pescado. La composición de las 4 dietas experimentales se muestra en la tabla 1.

El peso de los corderos y el consumo de pienso se registraron semanalmente. Los corderos fueron cebados hasta que alcanzaron un peso vivo de 26 Kg, en ese momento se sacrificaron en un matadero comercial donde se registró el peso de la canal fría (PCF). Después de refrigerar las canales durante 24 h a 4°C, se tomó el peso de la canal caliente (PCC) y se diseccionó el músculo *longissimus* derecho para los análisis de ácidos grasos y TBARS (Maraschiello et al., 1999) en el momento inicial (día 0) y el izquierdo para el análisis de los TBARS a los 7 días en refrigeración. La grasa intramuscular fue extraída según el método descrito por Hanson y Olley (1963) y la formación de los esteres metílicos de los ácidos grasos (FAMES) según la técnica de Morrison y Smith (1964). Para el análisis cromatográfico de los FAMES se utilizó un cromatógrafo con detector de ionización de llama y una columna capilar Omegawax 320 (30m×0.32mm i.d., 0.25µm de espesor). Se realizó un análisis de varianza, incluyendo en el modelo el efecto de la dieta. Cuando dicho efecto fue significativo se realizó una comparación de medias utilizando el test de Student Newman-Keuls (P<0,05).

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales

	Control	Lino	Microalgas y lino	Aceite pescado
Componentes (%)				
Grasa hidrogenada	3,3	-	-	-
Lino Extrusionado	-	12,5	10,7	-
Microalgas	-	-	4,0	-
Aceite de pescado	-	-	-	3,3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de crecimiento, ingestión de pienso y los pesos de canal caliente y fría se indican en la tabla 2. El crecimiento y los pesos de canal caliente y fría fueron inferiores en los corderos que tomaron la dieta con aceite de pescado, debido fundamentalmente a su menor ingestión de pienso.

Tabla 2. Crecimientos, consumos y pesos de canal caliente (PCC) y fría (PCF).

	Control	Lino	Microalgas y lino	Aceite pescado
Ganancia media diaria (kg/d)(G)	0,363 ^a ± 0,021	0,350 ^a ± 0,021	0,324 ^a ± 0,022	0,184 ^b ± 0,020
Consumo de pienso (kg/d)(F)	0,985 ^a ± 0,041	0,838 ^a ± 0,042	0,844 ^a ± 0,043	0,571 ^b ± 0,039
G:F	2,74 ^a ± 0,14	2,44 ^a ± 0,14	2,71 ^a ± 0,15	3,28 ^b ± 0,14
PCC (kg)	13,98 ^a ± 0,50	13,54 ^a ± 0,50	13,15 ^a ± 0,53	10,02 ^b ± 0,48
PCF (kg)	13,70 ^a ± 0,50	13,15 ^a ± 0,50	12,86 ^a ± 0,52	9,80 ^b ± 0,48

En la tabla 3 se muestra el efecto de la dieta experimental recibida en la composición en ácidos grasos de mayor interés del músculo. La dieta afectó a la mayoría de ácidos grasos estudiados excepto al C18:0, C18:1 y al C20:4n6. La deposición de ácidos grasos n3 fue mayor en los animales que tomaron cualquiera de las dietas suplementadas y principalmente en los que recibieron aceite de pescado. La mayor cantidad de ácidos grasos n3 de cadena larga (EPA y DHA) se observó en los corderos alimentados con aceite de pescado, mientras que la mayor cantidad de C18:3n3 se obtuvo en los alimentados con lino o con lino y microalgas. Por ello, la relación n6/n3 fue mayor en el grupo control (8,1) siendo superior a lo recomendado (4) para una dieta saludable (Simopoulos, 2002) disminuyendo en los alimentados con lino o lino y microalgas (2,3 y 2,6 respectivamente) que a su vez presentaron una relación n6/n3 mayor que los alimentados con aceite de pescado (1,3). Estos datos concuerdan con lo encontrado por Cooper et al. (2004) en corderos suplementados con fuentes ricas en n3, obteniendo valores inferiores al límite aconsejable.

Tabla 3. Composición en ácidos grasos (mg/100g de músculo) del músculo longissimus de los corderos.

	Control	Lino	Microalgas y lino	Aceite pescado
C16:0	754,8 ^{ab} ± 42,9	649,3 ^a ± 42,9	675,1 ^a ± 45,01	888,19 ^b ± 41,09
C18:0	443,1 ± 21,5	366,6 ± 21,5	351,9 ± 22,5	397,9 ± 20,6
C18:1	1428,1 ± 79,8	1221,3 ± 79,8	1305,2 ± 83,7	1237,6 ± 76,4
C18:2n6	227,2 ^a ± 9,23	222,4 ^a ± 9,23	211,9 ^a ± 9,7	158,1 ^b ± 8,8
C18:3n3	12,49 ^b ± 2,50	68,10 ^c ± 2,50	52,02 ^a ± 2,62	9,20 ^b ± 2,39
C18:2n7	10,73 ^a ± 1,98	12,92 ^{ab} ± 1,98	17,95 ^{ab} ± 2,07	19,85 ^b ± 1,89
C20:4n6	70,28 ± 3,15	56,01 ± 3,15	56,03 ± 3,30	66,99 ± 3,02
C20:5n3	5,45 ^a ± 2,96	16,10 ^a ± 2,96	14,60 ^a ± 3,11	57,82 ^b ± 2,84
C22:5n3	13,05 ^a ± 2,03	22,75 ^b ± 2,03	19,33 ^{ab} ± 2,13	38,82 ^c ± 1,94
C22:6n3	6,78 ^a ± 4,49	14,55 ^a ± 4,49	17,58 ^a ± 4,71	85,85 ^b ± 4,30
n6/n3	8,05 ^d ± 0,30	2,33 ^{ac} ± 0,30	2,60 ^a ± 0,30	1,25 ± 0,28

La cantidad total de ácidos grasos n3 de cadena larga osciló entre 25 mg/100 g de carne para los que recibían el pienso control y 182 mg/100 g para los que recibieron el aceite de pescado, siendo intermedias para los corderos que consumieron las raciones de lino y de microalgas con lino (53,3 y 51,5 mg/100 g respectivamente). Por tanto el consumo de 100 g de carne de los corderos alimentados con aceite de pescado cubriría un 40% de las necesidades diarias humanas en estos ácidos grasos, según lo señalado por HCN (2006)

quienes estiman unas necesidades de 450 mg/día. El valor de TBARS (mg MDA/Kg músculo) aumentó de manera más marcada en la carne de los corderos que recibieron aceite de pescado en la dieta, indicando una mayor oxidación de sus ácidos grasos durante los 7 días de conservación en refrigeración (Figura 1).

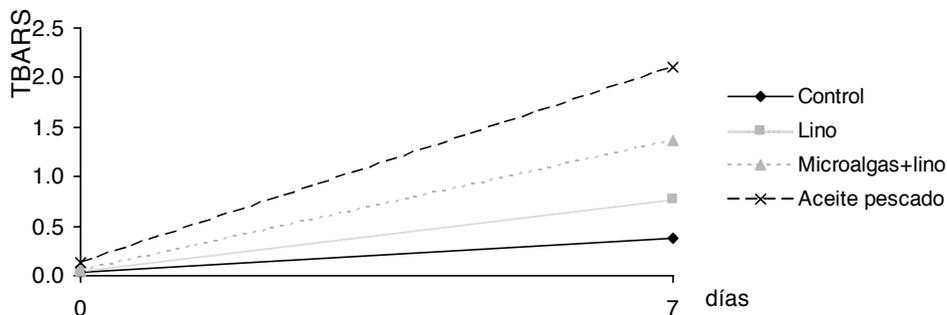


Figura 1. Evolución de los valores de TBARS (mg/Kg de músculo) durante la conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Cooper, S.L., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Hallett, K.G., Enser, M. y Wood, J.D. 2004. J. Anim. Sci., 82, 1461-1470. •Gibney, M.J. 1993. En: Safety and Quality of Food from Animals. British Society of Animal Production Occasional Publication no. 17: 57-61 (Eds. J.D. Wood y T.L.J. Lawrence) Edimburgh: BSAP. •Hanson, S.W.F. y Olley, J. 1963. Biochem. J. 89, 101-102. •HCN (Health Council of the Netherlands). 2006. n° 2006/21E. •Maraschiello, C., Sarraga, C. y García Regueiro, J.A. 1999. J. Agric. Food Chem. 47, 867-872. •Morrison, W.R. y Smith, L.M. 1964. J. Lipid Res. 5, 600-608. •Simopoulos, A.P. 2000. Poultry Sci., 79, 961-970. •Simopoulos, A.P. 2002. Biomed. Pharmacother, 56, 365-379. •Wachira, A.M., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Enser, M., Wood, J.D. y Fisher, A.V. 2002. British J. Nutr. 88, 697-709.

Agradecimientos: Financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia. Proyecto INIA RTA2005-00071.

INCREASING N3 FATTY ACIDS IN LAMB MEAT THROUGH DIFFERENT INTENSIVE FEEDING SYSTEMS

ABSTRACT. The present work studied dietary manipulation of fatty acid profile in lamb muscle, using vegetable and marine sources rich in n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). Forty four Manchego breed lambs were feeding with four experimental diets: control, extruded linseed, microalgae plus extruded linseed and fish oil, since an initial live weight of 12 Kg until 26 Kg of live slaughter weight. Lamb weight and feed intake were weekly recorded. Fatty acid composition and TBARS values at 0 and 7 days were evaluated in muscle. Feed intake, average daily gain and hot and carcass weight were lower in lambs fed fish oil. Lambs fed supplemented diets, and mainly lambs fed fish oil diet, showed higher n3 fatty acids content than control group. The n6/n3 ratio was higher in lambs fed control diet (8.1) than in lamb fed linseed or microalgae plus linseed diets (2.3 y 2.6 respectively). Lambs fed fish oil diet had the lowest n6/n3 ratio (1.3). Consumption of 100 g of lamb muscle from lamb fed fish oil diet would represent near to 40% of the daily recommended consumption of long chain n3 fatty acids. The highest increment of TBARS values from 0 to 7 days occurred in lambs fed fish oil diet.

Keywords: omega 3 fatty acids, extruded linseed, fish oil, microalgae.

CONTRIBUCIÓN A LA IGP (INDICACIÓN GEOGRÁFICA PROTEGIDA) DEL PRODUCTO TRADICIONAL PORTUGUÉS CAPÓN DE FREAMUNDE: CARACTERIZACIÓN SENSORIAL Y PERFIL LIPÍDICO

Vale¹, A. P., Afonso¹, I. M., Casal², S., Oliveira², M.B.P.P. y Brito¹ N.V.

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Quinta do Convento, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. anapaula@esa.ipv.pt

² REQUIMTE, Serviço de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, R. Aníbal Cunha, 164, 4099-030 Porto, Portugal

INTRODUCCIÓN

El "Capón de Freamunde" (CF) es un gallo originario de *Gallus domesticus* que proviene de razas autóctonas de aves gallináceas Portuguesas, como la *Pedrês Portuguesa*, la *Negra Lusitânia* y la *Amarilla*, sin embargo, muchos productores recogen al uso de cepas comerciales como *Redbro*. Los animales son producidos de forma tradicional, en pequeñas explotaciones familiares y antes de llegar la madurez sexual son submetidos a una castración. Son animales producidos de forma similar a la producción ecológica, portadores de características fenotípicas especiales (ausencia de la cresta y barbillones), con un peso de 5 a 7 kg a la edad de abate (7 a 8 meses), y cuyo mercado es limitado y estacional, asociado a la Feria de Santa Luzia, en Freamunde (Provincia del Norte de Portugal, en Paços de Ferreira), tradicionalmente conocida como "Feria de los capones."

La castración aumenta la eficiencia de conversión de alimentos en energía para el crecimiento y aumenta la deposición de grasa, que influye significativamente en la composición y la calidad de la carne (Jacob y Mather, 2000; Severin et al., 2006). El efecto de la castración en el perfil lipídico del capón es algo esencial en la promoción de este producto tradicional, no sólo porque influye significativamente en las características sensoriales de la carne, sino también por el interés en la promoción de un producto sano, cuyo contenido y composición de grasa no resulta en una acumulación de ácidos grasos saturados. Este trabajo tiene por objetivo analizar el perfil lipídico del capón y estudiar sus características sensoriales, por comparación con la carne de Pollo del campo. El estudio es parte integrante del proceso de registro para obtener la Indicación Geográfica Protegida (IGP), que tiene como finalidad defender la autenticidad del Capón de Freamunde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaran 10 muestras de pollo (n = 5 para cada tipo de producción). Las muestras de capón, obtenidas en el momento de abate de animales con un año de edad, provenientes de diferentes productores locales y las de pollo del campo adquiridas también en productores locales, a partir de animales enteros con 9 meses y dieta similar al Capón.

La caracterización lipídica a sido realizada en muestras de pierna y muslo (sin piel) y de pechuga (sin piel), y las determinaciones se realizaron por triplicado. La materia grasa se determinó por el método Soxhlet (Patarata y Martins, 1993). El perfil lipídico ha sido analizado por cromatografía de gases (Chrompack CP-9001), con detección por ionización en llama, utilizando una columna CP-Sil 88. Los ácidos grasos identificados por comparación con tiempos de retención de mezclas comerciales estándar y la cuantificación de los FAME se llevó a cabo como un porcentaje relativo de la suma de ácidos grasos identificados (% m / m). La caracterización del perfil sensorial se realizó por Análisis Descriptivo Cuantitativo (CDA), con una escala de intensidad estructurada de 7 puntos y un grupo de 14 expertos, clasificando 14 atributos organolépticos, agrupados en la apariencia, el aroma, la textura y el sabor. Para el análisis estadístico, se ha utilizado el programa SPSS 15.0 para Windows, con un análisis estadístico exploratorio (Tukey-HSD), análisis de varianza univariada y multivariada y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de materia grasa total del Capón de Freamunde (CF) en muestras de pierna y muslo sin piel (8,07%) y de pechuga sin piel (1,4%) son significativamente superiores al Pollo de campo (PC) (0,91% y 0,60% respectivamente). Estos resultados corroboran otros similares presentados para aves castrados (Chen *et al.*, 2005, 2007) sino también para otras especies en las cuales la castración a dado lugar a un aumento de deposición de grasa.

En la tabla 1 presenta la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular. CF presenta menor % de grasa saturada, pero con valores cercanos a PC. Para los ácidos grasos monoinsaturados, CP presenta niveles significativamente más altos que el PC, mientras que para los ácidos grasos poliinsaturados se obtiene un porcentaje inferior a PC, pero no significativamente diferente.

Tabla 1. Análisis de la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular (valores medios y desviación estándar)

Tipo	Ácidos Grasos (%)			
	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	$\omega 6/ \omega 3$
CF	30,5±1,8 ^b	48,6±1,6 ^b	20,7±1,7 ^a	35±7 ^c
PC	31,1±1,2 ^b	44,9±4 ^a	23,8±5 ^a	23±5 ^b

(a-#b#c) significativamente diferentes (p <0,05)

Aunque la razón $\omega 6/\omega 3$ es mayor en CF, la utilidad de esta relación es actualmente muy cuestionada (Rusia, 2008). En la tabla 2 se destacan los niveles (%) de ácidos grasos más representativos de los grupos lipídicos saturados, monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). Se destacan niveles próximos para los ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) en los dos tipos de animales y la superioridad del CF en ácido oleico, principal MUFA de la dieta alimentaria.

Tabla 2. Análisis de la composición en ácidos grasos de los grupos más representativos de lípidos saturados, MUFA y PUFA.

Tipo	Ácidos grasos (%)				
	Palmítico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1 n9)	Linoleico (C18:2 n6)	α -linolénico (C18:3 n3)
CF	22,23±1,11 ^a	7,36±0,77 ^a	43,22±1,77 ^a	19,34±1,41 ^a	0,55±0,1 ^a
PC	22,3±2,21 ^a	7,66±1,09 ^a	39,81±2,7 ^b	22,14±4,38 ^b	1,05±0,39 ^{ab}

(a-#b#c) significativamente diferentes (p <0,05)

El análisis del perfil sensorial (Figura 1) muestra que la carne de CF asada presenta aspectos muy apreciados por el grupo de peritos sensoriales, como la menor dureza de la grasa interna, la disminución de la adhesión a los dientes, la carne menos pastosa y con menor adherencia. Aspectos tales como la ternura y jugosidad de la carne tienen elevada aceptabilidad en el CF, lo que se asocia con la distribución de grasa intramuscular y que hace la carne más tierna, suave y jugosa.

El CF presenta una carne con succulencia inicial significativamente superior a la carne de PC, lo que aumenta la jugosidad durante la masticación. El aroma ligeramente tostado y su moderada intensidad también fueran atributos muy apreciados por el grupo de peritos sensoriales. Estos atributos combinados con un perfil lipídico con algún equilibrio, resultante de una proporción de MUFA significativamente mayor y una menor proporción de grasas saturadas, hacen del Capón de Freamunde un producto diferenciado. Su carne puede ser valorizada por poseer una composición lipídica saludable, con ácidos grasos monoinsaturados que presentan efectos beneficiosos para la salud, en un contexto de una dieta equilibrada (Mata *et al.*, 1996, Rusia, 2008).

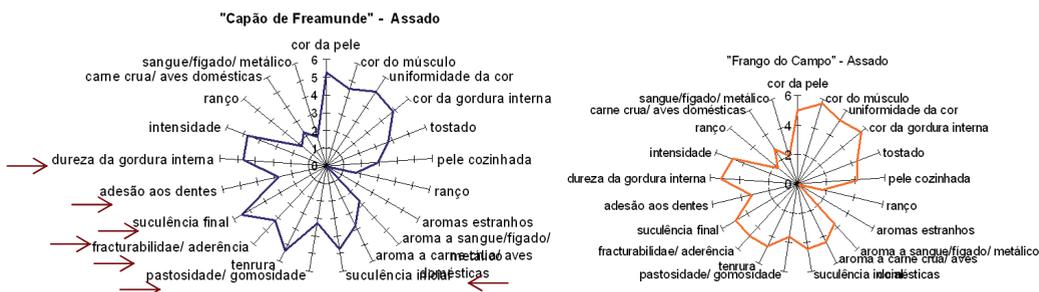


Figura 1. Perfil sensorial de la carne de capón de Freamunde (forma tradicional de preparación culinaria) y de Pollo del campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, K.L., Chi,W.T., Chiout,W.S., 2005. *Poultry Sci.* 84:547-552.
- Chen K. L., Chi W. T., Chu C., Chen R. S., Chiou P. W. S, 2007. *Poultry Sci.* 86:1754-1759.
- Mata P, Alonso R, Lopez A. 1996. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 16:1347–1355.
- Martins, C., Patarata, L., 1993. *UTAD, Série Didáctica. Ciências Aplicadas* 32, 26-27.
- Russo GL., 2008. *Biochem Pharmacol.*, doi:10.1016/j.bcp.2008.10.020 (article in press)
- Jacqueline Jacob y F. Ben Mather, 2000. *Inst. of Food and Agric. Sci., Florida Univ. FACTSHEET PS-54.*
- Krešimir Severin, Tomislav Mašek, Zdravko Janicki, Dean Konjević, Alen Slavica, and ●Tomislav Hrupački. 2006. *Veterinarski Arhiv* 76 (Suppl.), S211-S219.

CONTRIBUTION TO THE IGP (PROTECTED GEOGRAPHICAL INDICATION) OF THE TRADITIONAL PORTUGUESE PRODUCT CAPON OF FREAMUNDE: SENSORY CHARACTERIZATION AND LIPID PROFILE.

ABSTRACT: The “capon of Freamunde” is a rooster, produced in traditional small farms, in natural conditions, submitted, before reaching the sexual maturity, to castration. Originated from *Gallus domesticus* meat, the breeds particularly used in this type of production, are the Portuguese autochthonous *Pedrês Portuguesa*, the *Preta Lusitânica* and the *Amarela* breeds. This work aimed to perform “Capon of Freamunde” (CF) meat lipid profile and sensory characterisation, as part of the registration procedure for qualifying for protected geographical indication (PGI) designation. “CF” meat characteristics were compared with roaster chicken. Lipid profile characterisation was performed on chicken breast and leg meat. Fat content was evaluated by ether-extractable fat and fatty acid profile was evaluated by gas chromatography. A CP-Sil88 column was used and the quantification expressed as weight percentage of the total identified fatty acid methyl esters. For sensory analysis, a trained panel of 14 subjects, aged between 30 and 55 years was asked to rate several attributes for cooked chicken meat scoring over a seven point intensity scale. For descriptive analysis 22 sensory attributes were evaluated for cooked meat: appearance characteristics (fresh meat), aroma, texture and taste characteristics. “CF” meat showed a high fat level (up to 8%). In what concerns to the main fatty acids, “CF” exhibited about 40% of oleic acid, followed by palmitic and linoleic acids, both with near 20%. The MUFA content of “CF” was significantly higher than in Roaster chicken. The cooked meat sensory analysis showed aroma intensity (toasted) and tenderness as higher quality attributes, characteristics of “CF” chicken, which are related to the fat meat content resulting from the castration process. In order to avoid a high variation of chemical and sensory characteristics of “CF” meat, breed and production practices should be controlled by IGP, to guarantee high quality product.

Keywords: “capon of Freamunde”, lipid profile, sensory analysis

Reproducción

EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE SEMEN DE RAZAS CÁRNICAS SOBRE LA PÉRDIDA DE GESTACIÓN DURANTE EL INICIO DEL PERÍODO FETAL EN VACUNO LECHERO DE ALTA PRODUCCIÓN

G. Bech-Sàbat^{1,*}, I. García-Ispuerto¹, M.A. Rosselló¹, B. Serrano¹, C. Nogareda¹, P. Santolaria², J.L. Yániz² y F. López-Gatius¹

¹Departamento de Producción Animal, Universitat de Lleida, ETSEA, 25198 Lleida
²IUCA y Departamento de Producción Animal, Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca
*Correo electrónico: gbech@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

En la vaca, el periodo embrionario se extiende desde la fecundación hasta el día 42, inicio del periodo fetal (Committee on Bovine Reproductive Nomenclature, 1972). Tras la fecundación, el reconocimiento materno de la gestación, la implantación y la placentación, son procesos especialmente sensibles a cualquier tipo de estrés del animal. Quizás por esta razón, aunque la mayoría de pérdidas de la gestación ocurren en el inicio del periodo embrionario (Peters, 1996), se ha descrito un aumento de pérdidas en el inicio del periodo fetal en vacas de alta producción (López-Gatius et al., 2002; Santos et al., 2004).

Se suele considerar pérdida fetal temprana la pérdida de gestación comprendida entre el diagnóstico de gestación y el día 90. En nuestra área (Labèrnia et al., 1996; López-Gatius et al., 2002) y en otras zonas (Santos et al., 2004) se han descrito factores de carácter no infeccioso que favorecen la pérdida fetal. Uno de estos factores es el toro (Ball, 1997), hecho que hemos podido constatar en algunos estudios (López-Gatius et al., 2002; López-Gatius et al., 2004a), pero en otros no (López-Gatius et al., 2004b). Se ha identificado también como factor de riesgo de pérdida la variación en los niveles plasmáticos de las glicoproteínas asociadas a la gestación (PAGs) (López-Gatius et al., 2007), proteínas placentarias relacionadas con el bienestar feto-placentario (Skinner et al., 1996). Interesantemente, el uso de semen de razas cárnicas incrementa los valores de las PAGs respecto del uso de semen frisón en vacas de leche (Serrano et al., 2009).

Dado que no tenemos conocimiento de estudios sobre el efecto del uso de semen de razas cárnicas sobre la pérdida fetal temprana en ganado vacuno lechero, debido en parte a que en las explotaciones de leche se insemina con toros de aptitud lechera, se planteó un estudio retrospectivo del posible efecto de la raza en la pérdida fetal temprana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó con datos procedentes de una explotación comercial con un censo de 1200 vacas frisonas, en la zona de Lérida, que incluye el uso de dosis seminales de toros de razas cárnicas. La producción media anual durante el periodo de estudio fue de 10900 litros/vaca, con tres ordeños al día. Se realizaba la inseminación artificial (IA) a partir del día 40 en vacas que manifestaran estro. Si a los 60 días no se habían detectado en estro se incluían en un programa semanal de sincronización específica (López-Gatius et al., 2008). Todas las IA se hacían en vacas detectadas en celo mediante podómetros (López-Gatius et al., 2005a) y el celo confirmaba en el momento de la IA vía rectal (López-Gatius y Camón-Urgel, 1991). Se inseminaba solo animales libres de desórdenes reproductivos. Se utilizó semen procedente de 26 toros diferentes, de aptitud lechera (raza Frisona; n = 15) y de aptitud cárnica (razas: Blanco-Azul-Belga, BBB, n = 8; Limusina, n = 2 y Charoles, n = 1).

El diagnóstico de gestación se realizó mediante ecografía entre los días 28-34 post-IA. Se determinaron número y viabilidad de embriones. Las vacas con diagnóstico negativo (sin embriones o embriones no viables) se pasaban de nuevo al programa de control semanal. Las vacas con diagnóstico positivo se incluían en el estudio y se confirmaba la gestación por palpación rectal el día 90 post-IA. Se registraba pérdida fetal cuando este segundo diagnóstico era negativo.

Para cada animal se registraron: pérdida fetal, número de embriones (gestación simple vs gemelar), intervalo parto-gestación, número de lactación, producción de leche en el momento del diagnóstico de gestación (definiendo alta y baja producción para >40 y ≤40 litros, respectivamente), estación de inseminación (fría, de octubre a abril, y cálida, de mayo a septiembre; Labèrnia et al., 1998), toro con el que se inseminó y raza a la cual éste pertenecía. Los datos se analizaron mediante regresión logística binaria (Hosmer y Lemeshow (1989) con el paquete SPSS versión 13.0. La pérdida fetal fue la variable dependiente y el resto de variables registradas los factores estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio incluyó un total de 625 vacas gestantes. Se registró un 7,4% (46/625) de pérdidas; 7,8% (32/409) en gestaciones con toros frisones y 6,5% (14/216) en gestaciones con toros de razas cárnicas. La producción de leche, número de lactación, efecto estación y el factor raza no afectaron la pérdida fetal. En cambio, sí que se encontró un efecto cuando se estudió el toro individualmente. Las vacas gestantes con los toros 1 y 2 (ambos de raza frisona) y con el 14 (de raza BBB) resultaron tener 4, 4,6 y 77 veces, respectivamente, más posibilidad de pérdida ($P<0.05$) que el usado como referencia (Tabla 1). Cabe destacar que, aunque no fue significativo, de 36 gestaciones con semen limosín, sólo 1 (2,8%) perdió la gestación. En estudios sobre *Neospora caninum*, parásito protozoario que causa aborto en la vaca en el segundo trimestre de gestación, el uso de semen de razas cárnicas, especialmente limosina, redujo la tasa de abortos en dicho periodo (López-Gatius et al., 2005b). Nuevos estudios deben confirmar el posible efecto beneficioso del semen limosín en la gestación de vacas de alta producción.

La interacción entre alta producción de leche y las gestaciones gemelares afectó también el mantenimiento de la gestación ($P=0.033$). Las vacas con gestación simple de baja producción tenían 2,1 (1/0,48) veces menos probabilidad de pérdida fetal que el resto de las vacas (Tabla 1). Por tanto, la gestación gemelar resultó un factor de riesgo, de acuerdo con trabajos previos (López-Gatius et al., 2004a). También se vio cómo la alta producción puede ser un factor negativo, quizás debido al mayor metabolismo de la progesterona relacionado con la alta producción, tal como se ha descrito en vacas no gestantes (Sangsritavong et al., 2002). Apoya esta idea el hecho que se ha relacionado negativamente la concentración plasmática de progesterona al inicio del período fetal con la producción de leche (Bech-Sàbat et al., 2007; Bech-Sàbat et al., 2008).

En conclusión, nuestros resultados mostraron un efecto individual del toro sobre la pérdida fetal, pero no de la raza del toro. También se relacionó la interacción gestación gemelar-alta producción con un mayor riesgo de pérdida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ball, P.J.H. 1997. Anim. Breed. Abs. 65:167-175.
- Bech-Sàbat, G., García-Ispuerto, I., Yániz, J.L., López-Gatius, F. 2007. ITEA Sp. Iss. 1:78-80.
- Bech-Sàbat, G., López-Gatius, F., Yániz, J.L., García-Ispuerto, I., Santolaria, P., Serrano, B., Sulon, J., de Sousa, N.M., & Beckers, J.F. 2008. Theriogenology 69:426-432.
- Committee on Bovine Reproductive Nomenclature, 1972. Cornell Vet. 1972;62:216-237.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. 1989. New York; Wiley.
- Labèrnia, J., López-Gatius, F., Santolaria P., López-Béjar, M., Rutllant J. 1996. Theriogenology 45:1247-1253.
- Labèrnia, J., López-Gatius, F., Santolaria P., López-Béjar, M., Rutllant J. 1998. Anim. Sci. 67:387-393.
- López-Gatius, F. & Camón-Urgel, J. 1991. J. Vet. Med. Series A 38:553-556.
- López-Gatius, F., Santolaria P., Yániz, J., Rutllant, J., López-Béjar, M. 2002. Theriogenology 57:1251-1261.
- López-Gatius, F., Santolaria P., Yániz, J., Garbayo, J.M., Hunter., R.H.F. 2004a. Reprod. Domest. Anim. 39:429-433.

- López-Gatius, F., Santolaria, P., Yániz, J., Hunter, R. 2004b. *Theriogenology* 62:1529-1535.
- López-Gatius, F., Santolaria, P., Mundet, I., Yániz, J. 2005a. *Theriogenology* 63:1419-1429.
- López-Gatius, F., Santolaria P., Yániz, J., Garbayo, J.M., Almería, S. 2005b. *J. Vet. Med. Series B* 52:88-92.
- López-Gatius, F., Hunter., R.H.F., Garbayo, J.M., Santolaria P., Yániz, J., Serrano, B., Ayad, A., de Sousa, N.M., Beckers, J.F. 2007. *Theriogenology* 67:1324-1330.
- López-Gatius, F., Mirzaei, A., Santolaria, P., Bech-Sàbat, G., Nogareda, C., García-Ispuerto, I., Hanzen, Ch., Yániz, J.L. 2008. *Theriogenology* 69:1095-1103.
- Peters, A.R. 1996. *Anim. Breed. Abs.* 64:587-598.
- Sangsrivavong, S., Combs, D.K., Sartori, R., Armentano, L.E. & Wiltbank, M.C. 2002. *J. Dairy Sci.* 85:2831-2842.
- Santos, J.E.P., Thatcher, W.W., Chebel, R.C., Cerri, R.L.A., Galvão, K.N. 2004. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83:513-535.
- Serrano, B., López-Gatius, F., Santolaria, P., Almería, S., García-Ispuerto, I., Bech-Sàbat, G., Sulon, J., de Sousa, N.M., Beckers, J.F., Yániz, J. *Reprod. Domest. Anim.* Doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.01025.x
- Skinner, J., Gray, D., Gebbie, F., Beckers, J.F., Sulon, J. 1996. *Cattle Practice* 4:181-284.

Tabla 1. Riesgo relativo (“Odds ratio”) de las variables incluidas en el modelo final de regresión logística para la pérdida fetal temprana

Factor	Clase	Clase	n	%	“Odds Ratio”	95% intervalo de confianza	P
Toro	Toro 0		6/130	4,6	<i>referencia</i>		
	Toro 1		5/36	13,9	4,0	1,1 – 14,4	0,032
	Toro 2		3/17	17,7	4,6	1,0 – 20,8	0,046
	Toro 14		4/5	80	77,9	7,3 – 826,8	< 0,001
Interacción Alta Producción x Tipo gestación	simple	< 40 l	27/459	5,9	0,48	0,25 – 0,94	0,033
	simple	> 40 l	10/83	12,0	<i>referencia</i>		
	gemelar	< 40 l	7/60	10,4	<i>referencia</i>		
	gemelar	> 40 l	2/16	12,5	<i>referencia</i>		

Likelihood ratio test=32,03; 15 df, P=0.006. Test de Hosmer-Lemeshow=6,057; 8 df, P=0,64.

Agradecimientos: Bech-Sàbat fue financiado por la beca FPU del MEC: AP-2005-5378.

EFFECT OF USE OF BEEF-BREED SEMEN ON EARLY FETAL LOSS IN HIGH PRODUCING DAIRY COWS

ABSTRACT: The present study was designed to establish possible relationships between early fetal loss and cross-breed pregnancies. Data derived from 625 pregnant lactating dairy cows from a single herd. Pregnancy diagnosis (PD) was performed by ultrasonography at day 28 after AI. Corpus luteum and embryo number were also recorded at this time. Cows with viable embryo/s were included in the study and a second PD by palpation per rectum was performed on day 90. Early fetal loss was registered when second diagnosis proved negative. Data were analysed using logistic regression methods. Breed was not a factor affecting early fetal loss. Four-hundred nine cows were inseminated by bulls from Holstein-Friesian breed and 32 (7,8%) suffered early fetal loss; 216 were inseminated by bulls from beef breeds (BBB, Limousin and Charolais) and 14 (6,5%) were registered with early fetal loss. However, three individual bulls (two Holstein-Friesian and one BBB) were increasing the risk of early fetal loss ($P < 0.05$). An interaction between high production (> 40 l milk at PD) and twin pregnancies was also found ($P = 0.033$), meaning that cows with single pregnancy and low milk production had 2,1 times less risk of early fetal loss than the remaining of cows.

Keywords: Dairy cows, Early fetal loss, Cross-breed pregnancies, Milk production

EFFECTO DE LA RAZA DEL TORO EMPLEADO EN LA INSEMINACION SOBRE EL RIESGO DE ABORTO ASOCIADO A *NEOSPORA CANINUM* EN VACAS FRISONAS
JL Yániz^a, F López-Gatius^b, I García-Ispuerto^b, G Bech-Sàbat^b, B Serrano^b, C Nogareda^b, S Almería^c, P Santolaria^a

^aDepartamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos e Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Huesca, España.

E-mail: jyaniz@unizar.es.

^bDepartamento de Producción Animal, Universidad de Lleida, Lleida, España

^cDepartamento de Anatomía y Salud Animal, y Centro de Investigación en Salud Animal (CReSA), Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

INTRODUCCION

La neosporosis es una enfermedad parasitaria considerada en la actualidad una de las causas más importantes de aborto en ganado vacuno en todo el mundo. En España, la enfermedad ha sido descrita como el primer agente causal de estos cuadros, y el ganado vacuno presenta prevalencias de infección elevadas comparadas con Holanda, Alemania o Suecia. Estudios previos de nuestro grupo han evidenciado una altísima incidencia de los cuadros de aborto asociados a *N. caninum* en el noreste español, independientemente de la tasa de prevalencia encontrada en los rebaños (López-Gatius et al., 2005a, 2005b; Nogareda et al., 2007; López-Gatius et al., 2007a, 2007b; Bech-Sabat et al, 2007). Las vacas seropositivas presentan de 12 a 18 veces mayor riesgo de abortar que las seronegativas en los mismos rebaños, con tasas de abortos del 30-44% en los animales seropositivos. Los abortos por *N. caninum* pueden tener lugar desde los tres meses de gestación hasta el final de la misma.

En trabajos previos hemos demostrado que la utilización de semen de raza cárnica en la inseminación de vacas frisonas seropositivas a *N. caninum* reduce el riesgo de aborto (López-Gatius 2005a, b). Hay cierta evidencia de que la epidemiología de la neosporosis varía entre razas cárnicas y lecheras. Varios trabajos han mostrado una menor prevalencia de infección en explotaciones de carne que en explotaciones lecheras, y también se ha observado un menor riesgo de aborto en vacas cárnicas infectadas que en vacas lecheras (De Meerschman et al., 2002). En un estudio reciente, observamos también que la raza Limusina mostró unos niveles de seroprevalencia 6,7 veces menor que otras razas mixtas, u otras razas cárnicas en el mismo sistema de manejo extensivo (Armengol et al., 2007).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la raza del macho utilizada en la inseminación de vacas frisonas crónicamente infectadas por *N. caninum* sobre el riesgo de aborto asociado a este parásito.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en dos granjas comerciales de vacas lecheras de alta producción situadas en la franja Lleida-Huesca, con una historia conocida de prevalencia de *N. caninum*. En las granjas no había presencia de perros, aunque en la zona existen zorros. La prevalencia media de *Neospora* en las granjas fue del 23 %, y la frecuencia de aborto fue al menos 10 veces mayor en las vacas seropositivas que en las seronegativas durante el periodo de estudio, entre enero de 2002 y agosto de 2007. Todos los animales estaban libres de tuberculosis y brucelosis y se realizaron programas vacunales estrictos para la prevención del IBR y BVD.

Los diagnósticos de gestación se realizaron el día 40 tras la inseminación mediante palpación o ecografía transrectal, y mediante palpación rectal en los días 90, 120, 150, 180 y 210. Los animales se observaron diariamente para detectar indicios de aborto entre el día 90 de gestación y el parto. Todos los fetos abortados derivadas de los animales *Neospora*-seropositivos enviados al laboratorio durante el periodo de estudio (n = 28) presentaron evidencia de infección por *Neospora caninum*, determinadas mediante inmuno-histoquímica

y PCR. La población final de estudio incluyó animales *Neospora*-seropositivos, diagnosticados mediante análisis serológicos anuales utilizando un kit ELISA comercial (CIVTEST® anti-*Neospora*; Hipra, Girona, Spain), basado en el lisado de taquizoito completo de *N. caninum* NC-1. Este test se realizó de acuerdo con las indicaciones del fabricante; un valor de ≥ 6.0 se consideró para definir la seropositividad.

Se realizó un análisis de regresión logística para novillas y vacas de los datos de cada gestación, utilizando el aborto como variable dependiente (0 o 1) y el rebaño, el aborto previo en la misma gestación como factores independientes. La granja, el aborto previo y la raza del macho utilizado en la inseminación se consideraron como variables categóricas. Los valores medios se expresan como la media \pm desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSION

La tasa de aborto fue del 2,3% (61 de 2709 gestaciones) y 23,6% (177 de 750 gestaciones) para los animales seronegativos y seropositivos, respectivamente. De las 3459 gestaciones registradas, 750 (21,7%) correspondieron a animales seropositivos frente a *N. caninum*: 229 en novillas y 521 en vacas. Estas 750 gestaciones constituyeron la población final de estudio.

La utilización de semen de la raza Limusin redujo el riesgo de aborto 7.4 veces en novillas y 4.8 veces en vacas, en comparación con el semen de frisón, mientras que la raza Blanca Azul Belga redujo el riesgo de aborto por tres en las vacas, cuando se comparó con el semen de la raza Frisona. El análisis de regresión logística no reveló ningún efecto significativo para las demás variables estudiadas.

Los resultados de este estudio refuerzan la idea de que hay diferencias entre distintas razas de vacuno de carne en la susceptibilidad no solo frente a la infección por *N. caninum*, sino también al aborto causado por el parásito. La cuestión es ¿por qué la inseminación con estas razas reduce el riesgo de aborto?. El genotipo del concepto influye tanto en la respuesta endocrina materna como fetal (Guilbault et al. 1990), y puede influir también en la respuesta inmune. Se ha asociado la mayor distancia genética entre la madre y el feto con niveles mayores de PAG en vacuno (Zoli et al. 1992). Dado que se han atribuido propiedades inmunosupresoras a las PAGs, al menos cuando se secretan en la zona uterina (Wooding et al. 2005), las elevadas concentraciones plasmáticas de PAG-1 pueden reflejar los mecanismos placentarios necesarios para evitar el rechazo materno, y, en consecuencia compensar la distancia genética con el feto. Este proceso puede ser particularmente importante para reforzar el efecto barrera de la placenta frente a la infección transplacentaria de agentes como el parásito *Neospora caninum* (Serrano et al., *en prensa*). La recomendación práctica de este estudio es la inseminación de las novillas y vacas seropositivas frente a *N. caninum* con semen de la raza Limusina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armengol R, Pabón M, Santolaria P, Cabezón O, Adelantado C, Yániz J, López-Gatius F, Almería S. 2007 Low seroprevalence of *Neospora caninum* infection associated with the limousin breed in cow-calf herds in Andorra, Europe. *J Parasitol*;93(5):1029-32.
- Bech-Sabat G, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Ispuerto I, Pabon M, Nogareda C, Yániz JL, Almería S. 2007. Progesterone supplementation during mid-gestation increases the risk of abortion in *Neospora*-infected dairy cows with high antibody titres. *Vet Parasitol* 145:164-167.
- De Meerschman F, Speybroeck N, Berkvens D, Rettignera C, Focant C, Leclipteux T, Cassart D, Losson B, 2002: Fetal infection with *Neospora caninum* in dairy and beef cattle in Belgium. *Theriogenology* 58 933-945.

Guilbault LA, Roy GL, Beckers JF, Dufour JJ, 1990: Influence of breed of fetus on periparturient endocrine responses and subsequent milk production of Ayrshire dams. *J. Dairy Sci.* 73 2766–2773.

López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Garbayo JM, Almería S, 2005a: Use of beef semen reduces the risk of abortion in *Neospora*-seropositive dairy cows. *J. Vet. Med. B* 52 88-92.

López-Gatius F, García-Isperto I, Santolaria P, Yániz JL, López-Béjar M, Nogareda C, Almería S, 2005b. Relationship between rainfall and *Neospora caninum*-associated abortions in two dairy herds in a dry environment. *J Vet MedB* 52,147-152.

Lopez-Gatius F, Almería S, Donofrio G, Nogareda C, Garcia-Ispuerto I, Bech-Sabat G, Santolaria P, Yániz JL, Pabon M, de Sousa NM, Beckers JF. 2007a. Protection against abortion linked to gamma interferon production in pregnant dairy cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Theriogenology* 68:1067-1073.

Lopez-Gatius F, Garbayo JM, Santolaria P, Yániz JL, Almería S, Ayad A, de Sousa NM, Beckers JF. 2007b. Plasma pregnancy-associated glycoprotein-1 (PAG-1) concentrations during gestation in *Neospora*-infected dairy cows. *Theriogenology* 67:502-508.

Nogareda C, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Ispuerto I, Bech-Sabat G, Pabon M, Mezo M, Gonzalez-Warleta M, Castro-Hermida JA, Yániz J, Almería S. 2007. Dynamics of anti-*Neospora caninum* antibodies during gestation in chronically infected dairy cows. *Vet Parasitol* 148:193-199.

Serrano B, López-Gatius F, Santolaria P, Almería S, García-Ispuerto I, Bech-Sabat G, Sulon J, de Sousa NM, Beckers JF, Yániz JL. 2009. Factors Affecting Plasma Pregnancy-associated Glycoprotein 1 Concentrations Throughout Gestation in High-producing Dairy Cows. *Reprod. Dom. Anim.* En prensa.

Wooding FB, 1992: Current topic: the synepitheliochorial placenta of ruminants: binucleate cell fusions and hormone production. *Placenta* 13, 101–113.

Zoli AP, Guilbault LA, Delahaut P, Benitez-Ortiz W, Beckers JF, 1992: Radioimmunoassay of a bovine pregnancy-associated glycoprotein in serum: its application for pregnancy diagnosis. *Biol. Reprod.* 46 83–92.

EFFECT OF THE BREED OF THE BULL PROVIDING SEMEN ON THE RISK OF ABORTION ASSOCIATED *NEOSPORA CANINUM* IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS

ABSTRACT: The objective of this work was to study the effect of different cross-breed pregnancies on the risk of abortion associated to *Neospora caninum* in Holstein-Friesian dairy cows. In heifers, the likelihood of abortion was 7.6 times lower for pregnant heifers inseminated with Limousin bull semen, compared to those inseminated with Holstein-Friesian bull semen. In parous cows, the likelihood of abortion was 4.8 times lower for pregnant cows inseminated with Limousin bull semen, and 3.0 times lower for those inseminated with Belgian Blue bull semen, compared to dairy cows inseminated with Holstein-Friesian bull semen. The practical recommendation of the present study is the insemination of *Neospora*-seropositive cows with semen from the Limousin breed.

KEYWORDS: *Neospora caninum*, Abortion, Cross-breed pregnancies, Dairy cows

LA ALTA TITULACIÓN DE ANTICUERPOS FRENTE A *NEOSPORA CANINUM* AUMENTA EL RIESGO DE ABORTO EN VACAS PERO NO EN NOVILLAS DE LA RAZA FRISONA

JL Yániz^a, F López-Gatius^b, I García-Ispuerto^b, G Bech-Sabat^b, B Serrano^b, C Nogareda^b, S Almeria^c, P Santolaria^a

^aDepartamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos e Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Huesca, España
E-mail: jyaniz@unizar.es.

^b Departamento de Producción Animal, Universidad de Lleida, Lleida, España

^cDepartamento de Anatomía y Salud Animal, y Centro de Investigación en Salud Animal (CRSA), Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

INTRODUCCION

La neosporosis es una de las primeras causas de aborto en ganado vacuno de todo el mundo. En España, en varios estudios se haN evidenciado elevadas tasas de infección (de entre el 32% al 57% de los fetos y entre el 33 y 58 % de los rebaños afectados). Estudios previos de nuestro grupo de trabajo han evidenciado una altísima incidencia de los cuadros de aborto asociados a *N. caninum* en el noreste español, independientemente de la tasa de prevalencia encontrada en los rebaños (López-Gatius et al., 2005a, 2005b; Nogareda et al., 2007; López-Gatius et al., 2007a, 2007b; Bech-Sabat et al, 2007). Las vacas seropositivas presentan de 12 a 18 veces mayor riesgo de abortar que las seronegativas en los mismos rebaños, con tasas de abortos del 30-44% en los animales seropositivos. Los abortos por *N. caninum* pueden tener lugar desde los tres meses de gestación hasta el final de la misma.

Hay una cierta controversia sobre la relación entre la titulación de anticuerpos frente a *Neospora* y el riesgo de aborto. Varios estudios han encontrado un aumento en el riesgo de aborto con el aumento de la titulación de anticuerpos frente a *Neospora* (De Meerschman et al. 2002, Kashiwazaki et al., 2004, López-Gatius et al., 2005a). Sin embargo, en un estudio reciente, no pudimos encontrar ningún efecto de la titulación sobre el riesgo de aborto, y se sugirió que la inclusión de las novillas en la población de estudio pudo haber enmascarado este efecto (López-Gatius et al., 2005b). El objetivo de este trabajo fué analizar por separado en vacas y en novillas si la titulación de anticuerpos frente *N. caninum* en explotaciones con una alta incidencia de abortos asociados a este parásito puede ser utilizado como un indicador de riesgo de aborto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en dos granjas comerciales de vacas lecheras de alta producción situadas en la franja Lleida-Huesca, con una historia conocida de prevalencia de *N. caninum*. En las granjas no había presencia de perros, aunque en la zona existen zorros. La prevalencia media en las granjas fue del 23 % de aborto fue al menos 10 veces mayor en las vacas seropositivas que en las seronegativas durante el periodo de estudio, entre enero de 2002 y agosto de 2007. Todos los animales estaban libres de tuberculosis y brucelosis y se realizaron programas vacunas estrictos para la prevención del IBR y BVD.

Los diagnósticos de gestación se realizaron el día 40 tras la inseminación mediante palpación o ecografía transrectal, y mediante palpación rectal en los días 90, 120, 150, 180 y 210. Los animales se observaron diariamente para detectar indicios de aborto entre el día 90 de gestación y el parto. Todos los fetos abortados derivadas de los animales *Neospora*-seropositivos enviados al laboratorio durante el periodo de estudio (n = 28) presentaron evidencia de infección por *Neospora*, determinadas mediante inmuno-histoquímica y PCR. La población final de estudio incluyó animales *Neospora*-seropositivos, diagnosticados mediante análisis serológicos anuales utilizando un kit ELISA comercial (CIVTEST[®] anti-*Neospora*; Hipra, Girona, Spain), basado en el lisado de taquizoito completo de *N. caninum* NC-1. Este test se validó previamente y se realizó de acuerdo con las indicaciones del fabricante; un valor de ≥ 6.0 se consideró para definir la seropositividad. Los valores de la titulación de anticuerpos frente a *N. caninum* se utilizaron para clasificar las vacas como de

baja (6-30 unidades) o alta (≥ 30 unidades) titulación de anticuerpos (Bech-Sabat et al., 2007).

Se realizó un análisis de regresión logística para novillas y vacas de los datos de cada gestación, utilizando el aborto como variable dependiente (0 o 1) y el rebaño, el aborto previo en la misma gestación, y la titulación como factores independientes. En las vacas se estudió también el efecto del número de lactación. El número de lactación se consideró como variable continua. La granja, el aborto previo y la titulación se consideraron como variables categóricas. Los valores medios se expresan como la media \pm desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSION

La proporción de abortos fue del 2,3% (61 de 2709 gestaciones) y 23,6% (177 de 750 gestaciones) para los animales seronegativos y seropositivos, respectivamente. De las 3459 gestaciones registradas, 750 (21,7%) correspondieron a animales seropositivos frente a *N. caninum*: 229 en novillas y 521 en vacas. Estas 750 gestaciones constituyeron la población final de estudio.

En las novillas, el análisis de regresión logística no reveló ningún efecto significativo para las variables estudiadas. Sin embargo, en las vacas, el número de lactación y la titulación de anticuerpos frente a *N. caninum* se relacionaron con el riesgo de abortos. Cada unidad de aumento en el número de lactación produjo una disminución de 0.84 veces en la tasa de aborto. La probabilidad de aborto fue 3,2 veces (1/0.312) menor para vacas con bajos niveles de anticuerpos frente a *N. caninum* comparado con aquellas con elevada titulación.

La falta de una relación entre la titulación de anticuerpos y el riesgo de aborto en novillas puede implicar diferencias en la respuesta inmune en infecciones primarias de (novillas) frente a infecciones múltiples o secundarias (vacas). El aumento de los niveles de anticuerpos en vacas más viejas puede estar relacionado con un mayor estímulo antigénico en estos animales tras el contacto continuo con el parásito. Las menores titulaciones en novillas y terneras de 7-12 meses de edad, en comparación con los niveles en vacas viejas, han sido descritos también por Pereira-Bueno et al., (2000). Más aún, en vacas se observó una disminución en el riesgo de aborto con la edad, confirmando estudios previos de nuestro grupo (López-Gatius et al., 2005a, b), pero en contraste con otros autores (Jensen et al., 1999; Kashiwazaki et al., 2004).

La explicación más probable para la disminución en el riesgo de aborto en animales más viejos observada aquí puede ser la elevada tasa de desvieje (30%), común en explotaciones de vacas lecheras de alta producción, con la lógica eliminación de los animales que abortan a una edad más temprana. Otra posible explicación puede ser la protección derivada de un mayor grado de inmunidad adquirida tras el continuo contacto con el parásito en vacas infectadas crónicamente, pues las vacas más viejas tienen una mayor exposición al parásito a lo largo de su vida. Parece que existe un cierto grado de inmunidad protectora en la neosporosis, aunque esta protección es incompleta. Las vacas infectadas naturalmente mostraron una respuesta protectora (no abortaron) frente una exposición a taquizoitos a los 70 días de la gesación, aunque esta inmunidad no previno de la transmisión transplacentaria endógena (Williams et al., 2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bech-Sabat G, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Ispuerto I, Pabon M, Nogareda C, Yániz JL, Almeria S. 2007. Progesterone supplementation during mid-gestation increases the risk of abortion in Neospora-infected dairy cows with high antibody titres. *Vet Parasitol* 145:164-167.
- De Meerschman F, Speybroeck N, Berkvens D, Rettignera C, Focant C, Leclipteux T, Cassart D, Losson B, 2002: Fetal infection with *Neospora caninum* in dairy and beef cattle in Belgium. *Theriogenology* 58 933-945.

Jensen AM, Bjorkman C, Kjeldsen AM, Wedderkopp A, Willadsen C, Ugglá A, Lind P, 1999: Associations of *Neospora caninum* seropositivity with gestation number and pregnancy outcome in Danish dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 40 151-163.

Kashiwazaki Y, Giannechini RE, Lust M, Gil J, 2004: Seroepidemiology of neosporosis in dairy cattle in Uruguay. *Vet. Parasitol.* 120 139-144.

López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Garbayo JM, Almería S, 2005a: Use of beef semen reduces the risk of abortion in *Neospora*-seropositive dairy cows. *J. Vet. Med. B* 52 88-92.

López-Gatius F, García-Isperto I, Santolaria P, Yániz JL, López-Béjar M, Nogareda C, Almería S, 2005b: Relationship between rainfall and *Neospora caninum*-associated abortions in two dairy herds in a dry environment. *J Vet MedB* 52,147-152.

Lopez-Gatius F, Almería S, Donofrio G, Nogareda C, García-Isperto I, Bech-Sabat G, Santolaria P, Yániz JL, Pabon M, de Sousa NM, Beckers JF. 2007a. Protection against abortion linked to gamma interferon production in pregnant dairy cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Theriogenology* 68:1067-1073.

Lopez-Gatius F, Garbayo JM, Santolaria P, Yániz JL, Almería S, Ayad A, de Sousa NM, Beckers JF. 2007b. Plasma pregnancy-associated glycoprotein-1 (PAG-1) concentrations during gestation in *Neospora*-infected dairy cows. *Theriogenology* 67:502-508.

Nogareda C, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Isperto I, Bech-Sabat G, Pabon M, Mezo M, Gonzalez-Warleta M, Castro-Hermida JA, Yániz J, Almería S. 2007. Dynamics of anti-*Neospora caninum* antibodies during gestation in chronically infected dairy cows. *Vet Parasitol* 148:193-199.

Pereira-Bueno J, Quintanilla-Gozalo A, Seijas-Carballedo A, Costas E, Ortega-Mora L M, 2000: Observational studies in *Neospora caninum* infected dairy cattle: pattern of transmission and age-related antibody fluctuations. *Int J Parasitol* 30, 906–909.

Williams DJ, Guy CS, Smith RF, Guy F, McGarry JW, McKay JS, Trees AJ, 2003: First demonstration of protective immunity against foetopathy in cattle. *Int. J. Parasitol.* 33 1059-1065.

**HIGH ANTIBODY TITRES AGAINST *NEOSPORA CANINUM* INCREASE THE RISK OF
ABORTION IN HOSTEIN
-FRIESIAN PAROUS COWS BUT NOT IN HEIFERS**

ABSTRACT: The objective of this work was to study separately in Hostien-Friesian parous cows and heifers if antibody titres against *N. caninum* in herds with a high incidence of abortion associated with this parasite can be used as an indicator of the risk of abortion. The likelihood of abortion was 3.2 times (1/0.31) lower for parous cows with low antibody titration against *Neospora caninum* (<30 units) as compared to those with high antibody titres (>30 units), whereas in heifers this variable had no effect. The practical recommendation of the present study is the priority of culling for parous cows with higher levels of antibody titration against *N. caninum*.

KEYWORDS: *Neospora caninum*, Abortion, Antibody titres, Dairy cows

EFFECTO DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS SOBRE EL RIESGO DE ABORTO ASOCIADO A *NEOSPORA CANINUM* EN VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN

JL Yániz^a, F López-Gatius^b, I García-Ispuerto^b, G Bech-Sàbat^b, B Serrano^b, C Nogareda^b, S Almería^c, P Santolaria^a

^aDepartamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos e Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Huesca, España
E-mail: jyaniz@unizar.es.

^bDepartamento de Producción Animal, Universidad de Lleida, Lleida, España

^cDepartamento de Anatomía y Salud Animal, y Centro de Investigación en Salud Animal (CReSA), Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

INTRODUCCION

Desde su descubrimiento, la neosporosis se ha convertido en una enfermedad de gran importancia a nivel mundial y es considerada en la actualidad como una de las primeras causas de aborto en ganado vacuno de todo el mundo. En España, en varios estudios se ha evidenciado elevadas tasas de infección (de entre el 32% al 57% de los fetos y entre el 33 y 58 % de los rebaños afectados). Estudios previos de nuestro grupo de trabajo han evidenciado una altísima incidencia de los cuadros de aborto asociados a *N. caninum* en el noreste español, independientemente de la tasa de prevalencia encontrada en los rebaños (López-Gatius et al., 2005a, 2005b; Nogareda et al., 2007; López-Gatius et al., 2007a, 2007b; Bech-Sabat et al, 2007). Las vacas seropositivas presentan de 12 a 18 veces mayor riesgo de abortar que las seronegativas en los mismos rebaños, con tasas de abortos del 30-44% en los animales seropositivos. Los abortos por *N. caninum* pueden tener lugar desde los tres meses de gestación hasta el final de la misma.

El clima parece jugar un papel muy importante en el éxito reproductivo, y hay indicios de que las condiciones climáticas pueden influir en el riesgo de aborto asociado a *Neospora caninum*. En un estudio previo demostramos que la lluvia puede comprometer el éxito de la gestación en vacas infectadas crónicamente por *Neospora caninum* (López-Gatius et al, 2005b). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diversas variables climáticas sobre el riesgo de aborto asociado a *Neospora caninum* en vacas lecheras de alta producción, analizando por vez primera el efecto acumulativo de algunas variables climáticas como la humedad relativa (RH) y los índices temperatura-humedad (THI).

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en dos granjas comerciales de vacas lecheras de alta producción situadas en la franja Lleida-Huesca, con una historia conocida de prevalencia de *N. caninum*. En las granjas no había presencia de perros, aunque en la zona existen zorros. La prevalencia media de *Neospora* en las granjas fue del 23 % de aborto fue al menos 10 veces mayor en las vacas seropositivas que en las seronegativas durante el periodo de estudio, entre enero de 2002 y agosto de 2007. Todos los animales estaban libres de tuberculosis y brucelosis y se realizaron programas vacunas estrictos para la prevención del IBR y BVD. Los diagnósticos de gestación se realizaron el día 40 tras la inseminación mediante palpación o ecografía transrectal, y mediante palpación rectal en los días 90, 120, 150, 180 y 210. Los animales se observaron diariamente para detectar indicios de aborto entre el día 90 de gestación y el parto. Todos los fetos abortados derivadas de los animales *Neospora*-seropositivos enviados al laboratorio durante el periodo de estudio (n = 28) presentaron evidencia de infección por *Neospora*, determinadas mediante inmunohistoquímica y PCR. La población final de estudio incluyó animales *Neospora*-seropositivos, diagnosticados mediante análisis serológicos anuales utilizando un kit ELISA comercial (CIVTEST[®] anti-*Neospora*; Hipra, Girona, Spain). Los datos climáticos (temperatura media y máxima diaria, RH media y mínima, y lluvia se obtuvieron de una estación meteorológica

situada a menos de 6 km de distancia de las granjas. La THI media y máxima se calculó utilizando las siguientes fórmulas:

THI media = $(0.8 \times T \text{ media} + (RH \text{ media}/100) \times (T \text{ media}-14.4) + 46.4)$;

THI máxima = $(0.8 \times T \text{ máxima} + (RH \text{ mínima}/100) \times (T \text{ máxima}-14.4) + 46.4)$

Donde T es la temperatura y RH la humedad relativa.

En las dos granjas, los animales se mantuvieron a la sombra y con ventiladores que se activaron cuando la temperatura sobrepasaba los 23-27°C. Las siguientes variables se calcularon para el primer, segundo y tercer trimestre de gestación: valores trimestrales medios para la temperatura media, máxima y mínima diaria; días acumulados con temperaturas menores de 0, 5 y 10°C, y mayores de 20, 25, 30 y 35°C; RH media y mínima; días acumulados con una RH menor de 40 y 60%, y mayor de 80, 90, 95 y 98%; THI medio y máximo; días acumulados con índice THI mayor de 70, 75, 80, 85 y menor de 55 y 60; y lluvia total en mm.

Se realizó un análisis de regresión logística para novillas y vacas de los datos de cada gestación, utilizando el aborto como variable dependiente (0 o 1) y el rebaño, el aborto previo en la misma gestación, y las variables climáticas para cada trimestre de gestación como factores independientes. Las variables climáticas se consideraron como variables continuas. La granja y el aborto previo se consideraron como variables categóricas. Los valores medios se expresan como la media \pm desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSION

La tasa de aborto fue del 2,3% (61 de 2709 gestaciones) y 23,6% (177 de 750 gestaciones) para los animales seronegativos y seropositivos, respectivamente. De las 3459 gestaciones registradas, 750 (21,7%) correspondieron a animales seropositivos frente a *N. caninum*: 229 en novillas y 521 en vacas. Estas 750 gestaciones constituyeron la población final de estudio.

En las novillas, y basándonos en los "Odds ratio", una unidad de aumento de días acumulados con una RH menor de 60% durante el segundo trimestre de gestación produjo un aumento de 1,031 veces en la tasa de aborto. El análisis de regresión logística no reveló ningún efecto significativo para las demás variables estudiadas.

En las vacas, basándonos igualmente en los "Odds ratio", una unidad de aumento en el número de lactación produjo una disminución de 0.84 veces en la tasa de aborto. Durante el segundo trimestre de la gestación, una unidad de incremento en los días acumulados con una RH menor de 60% y una unidad de incremento en los mm de lluvia produjo un aumento de 1,024 y 1,008 veces la tasa de aborto, respectivamente. El análisis de regresión logística no reveló ningún efecto significativo para las demás variables estudiadas. No se detectó la presencia de interacciones significativas.

El mecanismo mediante el cual la acumulación de días con lluvia y baja humedad durante el segundo trimestre de la gestación aumenta la incidencia de aborto no es claro, pero puede estar relacionado con la reducción de la ya deprimida inmunidad celular hacia el mitad de la gestación (Innes et al., 2001). Parece que la actividad del sistema inmune varía dependiendo de las condiciones ambientales, presentando variaciones estacionales (Nelson, 2004). Aunque la inmunidad estacional parece estar modulada por cambios en la duración del día, es posible que otras condiciones ambientales como la lluvia y la RH puedan también tener un efecto en la función inmune, cambiando la sensibilidad a la enfermedad.

Como en un estudio previo (López-Gatius et al., 2005b), la lluvia durante el segundo trimestre de la gestación se ha asociado a un aumento en la incidencia de aborto en vacas. Sin embargo, la lluvia no tuvo efecto en las novillas. Esta diferencia no puede atribuirse a las condiciones de los alojamientos, ya que las vacas se alojaron en parques bajo techo, y en consecuencia estaban más protegidas contra el efecto de la lluvia que las novillas, alojadas en parques a la intemperie. Tampoco puede atribuirse a una mayor sensibilidad de las vacas a la infección por *N. caninum*, ya que la incidencia de abortos fue ligeramente menor en vacas (21.9 %) que en novillas (27.5 %). Probablemente, las novillas sufren un menor estrés metabólico relacionado con la producción lechera y pueden soportar el estrés ambiental mejor que las vacas en ordeño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bech-Sabat G, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Ispuerto I, Pabon M, Nogareda C, Yániz JL, Almeria S. 2007. Progesterone supplementation during mid-gestation increases the risk of abortion in *Neospora*-infected dairy cows with high antibody titres. *Vet Parasitol* 145:164-167.
- Innes EA, Wright SE, Maley S, Rae A, Schock A, Kirvar E, Bartley P, Hamilton C, Carey IM, Buxton D, 2001: Protection against vertical transmission in bovine neosporosis. *Int. J. Parasitol.* 31 1523-1534.
- López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Garbayo JM, Almería S, 2005a: Use of beef semen reduces the risk of abortion in *Neospora*-seropositive dairy cows. *J. Vet. Med. B* 52 88-92.
- López-Gatius F, García-Ispuerto I, Santolaria P, Yániz JL, López-Béjar M, Nogareda C, Almería S, 2005b. Relationship between rainfall and *Neospora caninum*-associated abortions in two dairy herds in a dry environment. *J Vet MedB* 52,147-152.
- Lopez-Gatius F, Almeria S, Donofrio G, Nogareda C, Garcia-Ispuerto I, Bech-Sabat G, Santolaria P, Yániz JL, Pabon M, de Sousa NM, Beckers JF. 2007a. Protection against abortion linked to gamma interferon production in pregnant dairy cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Theriogenology* 68:1067-1073.
- Lopez-Gatius F, Garbayo JM, Santolaria P, Yániz JL, Almeria S, Ayad A, de Sousa NM, Beckers JF. 2007b. Plasma pregnancy-associated glycoprotein-1 (PAG-1) concentrations during gestation in *Neospora*-infected dairy cows. *Theriogenology* 67:502-508.
- Nogareda C, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Garcia-Ispuerto I, Bech-Sabat G, Pabon M, Mezo M, Gonzalez-Warleta M, Castro-Hermida JA, Yániz J, Almeria S. 2007. Dynamics of anti-*Neospora caninum* antibodies during gestation in chronically infected dairy cows. *Vet Parasitol* 148:193-199.
- Nelson RJ, 2004: Seasonal immune function and sickness responses. *Trends. Immunol.* 25 187–192.

EFFECT OF CLIMATIC FACTORS ON THE RISK OF ABORTION ASSOCIATED TO *NEOSPORA CANINUM* IN HIGH PRODUCING DAIRY COWS

ABSTRACT: The objective of this work was to study the effect of climatic variables on the risk of abortion associated to *Neospora caninum* in high producing dairy cows. In heifers (n = 229), an increase in the cumulative number of days with a mean relative humidity (RH) lower than 60 % during the second trimester of gestation increases the risk of abortion. In pregnancies of parous cows (n = 521), an increase in rainfall and in the cumulative number of days with a mean RH lower than 60% during the second trimester of gestation increased the abortion rate. However, in contrast, an increase in the lactation number produced a decrease in the abortion rate.

KEYWORDS: *Neospora caninum*, Abortion, Climate, Dairy cows

INFLUENCIA DEL MICROCLIMA EN UNA EXPLOTACIÓN DE VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN SOBRE LA PÉRDIDA FETAL

P Santolaria^a, F López-Gatius^b, I García-Ispierto^b, G Bech-Sàbat^b, B Serrano^b, JL Yániz^a
^aInstitute of Environmental Science, University of Zaragoza, Huesca, Spain. psantola@unizar
^bDepartment of Animal Production, University of Lleida, Lleida, Spain

INTRODUCCION

La fertilidad en las vacas de leche de alta producción, sometidas a una fuerte demanda metabólica por la producción de leche, puede verse comprometida ante la presencia de otros factores estresantes como el calor. El estrés por calor también afecta a la gestación (De Rensis y Scaramuzzi, 2003). La pérdida de la gestación es, probablemente, el desorden con mayor impacto económico que afecta al rendimiento productivo, sobre todo cuando esa pérdida ocurre entre los días 30 y 60 de gestación, es decir en la última fase de la etapa embrionaria o en el inicio del periodo fetal. Entre las causas que provocan esta pérdida fetal temprana se han descrito factores asociados al manejo del animal, tanto en nuestra área geográfica de estudio (Labèrnia *et al.*, 1996; López-Gatius *et al.*, 2002; López Gatius *et al.*, 2004) como en otras regiones (Grimard *et al.*, 2006; Gábor *et al.*, 2008). En todos estos estudios, las variables climáticas se obtuvieron en estaciones meteorológicas situadas a varios kilómetros de la explotación y además los valores recogidos eran las medias diarias de temperatura y humedad relativa.

Por ello, el objetivo de este estudio es determinar una posible relación entre las medidas climáticas recogidas en la misma explotación, registradas en intervalos de 30 minutos desde el día 0 hasta el día 40 post-inseminación, y la pérdida fetal temprana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron datos climáticos y de producción de 759 vacas gestantes desde diciembre del 2006 hasta noviembre del 2007 en una explotación de vacas Frisonas-Holstein de alta producción, situada en la provincia de Huesca. El rebaño durante el periodo de estudio disponía de 1074 vacas, con una producción de 39,2 kg de leche por vaca y día, repartidos en tres ordeños diarios. Las vacas se alojaban en parques abiertos con cubículos. Los parques disponían de ventiladores y difusores de agua que entraban en funcionamiento en las horas más cálidas del día (cuando la temperatura alcanzaba aproximadamente los 23°C y 25°C respectivamente). Los ventiladores estaban situados en la zona de los cubículos, mientras que los difusores de agua se distribuyeron en el área de alimentación, con el agua cayendo directamente hacia las vacas.

Tras un periodo de espera voluntario desde el parto a la primera inseminación de 50 días, se inseminaron vacas exentas de problemas reproductivos, utilizando 10 toros de fertilidad garantizada. El diagnóstico de gestación se realizó con ecografía entre los días 28-34 post-inseminación (Scanner SonoSite 180 PLUS con transductor de 10-5 MHz; SonoSite, Bothell, WA, USA). Solamente se utilizaron en el estudio vacas con embriones detectados vivos por el latido cardiaco en el momento del diagnóstico. La confirmación de la gestación se realizó posteriormente a los 80-86 días post-inseminación por palpación rectal.

Las variables climáticas fueron registradas por sensores ('Hobo® Pro v2 logger', Onset Computer Corporation, Madison, USA) colocados en la zona de los cubículos, con precisión de $\pm 0,2^\circ\text{C}$ de temperatura, y $\pm 2,5\%$ de humedad relativa. Se colocaron dos sondas por parque a una altura de 2,5 metros del suelo y a una distancia de 10 metros del flujo de aire del ventilador. Se utilizaron los valores medios de las dos sondas para calcular las variables climáticas. Todos los datos fueron recogidos en la sombra.

Los valores de la temperatura del aire (T) y la humedad relativa (RH) se registraron cada 30 minutos. Se calculó el índice de temperatura-humedad (THI) de acuerdo a la siguiente ecuación (García-Ispierto *et al.*, 2006):

$THI = (0.8 \times T \text{ media} + (RH (\%) \text{ media} / 100) \times (T \text{ media} - 14.4) + 46.4)$;
Donde T es la temperatura y RH es la humedad relativa

Las siguientes variables se calcularon para cada día entre el día 0 y 40: temperatura media, máxima y mínima; número de horas diarias con temperaturas mayores de 20, 25, 30 y 35° C; HR media y mínima; número de horas al día con RH mayor de 80, 90, 95 y 98%; THI medio y máximo y número de horas con THI mayor de 70, 75, 80, 85 y menor que 55 y 60. También se analizaron las oscilaciones. Las variaciones de T y THI se registraron como oscilaciones cuando una temperatura o valor medio de THI fue 1.2 veces más alto o más bajo que la media diaria de los 10 días previos. Se estudiaron los siguientes periodos post-inseminación: 0-40, 0-10, 11-20, 21-30 y 31-40 días.

En el análisis de los datos se utilizaron modelos de regresión logística (SPSS) considerando la pérdida fetal como variable dependiente y el número de lactación, la producción de leche, los días en leche, el toro, la gestación gemelar y las variables climáticas previamente descritas como factores independientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

La lactación media, la producción de leche y los días en leche fueron de 2.2 ± 1.4 lactaciones (media \pm E.S.; rango 1-8 lactaciones), 42.6 ± 9.5 Kg. (rango: 20-76 Kg.) y 132 ± 67 días (rango: 51-422 días), respectivamente. Seiscientos noventa y dos gestaciones (91.2%) fueron simples y 67 (8.8%) fueron gemelares. Se registró un 6.7% (51/759) de pérdida de gestación: 5.6% (39/692) en las simples y 17.9% (12/67) en las gemelares, y 6.5% (31/478) y 7.1% (20/281) de pérdidas en el periodo frío (de diciembre a abril) y cálido (de mayo a septiembre), respectivamente.

En la tabla 1 se muestran los factores incluidos en el modelo final con influencia en la pérdida de gestación. Al igual que en otros estudios, existe una fuerte asociación entre la presencia de una gestación doble y su subsiguiente pérdida (López-Gatius et al., 2002). Además, el incremento del número de horas acumuladas con $THI > 85$ entre los días 11 y 20 de gestación favoreció la pérdida de gestación (odds ratio = 1.57). En la vaca la implantación del embrión se produce durante los días 21-30 de gestación (Guillomot, 1993). Los complejos mecanismos de interacción que se establecen entre el embrión y su madre durante los días previos a la implantación son críticos para la supervivencia del embrión. Según nuestros resultados, un fuerte estrés por calor durante dicho periodo pre-implantacional puede comprometer la continuidad de la gestación.

Otro factor que se manifestó como significativo fue el número de oscilaciones del THI máximo. Únicamente se registraron oscilaciones de este tipo durante los meses de diciembre y febrero, y es destacable el hecho de que estas oscilaciones de THI durante el periodo embrionario estén relacionadas con la pérdida fetal. Las oscilaciones diarias de T^a y THI, que son más frecuentes durante los meses de verano, no afectaron al mantenimiento de la gestación, debido, posiblemente, a que durante las horas nocturnas las vacas son capaces de disipar el calor acumulado durante el día (Igono et al., 1987). En estas situaciones, de oscilaciones diarias repetidas, un incremento y adaptación de los mecanismos de termorregulación de la vaca son probablemente capaces de mantener la estabilidad térmica del animal. Sin embargo cuando las oscilaciones son esporádicas, es decir, cuando se produce una variación de las condiciones climáticas en un determinado día en relación a los días previos, se incapacita la adaptación, provocando un fallo en la termorregulación de la vaca que parece afectar a la supervivencia del embrión.

En conclusión, las condiciones climáticas acumuladas durante los primeros 40 días tras la inseminación pueden comprometer el éxito de la gestación, tanto durante los periodos cálidos como fríos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Rensis F, Scaramuzzi RJ, 2003. Theriogenology 60 1139-1151.
- Gábor G, Tóth F, Ózsvári L, Abonyi-Tóth Zs, Sasser RG, 2008. *Reprod. Domest. Anim.* 43 53-8.
- García-Ispuerto I, López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Nogareda C, López-Béjar M, De Rensis F. 2006. *Theriogenology* 65 799-807.
- Grimard B, Freret S, Chevallier A, Pinto A, Ponsart C, Humblot P, 2006. *Anim. Reprod. Sci.* 91 31-44.
- Guillomot M, Fléchon JE, Leroy F, 1993. *Reprod. Mammals and Man. Paris. Ellipses* 387-410.
- Igono MO, Johnson HD, Steevens BJ, Krause GF, Shanklin MD, 1987. *J. Dairy Sci* 70 :1069-79.
- Labèrnia J, López-Gatius F, Santolaria P, López-Béjar M, Rutllant J, 1996. *Theriogenology* 45 1247-53.
- López-Gatius F, Santolaria P, Yaniz J, Rutllant J, López-Béjar M, 2002. *Theriogenology* 57 1251-61.
- López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Garbayo JM, Hunter RHF, 2004. *Reproduction of Domestic Animals* 39 429-33.

Tabla 1. Variables finalmente incluidas en el modelo de regresión logística para la pérdida fetal temprana.

Factor	Tipo variable	n	%	Razón Odds	95% Intervalo de confianza	P
<i>Gestación gemelar</i>	0	692	5.6			
	1	67	17.9	3.98	1.91-8.33	< 0.0001
<i>Horas acumuladas con THI > 85 entre los días 11 y 20 de gestación</i>	continua	759		1.57	1.11-2.25	0.014
<i>Nº oscilaciones del THI máximo entre los días 0 y 40 de gestación</i>	continua	759		1.16	1.01-1.32	0.026

Likelihood ratio test = 678,4; 3 df, P = 0.0001. Hosmer and Lemeshow Goodness-of-fit test = 0,37; 3 df, P = 0.95

INFLUENCE OF MICROCLIMATE CONDITIONS IN A HIGH PRODUCING DAIRY COWS HERD ON EARLY FETAL LOSS

ABSTRACT: The aim of this study was to determine possible relationships between real farm climate variables, recorded from day 0 to day 40 post-artificial insemination on a 30 min basis, and early fetal loss in high producing dairy cows. The data were derived from 759 cows in one single well-managed, high producing, Holstein-Friesian dairy herd. Six hundred and ninety-two pregnancies (91.2%) bore singletons and 67 (8.8%) carried twins. No triplets were recorded. Pregnancy loss was recorded in 6.7% (51/759) of pregnancies: 5.6% (39/692) in single and 17.9% (12/67) in twin pregnancies. Using logistic regression procedures and based on the odds ratio, the presence of twins led to a 3.98-fold increase in pregnancy failure. A one-unit increase in the cumulative number of hours, with values for the temperature-humidity index value higher than 85 during days 11-20 of the gestation period caused a 1.57-fold increase in the pregnancy loss, whereas the likelihood of fetal loss increased by a factor of 1.16 for each additional episode of acute increases in maximum values on the temperature-humidity index, during gestation days 0-40. Episodes of acute increases in maximum values on the temperature-humidity index were only recorded during the cool period. In conclusion our findings show that cumulative stressful climatic conditions can compromise the success of gestation during both the cool and warm period of the year.

KEYWORDS: Pregnancy loss, Heat stress, Early fetal period, Dairy cows

FACTORES QUE AFECTAN A LA FUNCIÓN REPRODUCTIVA EN VACAS NODRIZAS DURANTE LA LACTACIÓN

Álvarez-Rodríguez, J., Casasús, I., Sanz, A.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. jalvarezr@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En vacuno de carne, la duración del anestro post-parto está condicionada por dos efectos mayores, la nutrición y el amamantamiento, y por diversos efectos menores, como la estación, la raza, la edad u orden de parto, presencia del toro, distocia e involución del útero después de la gestación anterior (Short et al., 1990).

En las condiciones de producción de montaña en España, la nutrición antes del parto, valorada de forma indirecta por la nota de estado corporal (CC) a término, y el nivel de alimentación post-parto junto con el sistema de amamantamiento fueron los factores concluyentes que determinan el restablecimiento de los ciclos estrales después del parto, mientras que la raza y la estación no aportaron un efecto marcado (Sanz et al., 2004).

Este análisis se planteó para estudiar ciertos factores intrínsecos (raza, edad, CC, características del primer ciclo estral) y extrínsecos (sistema de amamantamiento y estación) de la vaca que podrían actuar sobre su ganancia de peso y su función reproductiva durante la lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 148 vacas nodrizas múltiparas de las razas Parda de Montaña (PA) (n=93) y Pirenaica (PI) (n=55) procedentes de 3 ensayos repartidos en las parideras de otoño (n=47) e invierno (n=101), que fueron sometidas a 3 intensidades de amamantamiento desde el día siguiente al parto: acceso restringido a un amamantamiento diario de 30 minutos a las 08:00 (AR1) (n=38), acceso restringido a dos amamantamientos diarios de 30 minutos a las 08:00 y las 15:30 (AR2) (n=65) y acceso libre a la madre (AL) (n=45).

Las vacas de la paridera de otoño se alimentaron de pastos de puerto en el último tercio de gestación, mientras que las de la paridera de invierno pastaron zonas de bosque al principio y se les suministró una mezcla completa (1 x mantenimiento) al final de dicho período. Durante la lactación, todas las vacas recibieron una dieta completa (1 x mantenimiento) (90,5% MS, 9,2% PB, 55,4% FND, 31,2% FAD).

Se pesaron las vacas al parto (media de valor <24 h post-parto (pp) y semana siguiente) y semanalmente durante al menos 3 meses pp y se calculó su ganancia por regresión de pesos. Se determinó su CC (media $2,6 \pm 0,2$, en escala 1-5) después del parto y se suministró un antibiótico intrauterino por vía vaginal. Se tomaron 2 muestras de sangre por semana para determinar la concentración plasmática de progesterona (P4) por radioinmunoanálisis (kit Coat-A-Count P4 kit®, DPC, Los Ángeles, CA, USA). En la semana 7-8 pp se introdujo un toro por parque (10-16 vacas/toro) hasta el fin del ensayo. Las vacas que no reiniciaron su actividad luteal durante el período de muestreo (al menos 100 días pp) se consideraron en anestro total. Se calculó la concentración media de P4 en el primer y segundo ciclo. Se clasificaron las vacas según el modelo de reactivación: ciclo corto (n=90), ciclo normal (n=26), anestro total (n=28), gestación en el primer ciclo (n=3) y cuerpo lúteo persistente/pérdida de gestación (n=1). Se estudió la expresión de celo a partir de los registros obtenidos de sensores de actividad (Alfa Laval Agri, Tumba, Suecia) colocados en el cuello de 98 de las vacas. Las reproductoras se agruparon en clases de edad para el análisis: ≤ 4 años (n=38), 4,1-6 años (n=33), 6,1-8 años (n=25), 8,1-10 años (n=27) y ≥ 10 años (n=25); y en clases de nota de CC al parto: $\leq 2,5$ (n=71), $> 2,5$ (n=77).

Se estudiaron los factores de variación de los resultados productivos y reproductivos por medio de análisis de varianza con un modelo lineal generalizado que consideró la raza, la edad, la CC, el modelo de reactivación, el sistema de amamantamiento y la estación como efectos fijos y la vaca como efecto aleatorio. Se realizaron tablas de contingencia para valorar la asociación de la expresión de celo con los anteriores factores. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa SAS (version 9.1., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de las vacas al parto fue inferior en la raza PA que en la PI (572 vs. 607 kg, $P<0,001$). Este resultado discrepa con el observado 15 años atrás en el mismo rebaño (Casasús et al., 2002), donde ambos genotipos mostraban el mismo peso después del parto. El peso al parto fue superior en la paridera de otoño que en la de invierno (604 vs. 574 kg, $P<0,01$), similar a lo apuntado en el mencionado trabajo. Además, dicho parámetro fue inferior en las vacas que parieron con CC $\leq 2,5$ que con $>2,5$ (568 vs. 611 kg, $P<0,001$). El peso de las vacas al parto difirió entre grupos de edad (Tabla 1), siendo superior a partir de los 6 años ($P<0,05$), mientras que fue inferior en aquéllas que posteriormente reiniciaron su actividad ovárica con un ciclo corto que con uno normal (569 vs. 604 kg, $P<0,05$).

A pesar de las diferencias anteriores, la ganancia media diaria de las vacas en los 3 primeros meses de lactación fue similar entre razas, estaciones, clases de edad y modelos de reactivación ($P>0,10$), mientras que la categoría de CC al parto únicamente mostró una tendencia sobre este parámetro (-0,06 vs. -0,14 kg/día en $\leq 2,5$ y $>2,5$, respectivamente, $P=0,08$). Sin embargo, el sistema de amamantamiento determinó en gran medida las ganancias de las vacas en dicho período, que fueron superiores en AR1 y AR2 que AL (-0,01 y -0,05 vs. -0,25 kg/día, respectivamente, $P<0,001$).

El intervalo a la 1ª ovulación se vio influido por la edad (Tabla 1), siendo más corto en el grupo de edad ≥ 10 años y de 4,1-6 años ($P<0,05$). Estos datos concordarían parcialmente con los de Osoro y Wright (1992), que observaron un descenso de la fertilidad después de los 7 años, aunque en su estudio no incluyeron vacas con más de 10-11 años. Nuestros resultados demuestran que, si se utilizan criterios de desvieje adecuados, el grupo de vacas con ≥ 10 años (en este caso de media 12,7 años) que se mantienen en el rebaño no tiene por qué mostrar peores resultados reproductivos que sus congéneres.

Así mismo, el intervalo hasta la 1ª ovulación fue inferior en otoño que en primavera (55 vs. 73 días, $P<0,001$), similar a lo descrito en el análisis reproductivo de 10 años atrás en el mismo rebaño (Sanz et al., 2004).

Las vacas que amamantaron de forma restringida (AR1 y AR2) mostraron un menor intervalo hasta la 1ª ovulación que en AL (60 y 59 vs. 74 días, $P<0,01$). Además, este parámetro tendió a ser superior en las vacas con CC $\leq 2,5$ que en las de $>2,5$ (68 vs. 61 días, $P=0,08$), pero no se vio influido por la raza (de media se detectó en un 65,3% de las vacas, $P>0,10$).

La expresión de celo se vio afectada ligeramente por la CC de las vacas al parto, siendo menor la proporción de vacas con celo detectado cuando la CC al parto fue $\leq 2,5$ que $>2,5$ (42,8 vs. 57,8 %, $P=0,09$). El resto de factores no se asociaron con diferencias en la expresión de celo ($P>0,10$).

El intervalo hasta el primer celo no difirió entre estaciones, sistemas de amamantamiento o razas ($P>0,10$), pero se observó una tendencia a una influencia de la edad, siendo superior este intervalo entre 6,1 y 10 años que en el resto de categorías (64 vs. 46 días, $P=0,05$). La categoría de CC al parto afectó a la duración del anestro pp (59 vs. 47 días en $\leq 2,5$ y $>2,5$, respectivamente, $P<0,05$). El intervalo a la 1ª ovulación en las vacas que mostraron celo no difirió entre edades, estaciones, sistemas de amamantamiento o razas ($P>0,10$). Sin embargo, la categoría de CC al parto afectó a dicho intervalo (55 vs. 42 días en $\leq 2,5$ y $>2,5$, respectivamente, $P<0,01$).

La concentración de P4 en el primer ciclo se vio especialmente afectada por el modelo de reactivación ($P<0,001$), siendo inferior en los ciclos cortos y superior en las vacas que quedaron gestantes en el mismo (1,6 vs. 5,8 ng/ml), mientras que los ciclos normales y/o cuerpos lúteos persistentes mostraron concentraciones intermedias (3,8 y 4,6 ng/ml, $P<0,05$). La concentración de P4 en el segundo ciclo no se vio afectada por ningún factor (media 4,6 ng/ml, $P>0,10$), por lo que a partir de entonces quedaría normalizada la actividad luteal de la vaca.

En nuestras condiciones de trabajo, la Parda de Montaña mostró pesos al parto más bajos que la Pirenaica, aunque esta diferencia no se tradujo en peores resultados reproductivos.

La recuperación de peso fue mayor en otoño que en primavera, lo que podría explicar el menor intervalo hasta la primera ovulación en las vacas con parto en otoño.

Las vacas adultas aumentaron de peso hasta los 6 años, pero ese estado de crecimiento no se correspondió con peores resultados reproductivos en dichos grupos de edad. El nivel de reservas al parto se relacionó parcialmente con la intensidad de expresión de celo y el intervalo hasta éste, probablemente como reflejo del mayor tamaño del folículo dominante en las vacas con mejor estado corporal (Lents et al., 2008).

Las ganancias de peso durante la lactación y el intervalo hasta la primera ovulación estuvieron especialmente moduladas por el sistema de amamantamiento, indicando la necesidad de intensificar el manejo del ternero para no comprometer los resultados productivos y reproductivos de la vaca nodriza. En los sistemas extensivos, esta premisa apuntaría a la necesidad de planificar las épocas de partos y las instalaciones para permitir la separación diaria del ternero durante los primeros meses de lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casasús, I., Sanz, A., Villalba, D., Ferrer, R. & Revilla, R., 2002. *J. Anim. Sci.* 80: 1638–1651.
- Lents, C.A., White, F.J., Ciccioioli, N.H., Wettemann, R.P., Spicer, L.J. & Lalman, D.L., 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 2549-2556.
- Osoro, K. & Wright, I.A. 1992. *J. Anim. Sci.* 70: 1661-1666.
- Sanz, A, Bernués, A, Villalba, D, Casasús, I. & Revilla, R., 2004. *Liv. Prod. Sci.* 86: 179-191.
- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G. & Custer, E.E., 1990. *J. Anim. Sci.* 68: 799-816.

Tabla 1. Resultados productivos y reproductivos en las vacas según la categoría de edad

Clase de edad	Peso al parto (kg)	Intervalo hasta la 1ª ovulación (días)
≤4 años	545 ± 12 ^b	70 ± 7 ^a
4,1-6 años	549 ± 12 ^b	61 ± 6 ^{ab}
6,1-8 años	606 ± 14 ^a	70 ± 6 ^a
8,1-10 años	620 ± 14 ^a	67 ± 7 ^a
≥10 años	627 ± 13 ^a	54 ± 6 ^b

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MICINN (INIA RTA 2005-0231). Los autores expresan su agradecimiento al personal de ‘La Garcipollera’ (J.M. Acín, J. Casaus, M.A. Pueyo, N. Mladenov, S. Latorre y A. Alcay) y a G. Morin, así como a J. L. Alabart y P. Sánchez por su colaboración en los análisis de P4.

FACTORS AFFECTING REPRODUCTIVE FUNCTION IN BEEF COWS DURING LACTATION

ABSTRACT: This study analysed factors affecting productive and reproductive function of beef cows (n=148) from Parda de Montaña (PA) and Pirenaica (PI) breeds calving in the autumn (AU) or winter (WI) and nursing once- (1S), twice-daily (2S) or *ad libitum* (AS). Weight was recorded weekly. Twice-weekly blood samples were collected to analyse progesterone and cow activity was monitored through collars.

Calving weight was lower in PA than in PI, it was greater in AU than in WI. Also, calving weight was greater after cows reached 6 years, and it was lower in cows that later resumed ovulation with a short cycle. Weight gains were only affected by suckling system, being higher in 1S and 2S than in AS.

Interval to first ovulation (IFO) was lower in cows between 4.1-6 and ≥10 years. The latter was lower in AU than in WI. 1S and 2S had lower IFO than AS, but there was no breed effect. Only 65.3% of the cows were detected in oestrus. The interval to first oestrus (IFE) was not affected by season, suckling system or breed, but it was greater in cows having 6.1-10 years. Cows calving with body condition score ≤2.5 had longer IFE than >2.5.

Keywords: performance, anoestrus, suckling, body condition

INFLUENCIA DE LOS FACTORES BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES SOBRE LOS NIVELES HORMONALES DE MACHOS EN RAZAS OVINAS DE DOBLE APTITUD LECHE-CARNE

Palacios C², Martín-Gil J¹, Hernández-Navarro S¹, Correa-Guimaraes A¹, García RV³, Lafuente MA³

¹, Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Universidad de Valladolid (Campus de Palencia), Avenida de Madrid, 57, 34004 Palencia.², Departamento de Construcción y Agronomía, Universidad de Salamanca. carlospalacios@colvet.es³, Servicios Técnicos Veterinarios. Zamora.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio recoge los resultados del efecto que factores como actividad sexual, raza, y edad, producen sobre los parámetros hormonales reproductivos y sobre el nivel sérico del cortisol, hormona referenciada con el nivel de estrés, en machos de ganado ovino. La posibilidad de utilizar metodologías de análisis de niveles séricos rápidos puede ser una alternativa utilizable en el seguimiento de la actividad reproductiva del ganado ovino, al poder detectar anomalías reproductivas o manejos estresantes. Fernandez et al. (1999) proponen que la concentración de testosterona y el tamaño testicular se pueden utilizar para predecir la producción de esperma y por tanto el nivel reproductivo para la siguiente estación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La actividad sexual la referimos en función de la presencia de los machos con las hembras del rebaño. El efecto de la actividad sexual se estudió sobre dos grupos de machos de raza Churra en actividad (N=11) y en pasividad(N=15). El efecto de la raza ha sido estudiado en machos pasivos de raza Churra (N= 26) y de raza Assaf (N=8). Para machos activos (N=11) machos de Raza Churra y (N=18) de raza Castellana. El efecto de la edad ha sido estudiado separadamente en machos según su actividad sexual, en mayores (N=24) o menores (N=20) de 22 meses de edad.

Las determinaciones hormonales se han llevado a cabo utilizando reactivos y metodología (inmunoensayo de electroquimioluminiscencia, CLIA) de la casa comercial Abbott Diagnostics con sus sistemas Architect i2000 y AxSYM. Los datos se han procesado con el programa estadístico Statgraphics Plus, realizando una ANOVA, para cada factor, multifactorial para los tres factores y los componentes de la varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la actividad sexual sobre los parámetros reproductivos

Los machos activos han exhibido mayor perímetro testicular que los pasivos (30.5 cm vs 27.9 cm, $p < 0.05$, Tabla 1) y mayor nivel de testosterona (6.4 ng/ml vs 1.95 ng/ml, $p < 0.001$). Encontramos una asociación entre el nivel de testosterona con el tamaño testicular (Martín *et al.*, 1994) y presentados anteriormente por (Dufour *et al.*, 1984).

Las concentraciones de cortisol han sido también más altas ($p < 0,05$) en los ejemplares activos respecto a los pasivos (1.6 µg/ml vs 0.9 µg/ml, $p < 0.05$), lo que refleja el mayor grado de estrés de los primeros (Möstl y Palme, 2002).

Las concentraciones de hormonas *femeninas* de uno a otro grupo también experimentaron diferencias moderadamente significativas ($p < 0,05$): para progesterona, 0.6 ng/ml en activos vs 0.4 ng/ml, en pasivos; y para estradiol, 44.7 pg/ml en activos vs 24 pg/ml, en pasivos.

La actividad sexual explica un porcentaje de la varianza en todos los valores analizados y obtiene diferencias significativas en ANOVA multifactorial (actividad, raza y edad) para las variables estudiadas, menos para el contenido de estradiol. Por esta

importancia que tienen sobre los demás factores en todos los parámetros, diferenciaremos los resultados de ellos por el estado de actividad.

El efecto de la raza sobre los parámetros reproductivos

Como vemos en la tabla 2, respecto a los machos pasivos, la concentración sérica de testosterona ha resultado ser significativamente muy superior ($p < 0,001$) en los machos *Assaf*, con 6.2 ng/ml, vs a los machos *churros*, con 1.3 ng/ml. El nivel de estradiol también ha sido significativamente mayor ($p < 0,05$) en los machos *Assaf* que en los de raza *Churra* (34 ng/ml vs 23 ng/ml, $p < 0.05$).

Para los machos activos, los machos *churros* presentan niveles más elevados que los *castellanos* tanto de testosterona (6.3 ng/ml vs 1.3 ng/ml, $p < 0.001$) como de progesterona (0.57 ng/ml vs 0.34 ng/ml, $p < 0.001$). Se han encontrado varias referencias sobre el efecto que la raza tiene sobre los parámetros analíticos estudiados (Lincoln *et al*, 1990; y Pimentel, *et al*, 2005). Aunque sin participar en el porcentaje de varianza, solo obtiene diferencias significativas en la progesterona cuando analizamos este efecto conjuntamente con los demás factores, por lo que las diferencias encontradas pueden ser circunstanciales.

El efecto de la edad sobre los parámetros reproductivos

Explica un porcentaje de la varianza en todos los valores analizados menos en la progesterona, obtiene diferencias significativas en análisis multifactoriales (actividad, raza y edad) para las variables estudiadas, menos para el contenido de cortisol y progesterona. En los machos pasivos hemos encontrado diferencias significativas ($p < 0,05$) en el perímetro testicular de los machos más viejos respecto a los más jóvenes (31.2 cm vs 29.6 cm), en buena coincidencia con lo publicado por Pimentel *et al* (2005) y, asimismo, concentraciones de testosterona muy similares a las referidas por estos autores (Pimentel *et al*, 2005). Sin embargo, en nuestro estudio los machos jóvenes presentan niveles de progesterona mayores que en los machos viejos (0.5 ng/ml vs 0.37 ng/ml, $p = 0.05$).

Como se observa en la tabla 3, los machos activos mostraron niveles de testosterona significativamente mayores en los machos de más edad (4.5 ng/ml) que en los machos jóvenes (1.2 ng/ml), lo que evidencia su nivel de respuesta al estímulo sexual. Sin embargo, los machos más mayores obtuvieron niveles también más altos de progesterona (0.48 ng/ml vs 0.3 ng/ml de los jóvenes), diferenciándose de lo que ocurría cuando estaban pasivos.

Tabla 1. Resultados hormonales en machos de raza churra según su actividad sexual.

	N	Perímetro testicular (cm)	Testosterona (ng/ml)	Cortisol (μ g/ml)	Progesterona (ng/ml)	Estradiol (pg/ml)
Actividad	11	30,5 \pm 2,4*	6,4 \pm 4,9*	1,6 \pm 1,0*	0,6 \pm 0,3*	44,7 \pm 26,1*
Pasividad	15	27,9 \pm 3,8	1,95 \pm 2,7	0,9 \pm 0,7	0,4 \pm 0,2	24 \pm 12

* $P < 0,05$

Tabla 2: Resultados hormonales en machos según la raza y la actividad sexual.

	N	Perímetro testicular (cm)	Testosterona (ng/ml)	Cortisol (μ g/ml)	Progesterona (ng/ml)	Estradiol (pg/ml)
Churra pasivos	26	28 \pm 2,5	1,3 \pm 5,2	0,9 \pm 0,8	0,4 \pm 0,2	23 \pm 11
Assaf pasivos	8	30 \pm 4,5	6,2 \pm 0,9**	0,9 \pm 0,45	0,5 \pm 0,2	34 \pm 12*
Churra activos	11	30,5 \pm 3,8	6,3 \pm 4,9***	1,7 \pm 1,0	0,57 \pm 0,3**	44 \pm 26
Castellana activos	18	31,2 \pm 3,1	1,3 \pm 1,8	1,6 \pm 0,5	0,34 \pm 0,07	47 \pm 29

* $P < 0,05$, ** $P < 0,001$, *** $P < 0,0001$

Tabla 3: Resultados hormonales en machos según su actividad sexual y edad.

	N	Perimetro testicular (cm)	Testosterona (ng/ml)	Cortisol (µg/ml)	Progesterona (ng/ml)	Estradiol (pg/ml)
<22 meses en pasivos	24	29,6±2,7	3,8±4,6	1,6±0,75	0,5±0,3*	48±23
>22 meses en pasivos	20	31,2±3,6*	2,4±3,4	1,5±0,7	0,37±0,05	48±39
<22 meses en activos	24	27,7±2,0	1,2±1,0	1,1±0,7	0,30±0,14	23±8
>22 meses en activos	20	29,7±4,2	4,5±4,8*	0,7±0,5	0,48±0,24*	30±15

* P<0,05

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dufour, JJ, Fahmy, MH, Minvielle, F. *J Anim Sci*, 1984; 58(2):416-22.
- Fernández-Abella, D, Becu-Villalobos, D, Lacau-Mengido IM, Villegas N, Bentancur, O. *Reprod Nutr Dev*, 1999; 39(5-6):617-24.
- Lincoln, GA., Lincoln, CE. McNeilly, AS. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1990; 88:623-633.
- Martin, GB, Tjondronegoro, S., Blackberry, MA. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1994;101:121-128.
- Möstl, E., Palme, R. *Domestic Animal Endocrinology*, 2002; 23:67–74.
- Pimentel, J., Perezgrovas, R, Zaragoza, L, Rodríguez, G. *Arch Zootec*, 2005; 54:557-564.

INFLUENCE OF BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE HORMONE LEVELS IN OVINE MALES BREEDS OF DOUBLE APTITUDE (MEAT AND MILK)

ABSTRACT: In this study we compare, in addition to testicular perimeter, plasmatic concentrations for cortisol and sexual hormones with sexual activity, age and breed in ovine males. Blood extractions have been made in December and for the analytical determinations electrochemiluminescent assays were used. The studied animals have been 26 males of *Churra* breed, 8 males of *Assaf* breed, and 18 males of *Castilian* breed. Sexually active males show serum hormonal concentrations greater than those of passive males in all studied parameters ($p<0.001$). The level of testosterone (ng/ml) of passive males of *Assaf* breed (6.22) is greater than the one of those of *Churra* breed (1.27), $p<0.01$. In active males, those of *Churra* breed have greater concentration (6.3 ng/ml) than those of *Castilian* breed (1.3 ng/ml), $p<0.001$. Older males exhibit greater testicular perimeters (31.21 cm) than those of youngest (29.57 cm), and testosterone levels are also higher than youngest ones (4.5 vs 1.2 ng/ml), $p<0.05$. The stress of the animals, evaluated through the serum cortisol (Möstl and Palme, 2002), is dependent on sexual activity (1.6 vs 0.86 ng/ml, $p<0.05$). In conclusion, the studied factors have proven to affect the testicular size and sexual hormones and cortisol levels (or their state of stress).

Keywords: ovine males, testosterone, cortisol, stress.

FERTILIDAD Y CAPACIDAD DE CRÍA EN CIERVAS IBÉRICAS (*Cervus elaphus hispanicus*)

D. Carrión, J.A. Estévez, E. Gaspar-López, C.A. Olgúin, F. Ceacero, B. Albiñana, J.A. Gómez, T. Landete-Castillejos, L. Gallego y A.J. García.

Producción Animal-E.T.S.I. Agrónomos. IDR-IREC-UCLM. 02071 Albacete.

andresjose.garcia@uclm.es

INTRODUCCIÓN

El ciervo común es considerado en nuestro país, fundamentalmente, como una especie de la fauna ibérica (Carranza, 1999). Sin embargo, en otros países es explotado desde hace años como ganadería alternativa, siendo incluso considerada como la especie ganadera más recientemente domesticada (Diverio et al., 1996).

El ciervo es una especie poliéstrica estacional de días cortos, muy conservadora desde el punto de vista reproductivo, con una gestación de casi 8 meses, y con una prolificidad de uno. En animales silvestres su fertilidad y capacidad de cría es muy dependiente de la disponibilidad de alimento a lo largo del año, y por tanto de la climatología. Sin embargo, la fertilidad en ciervas con una alimentación controlada y adecuada suele ser mucho mayor y más estable.

La primera vez que las ciervas quedan gestantes, en condiciones de cría controlada, suele ser en su segundo otoño de vida (15-18 meses de edad), con un desarrollo corporal de un 60-70% y 60-65 kg de peso (Kelly y Moore, 1977; Hamilton y Blaxter, 1980). Esto ocurre en Nueva Zelanda, y coincide con la cierva ibérica (Garde et al., 2003).

El éxito reproductivo declina a partir de los 6-7 años de vida, llegándose a la senescencia a los 18-19 años de edad (Fisher et al., 2000).

En el caso de la subespecie ibérica existen escasos conocimientos de diversos aspectos reproductivos y productivos, tal es el caso de la fertilidad y la capacidad de cría a lo largo de la vida de las ciervas. Este fue el objetivo del presente estudio, para así contar con los conocimientos que puedan servir para realizar una gestión técnica adecuada de cotos y explotaciones cinegéticas basándose en conocimientos científicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 12 ciervas ibéricas (*Cervus elaphus hispanicus*) nacidas en mayo de 1993 y mantenidas durante toda su vida en las Instalaciones Experimentales de la Universidad de Castilla-La Mancha. El estudio se extendió hasta el año 2008, incluyendo 14 parideras en las que las condiciones de alimentación y manejo fueron similares. Los animales quedaron gestantes en los meses de septiembre y octubre de cada año. Las crías se destetaron la mayoría de los años a las 18 semanas de edad (16-20).

Se controló la existencia de partos mediante observación y búsqueda de los animales paridos en cinco ocasiones al día, a intervalos de 3 horas. Se relacionó la madre parida con su cría, e identificó y pesó ésta entre 1 y 10 horas tras su nacimiento. Se tomó el peso a los 6 meses de vida de las crías en una báscula (± 50 g), y quincenalmente en sus madres. Al tiempo que se pesaron las ciervas, se les tomó la condición corporal mediante palpación lumbar (Carrión et al., 2008) y se calculó su media para cada año de edad. Así se determinó el porcentaje de animales que parieron de los puestos a cubrir, e indirectamente, su capacidad de llevar a cabo la gestación y lactación. Se hizo un análisis estadístico descriptivo con SPSS y Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los 5 parámetros estudiados. Así, la fertilidad de las ciervas ibéricas fue muy elevada y estable (superior al 80%) durante todo el periodo de estudio.

Es bien conocido en otras subespecies de ciervo que la fertilidad de las hembras depende fundamentalmente del peso vivo y de la condición corporal en la época de berrea.

Esto en animales silvestres depende a su vez de la disponibilidad y calidad del alimento, así como de la climatología y densidad de animales. Así, en años de penuria alimentaria gran porcentaje de ciervas no crían, o lo hacen fuera de su época normal (Clutton-Brock et al., 1987; Langvtan et al., 2004). Sin embargo, en condiciones de cría controlada, en las que se aporta artificialmente el alimento necesario para mantener en buena condición corporal y de peso a las ciervas, su fertilidad es muy alta (Theriez, 1999; Fisher et al., 2000), lo que coincide con nuestros resultados.

En el presente trabajo hemos observado que la fertilidad y la capacidad de cría son altas durante los años analizados. La fertilidad no disminuyó, y se mantuvo de forma prácticamente constante a partir de la segunda paridera, hasta inclusive la última (2008). Esto nos indica que hasta al menos la edad de 15 años las ciervas ibéricas no sufren una disminución de su capacidad reproductiva, en contra de lo reportado por Fisher et al. (2000), que sí la observan a partir de los 6-7 años de vida, pasando del 89% al 50% a los 17 años. Sanz y Rodríguez (1993), en ciervas de un coto de Toledo reportaron similares resultados a los nuestros. En las instalaciones de cría controlada de la UCLM la pubertad de las hembras de ciervo ibérico bien alimentadas y desarrolladas se produce en el segundo otoño de vida, con unos 16-18 meses de edad, de forma que la primera paridera se produce con dos años recién cumplidos, siendo la fertilidad menor que en años sucesivos. En el presente trabajo se observó que la fertilidad de la primera paridera fue del 81%, y aumentó en los siguientes años al 90-100%, permaneciendo en esos niveles durante todo el estudio.

La bibliografía sostiene que la fertilidad y capacidad de cría dependen de la condición corporal de las hembras (revisado por Albon et al., 1986), pero según nuestros estudios, la condición corporal fue máxima unos 3-4 años antes de ser máxima la capacidad de producir las crías más pesadas, aunque la disminución de peso materno coincidió con la disminución del peso de las crías a los 6 meses de edad. Esto está de acuerdo con los resultados de Carrión et al. (2008), quienes describen que la condición corporal durante la gestación es máxima para animales con edad en la fecundación de 6-7 años, disminuyendo a partir de esa edad.

La capacidad de cría, que fue máxima a los 6-12 años de las madres, sí que se vio afectada en el caso del peso al nacimiento, que declinó a partir de que las ciervas tuvieron una edad de 10 años. Probablemente esto pueda deberse a una pérdida de la eficacia placentaria. Sin embargo, la disminución del peso de las crías a los 6 meses se produjo a partir de los 12 años, coincidiendo con la disminución del peso medio de las ciervas. Esto podría indicar que la pérdida de la capacidad maternal y de producción de leche es más tardía, y relativamente de menor importancia, ya que los hijos de las ciervas de 10-12 años de edad tienen un menor peso al nacimiento, pero un mayor peso a los 6 meses de edad que las crías nacidas de hembras más jóvenes.

Factores como diferencias de alimentación, climáticas, de alojamiento, sociales y de sementales empleados a lo largo de los años pueden haber afectado a los resultados que se presenta, pero se estima que no en gran medida, y que esto no es óbice para concluir que la vida reproductiva útil satisfactoria de las ciervas ibéricas es larga, y superior en todo caso a los 15 años, aunque a partir de los 10-12 años empieza a afectarse la capacidad de criar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albon, S., Mitchell, B., Huby, B., Brown, D. 1986. *J. Zool., Lond. (A)*. 209:447-460.
Carranza, J., 1999. *Soc. Esp. Etol.* 7:5-18.
Carrión, D., García, A.J., Gaspar-López, E., Gallego, L., 2008. *J. Exp. Zool.* 309A:1-10.
Clutton-Brock, T., Guinness, F., Albon, S. 1987. *J. Anim. Ecol.* 56:857-871.
Diverio, S., Goddard, O.J., Gordon, I.J., 1996. *J. Agr. Sci.* 126:211-220.
Fisher, M., McLeod, B., Heath, D., Lun, S., Hurst, 2000. *J. Reprod. Fert.* 120:211-216.
Garde, J., García, A., Soler, A., Landete-Castillejos, T., Fernández, M., Esteso, M., Gallego, L., 2003. *VI Jornadas Españolas de Conservación y Estudio de Mamíferos*. Ciudad Real
Hamilton, W., Blaxter, K., 1980. *J. Agric. Sci. Camb.* 95:261-273.
Kelly R., Moore, G., 1977. *N. Z. Agric. Sci.* 11:179-181.
Langvtan, R., Mysterud, A., Stenseth, N., Yoccoz, N., 2004. *Amec. Nat.* 163(5):763-772.

Sanz, V., Rodríguez, C., 1993. *Actas XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.* 577-585.
 Theriez, M. J., 1999. *INRA Prod. Anim.* 1(5):319-330.

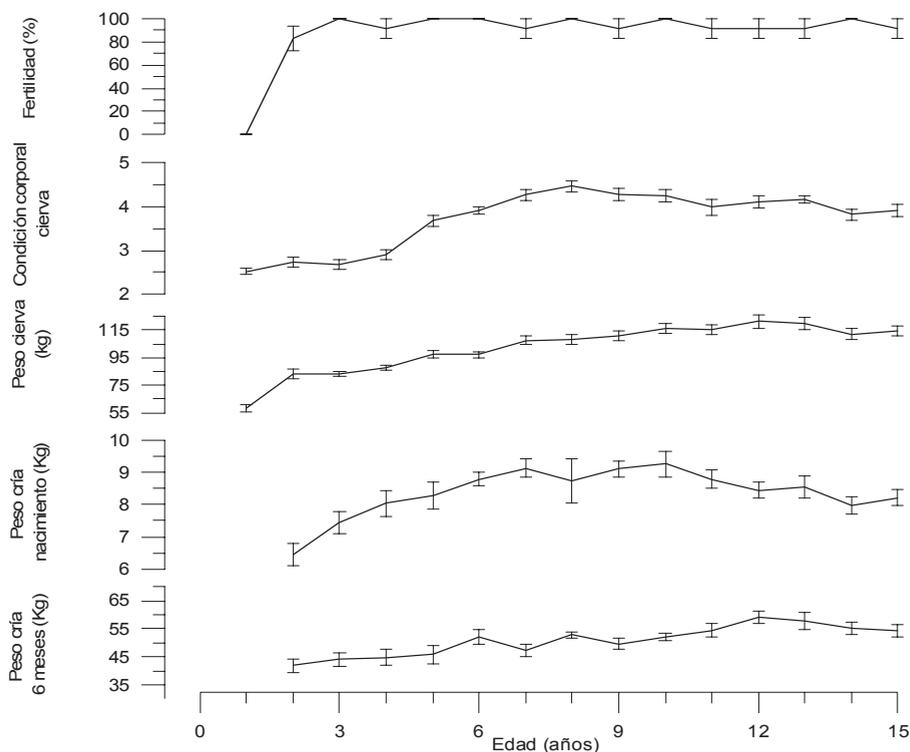


Figura 1. Evolución de la media±ESM de la fertilidad (%), condición corporal (0-5) y peso vivo de 12 ciervas a lo largo de su vida, así como del peso de sus crías al nacimiento (kg) y a la edad de 6 meses (kg), procedentes de las sucesivas parideras.

FERTILITY AND REARING CAPACITY IN IBERIAN RED DEER HINDS (*Cervus elaphus hispanicus*)

ABSTRACT: This study examines the fertility and rearing capacity of 12 Iberian red deer hinds (*Cervus elaphus hispanicus*) in relation to age (15 years). These data improve management capabilities in game estates and deer farms through a technical approach. We weighed (± 50 g) fortnightly hinds and measured the body condition using lumbar palpation on a scale from 0 to 5. Calves were weighed (± 50 g) at birth and at six months of age. We also determined delivered rates and rearing capacity, indirectly modulated by gestation and lactation. The fertility was very high (over 80%) during all the study period. Breeding capacity was maximum within 6-12 years old hinds. However, birth weight of calves from over 10 years old hinds decreased, probably produced by a loss of placental capacity. This decrease coincides with a lower average weight of their mothers. It may suggest that losses in maternal capacity and milk production are delayed, and are of minor importance. At six months of age, calves from 10-12 years old hinds were heavier than calves from younger mothers. In conclusion, the useful reproductive life of Iberian red deer hinds is over 15 years, although after 10-12 years we have observed a decrease on breeding capacities.

Keywords: reproductive success, body condition, fertility, body weight, hind, calve.

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LA CHINCHILLA (*Chinchilla lanigera*) EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

A.J. Nistal¹ y R.J. Di Masso^{2,3,4}

¹Cátedra de Fisiología. ²Cátedra de Genética. ³Servicio de Asesoramiento Metodológico. Facultad de Ciencias Veterinarias. ⁴CIC-UNR. Universidad Nacional de Rosario Ovidio Lagos y Ruta 33. 2370 Casilda. Santa Fe. anistal@fveter.unr.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La chinchilla (*Chinchilla lanigera*) es un roedor herbívoro de pequeño tamaño originario de la Cordillera de los Andes, entre los 7.5° y los 36° de latitud Sur y entre los 1000 y 5000 metros sobre el nivel del mar (Weir, 1970; Kraft, 1987). Su situación actual es crítica dado que se encuentra casi extinta en la naturaleza (Hoefer, 1994) al punto que desde 1977 está incluida en el Apéndice I del CITES.

Es un animal rústico, con bajo consumo de alimento y muy buena adaptación a la crianza en cautiverio. Alcanza la pubertad entre los 5 y 7 meses de edad. Su período de gestación promedio de 111 días le permite tener dos pariciones por año. El tamaño de la camada puede oscilar de 1 a 6 gazapos, siendo por lo general de 2 a 3 (Neira *et al.*, 1989).

De acuerdo con la bibliografía la temporada reproductiva en cautiverio se extiende de noviembre a mayo en el hemisferio norte (Weir, 1970) y de mayo a noviembre en el hemisferio sur (Neira *et al.*, 1989) si bien, en general, en las explotaciones comerciales se observan partos en todos los meses del año.

El conocimiento de la biología reproductiva de esta especie es trascendente tanto para su preservación al estado silvestre como para su producción comercial dado que está considerada uno de los recursos peleteros de mayor valor económico en el mercado internacional. En este sentido, Argentina lidera la producción de chinchillas en América y se encuentra posicionada en los primeros lugares en cuanto a la calidad y cantidad de pieles producidas y comercializadas mundialmente con un aporte cercano al 15% del total.

El objetivo del presente trabajo es describir el comportamiento a lo largo del año de algunos indicadores reproductivos registrados en explotaciones comerciales como un aporte al conocimiento de la estacionalidad de la especie, determinante esencial de su eficiencia biológica y consecuentemente de la rentabilidad potencial de los sistemas productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 2022 partos y 3471 nacimientos producidos en un año calendario en 19 establecimientos familiares dedicados a la producción comercial de chinchillas. Los mismos pertenecen a la zona de influencia de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario y se encuentran ubicados en el sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina, en los departamentos Rosario, Constitución, General López, San Lorenzo y Caseros (32° y 34° de latitud Sur y 60° y 62° de longitud oeste). En todos ellos los animales cuentan con acceso sólo a luz natural además de compartir las mismas pautas de manejo nutricional.

El efecto del mes del año y de la estación del año sobre la distribución de las frecuencias absolutas de partos y gazapos nacidos se evaluó con una prueba de ajuste basada en la estadística chi cuadrado. Para cada establecimiento y para cada mes del año se calculó el número de gazapos producidos por parto. El efecto del mes del año sobre el valor promedio de este último se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación utilizando como prueba de comparación múltiple el test de Tukey. La aleatoriedad de la distribución de las frecuencias observadas de partos y gazapos nacidos y de los valores del número promedio de gazapos por parto en función de los meses del año se evaluó con un test de rachas aplicado a valores por encima y por debajo del valor de la mediana (Sheskin, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de las frecuencias observadas de los partos no fue uniforme a lo largo del año (Tabla 1) mostrando las mismas, además, un comportamiento no aleatorio con una concentración de las frecuencias por encima del valor mediano (172 partos) en los meses de octubre a marzo y de aquellas menores a dicho valor en los meses restantes. La reiteración del análisis utilizando como criterio de categorización las estaciones climáticas (Tabla 2) puso de manifiesto una concentración de los partos en primavera y verano (67,9%).

La distribución de las frecuencias del número de gazapos paridos mostró un comportamiento similar tanto con respecto a los meses del año (Tabla 1) como con respecto a las estaciones (Tabla 2). Dado que en todos los establecimientos estudiados los animales se mantienen bajo un régimen de luz natural estos resultados indican una clara influencia del fotoperíodo sobre la fertilidad de las hembras sin permitir identificar un período de anestro fijo.

El estudio del comportamiento de los valores promedio de un tercer indicador que vincula el número de gazapos al número de partos brindando evidencia del tamaño medio de las camadas producidas (Tabla 3) puso de manifiesto un efecto adicional del fotoperíodo sobre la fecundidad. En las explotaciones ubicadas en esta latitud los meses invernales no sólo concentran la menor proporción de partos sino que los mismos presentan un menor número de gazapos con un mínimo absoluto en el mes de junio. Teniendo en cuenta que en esta caracterización se han utilizado como indicadores los partos y el tamaño de las camadas, y tomando en consideración la duración de la gestación de aproximadamente cuatro meses de la especie, la mayor actividad sexual (época de concentración de los servicios) coincidiría con los meses de fotoperíodo creciente (invierno: días cortos con aumento del fotoperíodo para las pariciones de primavera y primavera: días largos con fotoperíodo creciente para las pariciones de verano).

Este comportamiento sería atribuible a la fisiología reproductiva de las hembras ya que se ha informado (Busso *et al.*, 2005) que los machos presentan una producción sostenida de espermatozoides de alta calidad funcional a lo largo de todo el año. La importancia del fotoperíodo como disparador del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal y la tendencia de la mayoría de las especies a programar sus partos en la primavera climática como mecanismo de adaptación al ambiente son hechos bien documentados en otras especies.

La información aportada en este estudio, si bien preliminar, resulta trascendente a los fines de diseñar e implementar sistemas de manejo del fotoperíodo en la cría en confinamiento de la chinchilla que maximicen la aptitud reproductiva de la especie al igual que ocurre en otras especies de interés económico mantenidas en sistemas intensivos como es el caso de las gallinas ponedoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busso J.M., Ponzio M.F., Fiol de Cuneo M., Ruiz R.D. 2005. Year-round testicular volume and semen quality evaluations in captive Chinchilla lanigera. Anim. Reprod. Sci. 90: 127-134.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna; <http://www.cites.org>)
- Hoefer, H., 1994. Chinchillas in Veterinary Clinics of North American Small Animal Practice. Exotic Pet Medicine, 24(1): 103-111.
- Kraft, H., 1987. Diseases of chinchillas. 4th ed. New Jersey. T.F.H. Publications.
- Neira, R.; Garcia, X.; Scheu, R. 1989. Analisis descriptivo del comportamiento reproductivo y de crecimiento de chinchillas (Chinchilla laniger Grey) en confinamiento. Avances en Produccion Animal 14(1-2):109-119.
- Sheskin, D.J., 2000. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Chapman & Hall. USA.

Weir, B. 1970. Chinchilla. In: Reproduction and breeding techniques for laboratory animals, E.S.E. Hafez (ed), p 209-223. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.

Tabla 1. Proporción de partos (P) y de gazapos (G) nacidos, en función del mes del año en 19 establecimientos productores de chinchillas en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	X ²
P	12,7	9,6	10,6	6,9	4,0	4,6	4,3	4,5	7,4	10,9	11,0	13,5	323
G	12,9	9,5	9,4	6,4	3,7	3,9	3,7	4,3	7,6	12,1	11,4	15,1	731

Nº total de partos = 2022; Nº total de gazapos = 3471.
En ambos casos: prueba X² (P<0,0001), prueba de aleatoriedad (P<0,05).

Tabla 2. Proporción de partos y de gazapos nacidos, en función de la estación del año en 19 establecimientos productores de chinchillas en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	X ²
	Días largos fotoperíodo decreciente	Días cortos fotoperíodo decreciente	Días cortos fotoperíodo creciente	Días largos fotoperíodo creciente	
Partos (%)	32,9	15,4	16,2	35,5	275
Gazapos (%)	31,9	14,1	15,5	38,5	609

Nº total de partos = 2022; Nº total de gazapos = 3471. En ambos casos: prueba X² (P<0,0001)

Tabla 3. Número de gazapos por parto (G) en función del mes del año en 19 establecimientos productores de chinchillas en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

M	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
G	1,98 0,79 a	1,73 0,79 ab	1,53 0,41 ab	1,53 0,41 ab	1,57 0,59 ab	1,17 0,72 b	1,35 0,63 b	1,62 0,56 ab	1,83 0,43 a	1,77 0,55 a	1,68 0,35 ab	1,87 0,58 a

Tamaño muestral: n = 19 - Todos los valores corresponden a la media aritmética y el desvío estándar a,b valores con diferente letra difieren al menos al 0,05. Prueba de aleatoriedad (P < 0,05)

Reproductive seasonality in captive *Chinchilla lanigera*

ABSTRACT: *Chinchilla lanigera*, is an endemic South American rodent farmed primarily as livestock for its fur properties and in some countries also as a pet animal. Its seasonal breeding pattern is still not fully understood. The literature mentioned a breeding season from May to November in the southern hemisphere and from November to May in the northern hemisphere although the species reproduces throughout the year when bred in captivity. The number of litters jointly with the number of newborns produced throughout the year were registered in 19 farms where animals were bred under a natural lightening regimen. A clear photoperiod effect on fertility and prolificity was evident since most parturitions concentrate in summer and spring with a higher average number of newborns than in autumn and winter. This behaviour could be related to a great female sexual activity in those months with a photoperiodic pattern of increasing length days as it has been reported. The clarification of this interaction between photoperiod and breeding is important for the design of an artificial lightening programme that enhances overall productivity.

Keywords: reproduction, seasonal breeding pattern, photoperiod, *Chinchilla lanigera*

META-ANÁLISIS SOBRE EL EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL Y EL FLUSHING EN LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DE VARIAS RAZAS OVINAS EN DIFERENTES ÉPOCAS DE CUBRICIÓN

Díez, B.¹, Ruiz, R.¹, Villalba, D.², Beltrán de Heredia, I.¹

¹NEIKER-Tecnalia, Apdo. 46, 01080, Vitoria-Gasteiz. bdiez@neiker.net.

²Universitat de Lleida, Avda. Rovira Roure, 177, 25198, Lleida

INTRODUCCIÓN

El mecanismo por el que la alimentación ejerce su efecto sobre los parámetros reproductivos es cada vez más conocido y está relacionado con la respuesta hormonal a los cambios de alimentación y/o al nivel de reservas (Scaramuzzi et al., 2006). Tradicionalmente se han distinguido dos efectos de la nutrición en la reproducción de las ovejas adultas: un efecto estático o a medio plazo, y un efecto dinámico o a corto plazo. El primero hace referencia al hecho de que los animales con una mayor condición corporal (CC) presentan mejores resultados reproductivos que los animales con notas bajas de CC (Gunn, 1983). El efecto a corto plazo, hace referencia a que el rendimiento reproductivo puede mejorarse mediante una sobrealimentación anterior a la cubrición (flushing) (Rattray, 1977).

Además del estado nutritivo, existen otros aspectos que influyen en el rendimiento reproductivo, como la raza, la época de cubriciones o el tipo de cubrición (monta natural, efecto macho, inseminación artificial). Es por esto que dependiendo de las características de la experiencia estudiada el resultado reproductivo puede variar.

El objetivo del presente trabajo es el de estudiar mediante un meta-análisis el efecto de la CC y el efecto del flushing sobre la fertilidad y la prolificidad de ovejas adultas, tanto en anestro como en estación sexual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica y se han seleccionado 15 artículos (Tabla 1) de los que se han extraído los datos para el análisis. Para el efecto de la CC se comparan grupos de animales "control" con una CC baja (<2,5) con grupos de animales "tratamiento" con una CC alta (2,5≥). Para el efecto del flushing se han seleccionado experiencias en las que un grupo de animales "tratamiento" se somete a un flushing de entre 3 y 6 semanas y el grupo "control" se mantiene con las condiciones iniciales. El estudio incluye 16 razas diferentes.

El análisis estadístico se ha realizado con el software Epidat 3.1 (EPIDAT, 2008) mediante un meta-análisis de la diferencia de riesgos. En el caso de la fertilidad el riesgo es la probabilidad de parir, y en el de la prolificidad la probabilidad de presentar parto múltiple. La diferencia de riesgos o efecto global se estima como un promedio ponderado de los efectos individuales o diferencias de riesgo de cada estudio,

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \theta_i}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad \text{Var}(\theta) = \frac{1}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad CI = \theta \pm 1,96 \times \sqrt{\text{Var}(\theta)} \quad Q = \sum_{i=1}^k w_i (\theta_i - \theta)^2$$

donde θ es el efecto global, W_i es el inverso de la varianza de la estimación θ_i correspondiente, $\text{Var}(\theta)$ es la varianza del efecto global con su intervalo de confianza (CI), y por último, Q es un estadístico que sigue una distribución X^2 con $k-1$ grados de libertad, que permite testar la homogeneidad entre los estudios que participan en cada análisis. En total se han realizado 8 meta-análisis: 2 épocas de cubrición x 2 efectos de la nutrición x 2 parámetros reproductivos.

Tabla 1. Características de los artículos seleccionados

Artículo	Raza	n	EC	TC	Efecto	P
1. Atti y Abdennebi, 1995	Barbarine	74	2	MN	1	1,2
2. Atti y cols., 2001	Barbarine, Barbarine prolific	569	1	MN	1	1,2
3. Folch y cols., 1985	Rasa	59	1	EM	1	1,2
4. Folch y cols., 1987	Rasa	86	1	EM, H	1,2	1,2
5. Forcada y cols., 1992a	Rasa	91	2	MN	2	1,2
6. Lassoued y cols. 2004	D'man, D'man x QFO*	85	2	MN,H	2	1,2
7. Molina y cols., 1994	Manchega	270	1,2	MN	1	1
8. Molle y cols., 1995	Sarda	38	2	MN	1	2
9. Molle y cols., 1997	Sarda	29	2	MN, H	2	1,2
10. Mori y cols., 2006	4 razas**	72	2	MN	2	1,2
11. Oregui y cols., 2004	Latxa	329	2	MN, IA	1	2
12. Paramio y Folch., 1985	Rasa	1007	1	MN,EM,H	1	1,2
13. Torre y cols., 1991	Ripollesa	145	1	MN	1,2	1,2
14. Treacher y Filo., 1995	Awassi	29	1,2	MN	2	2
15. Venter y Greyling., 1994	Merino	60	2	MN, H	2	1,2

EC= época de cubriciones (1=fin anestro, 2=plena estación sexual). TC=tipo de cubrición (MN=monta natural, EM=efecto macho, H=tratamiento hormonal, IA=inseminación artificial), Efecto (1=efecto de la CC, 2=efecto del flushing) P=parámetros medidos (1=fertilidad, 2=prolificidad). *Queu fine d'Ouest **Datos de 4 razas: Hampshire Down, Ile de France, Corriedale y Suffolk.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se observan los resultados de los meta-análisis realizados. Cabe destacar los amplios intervalos de confianza que presentan las diferencias de riesgo. Esto es debido al pequeño número de estudios que participan en los meta-análisis y al pequeño número de animales presentes en algunos de ellos. Además las razas y condiciones de cubrición de cada experiencia aportan variabilidad a los resultados.

El incremento del riesgo de la probabilidad de parto o fertilidad durante el anestro presenta unos valores de 0,174 y 0,127 en el caso de la CC y el Flushing, respectivamente. Esto coincide con lo observado por algunos autores que indican que en las cubriciones de primavera, una CC mayor (Oregui et al., 2004) o la realización de un flushing (Folch et al., 1987) mejoran los rendimientos reproductivos de los animales.

Tabla 2. Resultados de 8 meta-análisis sobre los efectos estático y dinámico de la nutrición en la Prolificidad y Fertilidad de ovejas adultas

		Htg	n	Condición Corporal		Htg	n	Flushing	
				DR (IC 95%)	Ref			DR (IC 95%)	Ref
Anestro	Fer	No	2140	0,174 (0,133-0,214)	1,2,3,4 7,12,13	No	291	0,127 (0,029-0,226)	4,13,15
	Pro	No	1470	0,069 (0,026-0,112)	2,3,4, 12,13	No	291	0,014 (-0,059-0,087)	4,13,15
Estación Sexual	Fer	-	270	0,075 (-0,02-0,172)	7	No	277	0,063 (-0,002-0,129)	5,6,9,10
	Pro	No	420	0,125 (0,037-0,212)	1,11,14	No	325	0,147 (0,045-0,249)	5,6,8,9, 10,14

Htg= indica si existe heterogeneidad entre estudios (test Q, $p < 0.05$), n= número de animales, DR= diferencia de riesgos de parir (Fer) o presentar parto doble (Pro). Ref= artículos que participan (numeración de la tabla 1).

Durante la estación sexual, no se han encontrado suficientes referencias del efecto de la CC en la fertilidad y el resultado que se muestra corresponde a una única experiencia. En esta época tanto la CC (0,075) como el flushing (0,063) presentan un escaso efecto sobre la

fertilidad, lo cual es esperable en una época en la que los animales presentan de forma espontánea una mayor fertilidad, independientemente de su nivel de reservas o de las estrategias nutritivas que se apliquen.

En el caso de la prolificidad en anestro, se observan valores bajos para los dos efectos de la nutrición estudiados, con un incremento de la probabilidad de parto múltiple de 0,069 para la CC y de 0,014 para el flushing, respectivamente. En el estudio de la CC, cabe destacar que al eliminar del análisis dos experiencias referentes a una raza prolífica (Atti et al., 2001) y a un tratamiento con eCG (Paramio et al., 1987), el efecto observado disminuye, 0,039 (IC 95% -0,008 a 0,086), debido a que la CC ejerce un efecto mayor bajo estas circunstancias.

Durante la estación sexual la diferencia de riesgo de presentar parto múltiple es mayor que en anestro, tanto para la mayor CC (0,125) como para el flushing (0,147). Esta diferente respuesta de la prolificidad en anestro y en estación sexual se debe a que durante la estación sexual la respuesta a las estrategias nutricionales es mayor debido a la mayor sensibilidad ovárica que presenta el animal en esa época (Forcada et al., 1992b).

La conclusión de lo observado en el meta-análisis es que tanto la mayor CC como el flushing, muestran mayor efectividad a la hora de aumentar la fertilidad en anestro y la prolificidad durante la estación sexual.

BIBLIOGRAFÍA

- Atti, M. & Abdennebi, L. 1995. Cahiers Opt. Med. 6: 75-80.
- Atti, N., Thériez, M. & Abdennebi, L. 2001. Animal Res. 50: 135-144.
- EPIDAT 2008. <http://dxsp.sergas.es>.
- Folch, J., Paramio, M.T., Saiz Cidoncha, F. & Valderrábano, J. 1985. ITEA 60: 35-45.
- Folch, J., Paramio, M.T., Muñoz, F. & Saiz Cidoncha, F. 1987. ITEA 68: 3-14.
- Forcada, F., Abecia, J.A., Zarazaga, L. & Lozano, J.M. 1992a. Archivos Zootec. 41: 113-120.
- Forcada, F., Abecia, J.A. & Sierra, I. 1992b. Small Rum. Res. 8: 313-324.
- Gunn, R.G. 1983. En "Sheep Production" 99-110 Ed. W. Haresign, London.
- Lassoued, N., M. Rekik, M. Mahouachi, M. & Hamouda, M.B. 2004. Small Rum. Res. 52: 117-125.
- Molina, A., Gallego, L., Torres, A. & Vergara, H. 1994. Small Rum. Res. 14: 209-217.
- Molle, G., Branca, A., Ligios, S., Sitxia, M., Casu, S., Landau, S. & Zoref, Z. 1995. Small Rum. Res. 17: 245-254.
- Molle, G., Landau, S., Branca, A., Sitzia, M., Fois, N., Ligios, S. & Casu, S. 1997. Small Rum. Res. 24: 157-165.
- Mori, R.M., Ribeiro, E.L.d.A., Mizubuti, I.Y., d.Rocha, M.A. & d.Silva, L.d.D.F. 2006. Rev. Bras. Zootec. 35: 1122-1128.
- Oregui, L.M., Bravo, M.V. & Gabiña, D. 2004. Archivos Zootec. 53: 47-58.
- Paramio, M.T. y Folch, J. 1985. ITEA 16: 29-44.
- Rattray, P.V., 1977. En: "Reproduction in Domestic Animals" 553-575 Ed. Cole and Cupps., Academic Press.
- Scaramuzzi, R.J., Campbell, B.K., Downing, J.A., Kendall, N.R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M. & Somchit, A. 2006. Reprod. Nutr. Dev. 46: 339-354.
- Torre, C., Casals, R., Caja, G. & Paramio, M.T., y Ferrer A. 1991. Opt. Med. Serie A, 13: 85-90.
- Treacher, T.T. & Filo, S. 1995. Opt. Med. Serie A, 27: 13-17.
- Venter, J.L. & Greyling, J.P.C. 1994. Small Rum. Res. 13: 257-261.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del INIA tanto del proyecto N°: RTA2006-00170-C03 como de la beca predoctoral concedida a Begofía Díez.

EFFECTS OF BODY CONDITION SCORE AND FLUSHING ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF ADULT EWES DURING ANOESTROUS OR BREEDING SEASON: A META-ANALYSIS

ABSTRACT: A meta-analysis was conducted to evaluate the effects of body condition score (BCS) or flushing on the fertility and prolificacy of adult ewes in anoestrous or breeding season. Inclusion criteria for the publications were comparison of two groups of different BCS (<2.5 and ≥2.5) and comparison of one group receiving flushing during 3-6 weeks and other maintaining the initial status. Fifteen papers were selected and 5484 data from 16 different breeds analysed. Eight meta-analyses were done (2 seasons x 2 nutrition effects x 2 reproductive parameters). Both nutritional strategies had an overall significant effect on fertility during anoestrous and on prolificacy during breeding season.

Keywords: reproductive performance, body condition score, flushing, meta-analysis.

EVOLUCIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN EN LA RAZA ASSAF EN LA PROVINCIA DE LEÓN

¹Álvarez, M., ³Martínez-Pastor, F., ²Paz, P., ¹Gomes-Alves, S., ¹López-Urueña, E., ⁴Pérez, J.J., ⁴Aparicio, N., ¹Nicolás, M., ²Mata-Campuzano, M., ¹Anel, L.

¹Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria. ²Departamento de Biología Molecular y ³INDEGSAL, ITRA-ULE, Universidad de León. ⁴COVISURLE, León.
mmalvg@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La raza Assaf, recientemente incluida en “catálogo oficial de razas de ganado de España” bajo el epígrafe de razas de terceros países (Orden APA/2420/2003, de 28 de Agosto), tiene una gran difusión en Castilla y León debido a sus buenas características lecheras y a su adaptación a las condiciones de manejo en sistemas de producción intensivos o semintensivos. Se trata de una raza sintética (Awassi×Milschaf) originaria de Israel, que se introdujo en España en los años 70. En la provincia de León, con un censo muy elevado (155.000 cabezas), existe un gran interés en su mejora, lo que llevó a la Diputación de León a promover y financiar un programa de selección y mejora genética en el año 1998. La Diputación de León mantiene el Centro de sementales (Finca “El Toralino”, San Pedro Bercianos) y colabora con la Asociación de ganaderos de León y la Asociación nacional de ganaderos (ASSAF.E), así como con la Unidad de Reproducción Animal de la Universidad de León y el INIA, para la ejecución de dicho programa.

La inseminación artificial es una herramienta esencial en los programas de mejora genética ya que permite el intercambio y difusión de material genético de los sementales (ya sea en periodo de prueba o como mejorantes) en diferentes explotaciones en condiciones sanitarias óptimas.

En este trabajo mostramos algunos aspectos de la evolución del programa de inseminación dentro del programa de mejora genética, aportando, por una parte, datos de la gestión del centro de sementales (eficacia de recogida seminal y valoración seminal básica) y, por otro, los resultados de fertilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron moruecos de raza Assaf de edades comprendidas entre 1 y 6 años adiestrados a la recogida seminal mediante vagina artificial. El régimen sexual osciló entre 4 y 6 saltos/semana. Los eyaculados se recogieron en un tubo colector, mediante vagina artificial termorregulada. Después de la recogida se mantuvieron en un baño a 37 °C mientras se realizaban las pruebas de valoración: volumen (en colector graduado), motilidad masal (MM: gota sobre porta, ×40, escala de 0 a 5), concentración (espectrofotómetro, dilución 1/400 en citrato sódico), motilidad individual (MI: gota plana, ×100). Los eyaculados considerados válidos ($\geq 3000 \times 10^6$ mL⁻¹; Vol: $\geq 0,5$ mL; MM: ≥ 4 ; MI: $\geq 60\%$) se diluyeron con Tris-cítrico-fructosa a los 10 minutos de la recogida hasta obtener una concentración final de 1600×10^6 mL⁻¹. El semen se refrigeró hasta 15 °C, momento en el que se envasó en pajuelas de 0,25 mL, que se mantuvieron a 15 °C hasta el momento de la inseminación artificial (IA).

Las hembras (ovejas y corderas) se sincronizaron con esponjas intravaginales (40 mg FGA) durante 14 días y eCG vía intramuscular (400–500 UI en el momento de retirada de esponjas). Las dosis seminales se aplicaron por vía vaginal utilizando un catéter recto, 55±1 h tras la retirada del progestágeno. El control de resultados se realizó mediante porcentaje de ovejas paridas respecto a ovejas inseminadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gestión del Centro de sementales

El número de machos incorporados al centro entre los años 2002 y 2008 ha sido estable, a excepción del año 2007, en que no se introdujeron machos debido a las rígidas

restricciones sanitarias (BOCYL nº 74, 17 de abril de 2007). En total, se han introducido 203 machos en el centro (mediana: 33), con 24 ganaderías colaboradoras en total (mediana: 14). El porcentaje de aprendizaje de los machos a la recogida seminal en vagina artificial osciló entre el 65% y 83% en el periodo 2002–2008. No obstante, se observaron variaciones que están relacionadas con la edad de los machos en el entrenamiento, época del año, tamaño de lote, etc. Se ha observado un menor rendimiento del entrenamiento utilizando melatonina, en las razas Latxa (Beltrán de Heredia et al., 1998) y Manchega (Alcaide et al., 2001).

El registro de recogidas seminales aparece resumido en la Tabla 1. El número global de extracciones seminales en el 2008 disminuyó, respecto a la tendencia de los años precedentes, debido a la menor demanda de inseminaciones. El porcentaje global de saltos en vagina (eyaculaciones respecto a intentos de recogida seminal) así como el porcentaje de eyaculados válidos es elevado, lo cual prueba que la eficacia de recogida seminal con machos entrenados es muy alta en todos los años analizados.

El volumen y la producción media de espermatozoides en el año 2008 fueron 1,19 mL y 4664×10^6 , respectivamente. Un análisis comparado entre años mostró que la producción seminal fue ligeramente superior en los primeros años (2002, 2003 y 2004), con 5321×10^6 espermatozoides, que a partir del 2005 (4667×10^6). La disminución de la producción a partir del año 2005 podría deberse al uso de muchos animales jóvenes, así como al escaso número de machos disponibles, lo que obligó a realizar recogidas más frecuentemente. Estos parámetros resultan similares a los obtenidos en raza Manchega (vol: 1,09 mL; producción: 4020×10^6 espermatozoides; Alcaide et al., 2001) o en su variedad negra (vol: 1,01 mL; producción: 4121×10^6 espermatozoides; González et al., 1998).

Tabla 1. Eficacia en la recogida seminal con vagina artificial en moruecos de raza Assaf.

Año	Nº de intentos de recogidas seminales	Nº eyaculaciones	Nº eyaculados Válidos (%)	Nº de machos utilizados
2002	637	568	535 (94,2)	56
2003	679	461	421 (91,3)	33
2004	501	445	423 (95,1)	41
2005	574	493	458 (92,9)	60
2006	736	674	624 (92,6)	77
2007	597	593	564 (95,1)	65
2008	440	430	410 (95,3%)	38

Resultados del programa de inseminación artificial

El número de inseminaciones realizadas ha ido aumentando (Tabla 2) desde el inicio del programa de inseminación, alcanzando su máximo en el año 2005; no obstante, en los años posteriores ha sufrido un ligero descenso.

La fertilidad en la raza Assaf fue similar a la registrada en la raza Churra (38,11%; Anel et al., 2005); e inferior a la de otras razas (Manchega: 45%-Montoro et al., 2002; Rasa aragonesa: 58,7%- Blasco et al., 2007). Una posible causa de los bajos porcentajes de fertilidad observados en algunas razas, como la Churra y Assaf, es la compleja estructura de su cérvix (Kaabi et al., 2006). Además, la fertilidad post-inseminación está influida por muchos factores: año, época del año, edad de la oveja, macho, explotación, el número de inseminaciones acumuladas por oveja, el intervalo parto-inseminación, el inseminador, etc (Anel et al., 2005 y Lahoz et al., 2007).

En nuestro estudio, observamos un descenso de la fertilidad con la edad de las ovejas, así hasta los 3 años la fertilidad media fue del 40,0% bajando hasta el 36,5% a los 4 años y una media del 27,5% en ovejas de más edad. En la raza Latxa el porcentaje de fertilidad fue mejor en ovejas mayores de dos años y en la raza Churra la mejor fertilidad se obtuvo entre 1,5 y 4,5 años (Anel et al., 2005). La fertilidad es mejor en época favorable (agosto-diciembre) que en la desfavorable (39,4% y 29,1%, respectivamente), hecho comprobado ampliamente en otras razas (Anel et al., 2005).

En conclusión, los resultados conseguidos en el programa de inseminación en la raza Assaf han sido buenos en cuanto a la eficacia de la recogida seminal (altos porcentajes de entrenamiento y de eyaculados válidos) y se pueden considerar aceptables en cuanto a la fertilidad. Actualmente, el objetivo del programa es la mejora de la fertilidad mediante el control de alguno de los factores de variación, lo cual incrementaría la eficacia del programa de selección.

Tabla 2. Número de inseminaciones (vía vaginal) y fertilidad (% de partos) por año.

Año	Nº IA totales	Fertilidad (%)	Nº explotaciones
1998	2187	31,7	24
1999	2402	26,0	25
2000	572	34,1	9
2001	2309	35,3	21
2002	4756	40,2	32
2003	4257	39,9	31
2004	5012	40,9	34
2005	5760	35,2	35
2006	5531	33,1	35
2007	5072	38,5	25

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anel, L., Kaabi, M., Abroug, B., Alvarez, M., Anel, E., Boixo, J. C., de la Fuente, L.F. & Paz, P. 2005. *Theriogenology* 63: 1235-1247.
- Alcaide, V., Manso, A., Moyano, J.C., García-Cervigón, M., Palomares, M.D. & Montoro, V. 2001. Jornadas de la SEOC, Sevilla, 959-964.
- Beltrán de Heredia, I., Arrese, F., Ugarte, E. & Urarte, E. 1998. Jornadas de la SEOC, Vitoria-Gastéiz 531-535.
- Blasco, M.E., Sevilla, E., Folch, J., Lahoz, B., Quintín, F.J., Galeote, A.I., Hernández, M., Fantova, E. & Alabart, J.L. 2007. Jornadas de la SEOC, Mallorca, 317-320.
- González, M.E., Aguado, M.J., Pérez-Guzmán M.D., Montoro, V., Gil, P. & Garde, J. 1998. *Arch. Zootec.* 47: 329-334.
- Kaabi, M., Alvarez, M., Anel, E., Chamorro, C. A., Boixo, J.C., de Paz, P. & Anel, L. 2006. *Theriogenology* 66(8): 1876-1983.
- Lahoz, B., Sevilla, E., Folch, J., Blasco, M.E., Quintín, F.J., Galeote, A.I., Hernández, M., Fantova, E. & Alabart, J.L. 2007. Jornadas de la SEOC, Mallorca, 332-334
- Montoro, V., Gallego, R. & Pérez Guzmán, M.D. 2002. Jornadas de la SEOC, Valencia. 1073-1078.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Diputación de León.

EVOLUTION OF AN INSEMINATION PROGRAMME FOR THE ASSAF BREED IN THE PROVINCE OF LEÓN (SPAIN)

ABSTRACT: The Assaf breed has mostly been allocated in Castilla y León, particularly in the province of León. In 1998, a selection and genetic improvement programme was initiated for milk production in 38 flocks. Training of rams for semen collection using an artificial vagina reached a success rate of 74%, and the percentage of valid ejaculates has reached 90%. Fertility results of artificial insemination (lambing rates) have fluctuated between 35% y 40% since the programme was started. We found that fertility drops in ewes older than 4 years, and that it improved about 10% in the breeding season.

Keywords: sheep, cervical insemination, semen, ram

EFFECTO DEL ALELO *FecX^R* DEL GEN BMP15 SOBRE LA TASA DE OVULACIÓN Y LA PROLIFICIDAD EN OVEJAS RASA ARAGONESA

Lahoz B.¹, Alabart J.L.¹, Echegoyen E.¹, Sánchez P.¹, Calvo J.H.¹, Martínez-Royo A.¹, Jurado J.J.², Fantova E.³, Folch J.¹

¹ CITA de Aragón. Av. de Montañana 930. 50059-Zaragoza. blahozc@aragon.es.

² Departamento de Mejora Genética Animal. INIA. Ctra. La Coruña, km 7,5. 28040-Madrid.

³ Pastores Grupo Cooperativo. Edificio Pastores, Mercazaragoza. 50014-Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La oveja Rasa aragonesa es una raza autóctona que produce un cordero de calidad tipo Ternasco de Aragón. Tiene una prolificidad media de 1,37 (media fenotípica de la población según 16º Catálogo de reproductores de UPRA-Grupo Pastores). Recientemente se ha descubierto una variante génica natural (alelo *FecX^R*, alelo ROA, "Rasa Oviaragón") en el gen BMP15 (bone morphogenetic protein-15) que produce un incremento de la prolificidad en las hembras heterocigotas (Martínez-Royo et al., 2008). Dentro de las ganaderías adscritas al programa de mejora genética por prolificidad llevado a cabo por UPRA-Grupo Pastores desde 1994, este efecto fenotípico supone un incremento medio de 0,32 corderos por parto (Jurado et al., 2008).

Se han descrito diferentes mutaciones en el gen BMP15 que producen incrementos de la tasa de ovulación en las ovejas heterocigotas de otras razas. Estas mutaciones ocasionan una interrupción de la síntesis de proteína BMP15 biológicamente activa por parte de ese alelo, por lo que la cantidad de proteína funcional en el ovario se encuentra disminuida. Las hembras presentan folículos antrales más pequeños, con menos células de la granulosa, mayor sensibilidad a la FSH y cuyos receptores de LH aparecen de una manera precoz, lo que conduce a una mayor tasa de ovulación (Fabre et al., 2006).

Se ha demostrado que la prolificidad es uno de los factores que más influyen en la rentabilidad de las explotaciones de UPRA-Grupo Pastores (Pardos et al., 2007). Por tanto, la utilización adecuada de esta variante génica natural podría ser una herramienta de utilidad para mejorar los índices reproductivos manteniendo la pureza racial.

El objetivo del presente estudio es medir la tasa de ovulación natural de las corderas y ovejas adultas portadoras de *FecX^R* en heterocigosis, comparándola con hembras no portadoras, y valorar la repercusión en la prolificidad y distribución de los tipos de parto en las ganaderías.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1. Se llevó a cabo en el CITA con corderas, cuando cumplieron una edad de 273-346 días, entre los meses de septiembre y enero. Se comparó la tasa de ovulación en dos lotes de similar edad, peso y condición corporal: Lote BMP15 (hembras heterocigotas para *FecX^R*; n=91) y lote Control (hembras no portadoras; n=20), estabuladas con alimentación ad libitum. Se realizó una sincronización con esponjas de 20 mg de FGA (Intervet) durante 14 días. La tasa de ovulación se determinó por laparoscopia, el sexto día tras la retirada de la esponja y se repitió a los 17 y 34 días.

Experimento 2. Se llevó a cabo en el CITA con los animales utilizados en el primer experimento en edad adulta (19,5-23,8 meses), entre noviembre y diciembre, 4 meses tras el parto correspondiente a la cubrición de primavera. Se siguió el mismo protocolo, aunque combinando el pastoreo en pradera con la suplementación en el establo, y utilizando esponjas FGA de 30 mg (Ceva).

Experimento 3. Se calculó la prolificidad de las ganaderías de la UPRA-Grupo Pastores, analizando partos de ovejas portadoras (Lote BMP15) y no portadoras (Lote Control) utilizando los datos del 16º Catálogo de reproductores de UPRA-Grupo Pastores. Se

consideraron portadoras y no portadoras las hijas de machos portadores y no portadores, respectivamente, producidas mediante inseminación artificial.

Se analizaron las correlaciones entre las tasas de ovulación de corderas y adultas, y de éstas con la edad, peso y condición corporal mediante el coeficiente de correlación de Spearman unilateral. Las tasas de ovulación de ambos genotipos se corrigieron por el peso, por ser la variable más correlacionada con la tasa de ovulación, mediante ANCOVA. Las medias corregidas por el peso (LSMEANS) se compararon mediante el test de la mínima diferencia significativa (LSD). Los porcentajes se compararon mediante la prueba de chi-cuadrado. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de animales que ovularon en al menos uno de los tres ciclos estuvo próximo al 100%, tanto en corderas como en adultas, sin diferencias significativas entre grupos (Tabla 1). La tasa de ovulación de las corderas fue +0,44 puntos superior en el lote BMP15, fundamentalmente debido al incremento de ovulaciones dobles (+ 50,5%; $P < 0,01$), ya que el porcentaje de ovulaciones triples fue de tan sólo el 1,9% (NS). En el estado adulto, la tasa de ovulación fue +0,63 puntos superior en el lote BMP15, debido al aumento de las ovulaciones dobles (+36,4%; $P < 0,01$) y triples (+12,0%; $P < 0,05$), siendo las ovulaciones cuádruples sólo el 0,8% (NS). Los incrementos de la tasa de ovulación observados en este trabajo son ligeramente inferiores a los encontrados para una mutación similar (*FecX^G*; Galway) observada en ovejas selectas F700-Belclare (+0,62 y +0,72 para corderas y adultas, respectivamente; Hanrahan et al., 2004).

Tabla 1. Tasa de ovulación (LSMEANS \pm error estándar) y distribución de frecuencias del tipo de ovulación en ovejas portadoras (BMP15) o no portadoras (Control) del alelo *FecX^R*.

Tipo de ovejas	Corderas		Adultas		
	Lote	BMP15	Control	BMP15	Control
Número de animales		91	20	84	19
Animales que ovulan (%)		91,2 ^a	95,0 ^a	98,8 ^a	100,0 ^a
Tasa de ovulación*		1,60 \pm 0,04 ^a	1,16 \pm 0,11 ^b	1,99 \pm 0,04 ^a	1,36 \pm 0,09 ^b
Tipo de ovulación (n)					
1 (%)		82 (38,9) ^a	42 (91,3) ^b	37 (15,5) ^a	35 (64,8) ^b
2 (%)		125 (59,2) ^a	4 (8,7) ^b	166 (69,7) ^a	18 (33,3) ^b
≥ 3 (%)		4 (1,9) ^a	0 (0,0) ^a	35 (14,7) ^c	1 (1,9) ^d

Diferencias significativas entre lotes de corderas o de adultas: ^{a,b}: $P < 0,01$; ^{c,d}: $P < 0,05$.

*Medias corregidas para un peso de 42,5 Kg en corderas y 47,4 Kg en adultas.

Tabla 2. Prolificidad y distribución de los tipos de parto en función del genotipo BMP15 en las ganaderías.

Lote	n	Prolificidad	1 (%)	2 (%)	3 (%)	>3 (%)
BMP15	3847	1,67 ^a	42,5 ^a	48,0 ^a	8,6 ^c	0,9 ^e
Control	5272	1,36 ^b	66,0 ^b	32,0 ^b	1,8 ^d	0,2 ^f

n: número de partos. a,b: $P < 0,001$; c,d: $P < 0,01$; e,f: $P < 0,05$.

La tasa de ovulación en el estado adulto estuvo significativamente correlacionada con la que se observó cuando eran corderas en el lote BMP15 ($\rho = +0,27$; $p < 0,01$), pero no en el control ($\rho = -0,12$; NS). La tasa de ovulación de las corderas estuvo significativamente correlacionada con el peso en el lote BMP15 ($\rho = +0,33$; $p < 0,002$), y en el lote control ($\rho = +0,40$; $p < 0,05$).

Los resultados de prolificidad observados en los rebaños comerciales (Tabla 2) muestran un incremento de 0,31 corderos nacidos por parto en el lote BMP15 ($P < 0,001$) respecto del control. Estos resultados son muy similares con la estimación previa de +0,32 corderos/parto (Jurado et al., 2008). El incremento en prolificidad se debe fundamentalmente al incremento en los partos dobles (+16%; $P < 0,001$), aunque los incrementos en los porcentajes de partos triples (+6,8%) y de orden superior (+0,7%) también fueron estadísticamente significativos ($P < 0,01$ y $P < 0,05$, respectivamente). Las diferencias observadas en las ovejas adultas entre la tasa de ovulación determinada en el CITA y la prolificidad observada en las ganaderías no pueden explicarse con el presente estudio, pero podrían deberse a diferencias de manejo propias de cada explotación, tales como alimentación, sistema de partos, estado sanitario y época del año, que influyen sobre la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria.

Estos resultados indican que es posible conseguir una mejora rápida de la prolificidad en las ganaderías mediante un uso apropiado del alelo *FecX^R*, que incrementa fundamentalmente el porcentaje de partos gemelares.

Agradecimientos: Cofinanciado por FEDER a través del M° de Educación y Ciencia (Proyecto AGL2005-08277), MAPA (Proyecto INIA RTA2006-140) y M° de Industria (Proyecto CDTI2004-611). B. Lahoz recibe una beca de Formación de investigadores de tipo Predoctoral de INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez-Royo, A., Jurado, J.J., Smulders, J.P., Martí, J.I., Alabart, J.L., Roche, A., Fantova, E., Bodin, L., Mulsant, P., Serrano, M., Folch, J., Calvo, J.H. 2008. *Anim. Genet.* 39(3): 294-297.
- Jurado, J.J., Fantova, E., Folch, J., Equipo Veterinario de Carnes-Oviaragon, Vigil, E., Martínez-Royo, A., Calvo, J.H. 2008. XXXIII Jornadas Científicas de la SEOC, Almería, 24-27 de septiembre.
- Fabre, S., Pierre, A., Mulsant, P., Bodin, L., Di Pasquale, E., Persani, L., Monget, P., Monniaux, D. 2006. *Reprod Biol Endocrinol* 4:20. doi:10.1186/1477-7827-4-20.
- Pardos, L., Fantova, E., Bru, Ch., Buñuel, M., Santander, L., Moreno, J. 2007. XXXII Jornadas de la SEOC, Palma de Mallorca. 19-21 de septiembre, pp. 141-144.
- Hanrahan, J.P., Gregan, S.M., Mulsant, P., Mullen, M., Davis, G.H., Powell, R., Galloway, S.M. 2004. *Biol. Reprod.* 70(4): 900-909.

EFFECT OF *FECX^R* ALLELE OF BMP15 GENE ON OVULATION RATE AND PROLIFICACY IN RASA ARAGONESA EWES

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the ovulation rate and prolificacy of Rasa aragonesa ewes carrying a recently described mutation (*FecX^R*, ROA allele, "Rasa Oviaragón") in BMP15 gene (bone morphogenetic protein-15). The ovulation rate of three consecutive cycles in the breeding season was recorded in 91 carrier and 20 non-carrier ewe-lambs and repeated in adult age. Ovulation rate in non-carrier ewe lambs and adult ewes were 1.16 and 1.36, respectively, while *FecX^R* ewes presented +0.44 and +0.63 extra ovulations (both, $P < 0.01$). In private farms, prolificacy of carrier ewes (daughters of carrier rams produced by artificial insemination; n=3847 lambing records) was +0.31 points higher ($P < 0.001$) compared with that of non-carriers daughters (1.36; n=5272), presenting less than 10% of triplets or higher order litter sizes. These results show that a quick increase of prolificacy can be reached by an appropriate use of *FecX^R* in farms, which mainly increases the rate of twin pregnancies.

Keywords: BMP-15, ovulation rate, prolificacy, Rasa aragonesa.

RENDIMIENTO DE VACAS SECAS NO ESTIMULADAS SOMETIDAS A OPU EN LA OBTENCIÓN DE OVOCITOS PARA LA PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES

S. Ruiz, J. Zaraza¹, A. De Ondiz y D. Rath¹

Dpto. Fisiología (Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia). España.

¹ Institut für Nutztiergenetik (Friedrich-Loeffler-Institut. FLI Mariensee). Alemania.

E-mail: sruiz@um.es <http://www.um.es/grupo-fisiovet>

INTRODUCCIÓN

La técnica de aspiración folicular transvaginal guiada por ultrasonografía (*Ovum pick up*, OPU) fue originalmente desarrollada para la reproducción asistida en la especie humana (Lenz & Lauritsen, 1982) y posteriormente usada en ganado vacuno en Holanda al final de la década de los 80 (Pieterse et al., 1988). Es una técnica de gran versatilidad y flexibilidad que puede ser usada en animales en varios estados fisiológicos (ej. animales cíclicos, no cíclicos, al primer tercio de la gestación y en los que no responden a estímulos hormonales), pero también en animales viejos con desórdenes reproductivos de origen no genético (Galli et al., 2001), y en terneras y novillas prepúberes a partir del 6-8 mes de edad (Taneja et al., 2000). La recuperación repetida de ovocitos mediante OPU permite la producción de un mayor número de embriones que los obtenidos mediante protocolos estándares de transferencia embrionaria (TE) (Santl et al., 1988).

En la actualidad, la producción *in vitro* (PIV) de embriones bovinos mediante el empleo de ovocitos procedentes de matadero está bien establecida (De Roover et al., 2005). Sin embargo, la OPU se presenta como una oportunidad para trabajar con ovocitos obtenidos de vacas vivas lo que permite el uso de material genético de origen conocido. Así, la combinación de OPU y PIV es una alternativa a la producción de embriones *in vivo* tradicional (Faber et al., 2003). El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de vacas secas sin estimulación hormonal sometidas a OPU en la obtención de ovocitos para ser empleados en sistemas de PIV. Se determinó el número de ovocitos obtenidos por sesión de OPU por animal y los porcentajes de ovocitos viables, no viables, degenerados, maduros e inmaduros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 18 vacas no lactantes (secas) con actividad cíclica normal de las razas *Holstein Friesian* y *Schwarzbunterind*, con edad aproximada de 4 años, procedentes de la granja experimental del *Institut für Nutztiergenetik* de Mariensee (Alemania). Los animales se seleccionaron previamente por palpación rectal de genitales y ovarios para evaluar su normalidad reproductiva. Todos los animales presentaban una condición corporal media (BCS) de 6 en escala de 1-10.

Se realizaron 84 sesiones de OPU con intervalos de 3-4 días. Se siguió la metodología descrita por Oropeza et al. (2004). A los animales se les administró, 4-6 ml de procaína (Procasel 2%) vía epidural. Después del vaciamiento del recto y la limpieza de vulva y área perineal, se insertó el transductor en la vagina, protegido por cubierta sanitaria de látex. Los ovarios fueron visualizados con un ecógrafo (Picker, CS 9000) equipado con un transductor de 6.5 MHz y un "handgrip" de 60 cm de longitud, en donde se colocó la guía de punción. Se aspiraron todos los folículos antrales visibles de más de 3 mm de diámetro, usando una aguja descartable (20 G, 0.9 x 70 mm) colocada en el dispositivo intravaginal y conectada a un tubo estéril de 50 ml mediante una conducción de Teflón y a una bomba de aspiración (Cook, IVF Ultra Quiet) ajustándose la presión de vacío a 50 mm Hg (20 ml/min).

Después de la aspiración de cada 3-4 folículos, se lavó exhaustivamente el fluido folicular de la aguja de aspiración y del tubo de recolección con medio PBS, suplementado con suero bovino fetal inactivado (1%), penicilina (50 UI/ml), estreptomycin sulfato (50

µg/ml), piruvato (36 µg/ml), glucosa (1 mg/ml), CaCl₂·2H₂O (133 µg/ml) y heparina sódica (2.2 UI/ml) para prevenir la coagulación sanguínea. El fluido de cada animal fue inmediatamente filtrado (50 µm Ø) y los restos de sangre fueron eliminados por continuos lavados en PBS fresco. Los complejos cúmulo-ovocito (COCs) se visualizaron bajo estereomicroscopio y se dispusieron en microgotas, en medio TCM-air a 37°C, para su evaluación morfológica.

Los COCs obtenidos se clasificaron en cinco categorías, según la homogeneidad, morfología del citoplasma y la compactibilidad de las células del cúmulo (Oropeza et al., 2004): Categoría I (ovocitos con al menos tres capas de células de cúmulo compactas y con citoplasma homogéneo uniformemente granulado); Categoría II (ovocitos con menos de tres capas de células del cúmulo y citoplasma generalmente homogéneo); Categoría III (ovocitos con una sola capa de células del cúmulo y citoplasma de aspecto irregular con áreas oscuras); Categoría IV (ovocitos denudados) y Categoría V (ovocitos con cúmulo expandido). Los COCs de las categorías I-III fueron considerados aptos para MIV, los ovocitos de categorías IV y V no se usaron en MIV, siendo considerados ovocitos no viables.

Los COCs fueron lavados 3 veces en TCM199 y dispuestos en medio de maduración consistente en TCM199, con L-glutamina y 25 mM HEPES y complementado con cisteamina (10 µl/ml), eCG (10 UI/ml), hCG (5 UI/ml) (Suigonan, Intervet), piruvato (22 µg/ml), NaHCO₃ (350 µg/ml), gentamicina (50 µg/ml) y BSA libre de ácidos grasos (0.1%). Los ovocitos fueron madurados en atmósfera saturada de humedad (5% CO₂ en aire) a 39°C durante 24 h. Después del periodo de maduración, los ovocitos fueron fijados en etanol:ácido acético (3:1, v/v), teñidos con colorante Iacmoid (1%) y examinados bajo microscopía de contraste de fases (400 x, Olympus). Aquellos ovocitos en estadio de vesícula germinal o metafase I fueron considerados inmaduros, la presencia de ovocitos en metafase II con corpúsculo polar determinó que se había alcanzado el grado de madurez necesario para su uso en PIV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de COCs viables obtenidos por sesión de OPU por animal (4.24, Tabla 1) resultó similar a los reportados por Bungartz et al. (1995) para vacas secas (4.4) y por Liang et al. (2008) en búfalas cíclicas (4.6) y superior a los obtenidos por Chaubal et al. (2006) para vacas secas (3.9), Rust et al. (1999) en vacas gestantes (2.0) y Kniep (2001) en vacas en puerperio (3.8), aunque inferiores al referido por Oropeza et al. (2004) en vacas lactantes (5.7). Nuestros resultados también son inferiores a los obtenidos por Chaubal et al. (2006) para vacas estimuladas con FSH (4.9) en iguales condiciones (2 sesiones semanales de OPU/animal) y a los obtenidos por De Roover et al. (2005) con valores que van desde 6.1 a 7.1 ovocitos dependiendo de la dosis de FSH aplicada. En relación al porcentaje de COCs viables obtenidos (categorías I, II y III), nuestros datos (82.98%) son similares a los reportados por estos mismos autores, con un 81% de COCs disponibles para cultivo. Según nuestros resultados, el porcentaje de ovocitos competentes en MIV y que por lo tanto, resultarían aptos para su procesamiento en técnicas de PIV es superior al 80% de los COCs viables. Podemos concluir que la OPU en vacas secas sin estimulación hormonal es competente en combinación con la PIV para su uso en la producción de embriones bovinos.

Tabla 1. Rendimiento de OPU en vacas secas sin estimulación hormonal.

Nº vacas	Nº sesiones OPU	Nº COCs obtenidos (media)	Nº COCs viables (media)	% COCs viables	% COCs en cultivo* (n)	% ovos deg (n)	% ovos maduros** (n)
18	84	429 (5.11)	356 (4.24)	82.98	88.48* (315)	5.40 (17)	80.87** (241)

(*): Referido al total de ovocitos viables.

(**): Referido al total de ovocitos viables descartando ovocitos degenerados (n: 298).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bungartz L, Lucas-Hahn A, Rath D, Niemann H. *Theriogenology*. 43: 667-675. 1995.
- Chaubal SA, Molina JA, Ohlrichs CL, Ferre LB, Faber DC, Bols PEJ, Riesen JW, Tian X, Yang X. *Theriogenology*. 65: 1631-48. 2006.
- De Roover R, Genicot G, Leonarda S, Bols P, Dessy F. *Anim Reprod Sci*. 86: 13-25. 2005.
- Faber DC, Molina JA, Ohlrichs CO, Vander Zwaag DF, Ferre LB. *Theriogenology*. 59: 125-138. 2003.
- Galli C, Crotti G, Notari C, Turini P, Duchi R, Lazzari G. *Theriogenology*. 55: 1341-57. 2001.
- Kniep G. Dissertation Thesis. Hannover Tierärztliche Hochschule. 2001.
- Liang XW, Lu YQ, Chen MT, Zhang XF, Lu SS, Zhang M, Pang CY, Huang FX, Lu KH. *Theriogenology*. 69: 822-826. 2008.
- Lenz S, Lauritsen JG. *Fert Steril*. 38: 673. 1982.
- Oropeza A, Wrenzycki, C, Herrmann D, Hädeler KG, Niemann H. *Biol Reprod*. 70: 1634-43. 2004.
- Pieterse MC, Kappen KA, Kruip TAM, Taverne MAM. *Theriogenology*. 30: 751-62. 1988.
- Rust JM, Eikermann E, Frank KU, Niemann H. *Theriogenology*. 51: 329. 1999.
- Santl B, Wenigerkind H, Scherthner W, Modl J, Stojkovic M, Prella K, Holtz W, Brem G, Wolf E. *Theriogenology*. 50: 89-100. 1988.
- Taneja M, Bols PE, Van de Velde A, Ju JC, Schreiber D, Tripp MW. *Biol Reprod*. 62: 206-213. 2000.

Agradecimientos: Ayudas Movilidad MEC. Estancias Centros de Investigación (PR2007-0445 y PR2008-0323).

OPU PERFORMANCE IN DRY AND NON STIMULATED COWS IN OOCYTES RECOVERY FOR *IN VITRO* EMBRYO PRODUCTION

ABSTRACT: *Ovum Pick-up* (OPU) in cattle can be used in animals at various physiological states (cyclic, noncyclic, early pregnancy), and also for older cows with non genetics reproductive disorders, juvenile calves and prepubertal heifers. The repeated recovery of oocytes permits production of more embryos than might be possible by standard ET protocols. The combination of OPU and IVP techniques could be a potential alternative to traditional embryo production. The aim of this work was to determine OPU performance in dry and non stimulated cows to value recovery and competence of oocytes to using in IVP systems. The number of oocytes recovery by OPU session and animal and the percentages of viable, not viable, degenerate, mature and immature oocytes were obtained.

84 OPU sessions were carried out at 3-4 days intervals in 18 normal cyclic, dry and non stimulated cows from *Holstein Friesian* and *Schwarzbunterind* breeds. We followed the methodology described by Oropeza et al. (2004) for OPU technique. Viable oocytes obtained by OPU session and animal (4.2) was similar to bibliography in same conditions. Maturation rate was higher than 80% of viable ovocytes. OPU in dry and non stimulated cows is competent in combination with PIV for production of bovine embryos.

KEYWORDS: *Ovum pick up*, dry cows, oocytes, IVM

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD MITOCONDRIAL DE OVOCITOS DE CORDERA SELECCIONADOS MEDIANTE EL TEST DEL BCB (AZUL DE CRESOL BRILLANTE)

Catalá María, Morato Roser, Romaguera Roser, Izquierdo Dolors, Paramio M Teresa
Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona. Email: Teresa.Paramio@uab.es.

INTRODUCCIÓN

El test del azul de cresol brillante (BCB) es una técnica capaz de seleccionar los ovocitos que han finalizado su crecimiento y que hipotéticamente son más competentes para llegar al estadio de blastocisto. El BCB es una tinción vital que determina la actividad intracelular de la Glucosa 6 fosfato deshidrogenasa (G6PDH) (Spikings y col., 2007). La G6PDH se sintetiza dentro del ovocito durante la fase de crecimiento, disminuyendo su actividad al completar la misma. De esta manera, si la G6PDH se encuentra activa en el ovocito, reducirá el colorante BCB a una tonalidad más clara (ovocitos incoloros). En el caso que el ovocito haya completado su crecimiento, la G6PDH se encontrará con baja actividad, siendo incapaz de reducir el colorante (ovocitos de color azul).

Las mitocondrias son capaces de generar ATP en grandes cantidades, regular la homeostasis intracelular del calcio y la apoptosis (Berridge y col., 1998, Duchen 2000). Una buena distribución de las mismas es importante para completar funciones específicas de las células. A su vez, la distribución de las mitocondrias activas puede ser un indicador de la energía requerida en procesos importantes en lo que respecta a la maduración, fecundación y desarrollo embrionario (Schatten H. y col., 2005). De esta manera, la distribución y actividad mitocondrial podrían ser un criterio interesante para determinar la maduración citoplasmática y por lo tanto, la competencia ovocitaria.

Las tinciones con Mitotracker (Poot y col., 1996) son tinciones específicas para el marcaje de mitocondrias. Existen distintos tipos de Mitotracker, utilizándose el Mitotracker Green FM para marcar las mitocondrias totales y el Mitotracker Orange CMTMRos para marcar únicamente las mitocondrias activas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de los ovocitos ovinos mediante su selección con el colorante BCB y valorar su actividad mitocondrial mediante la tinción con Mitotracker Orange CMTMRos (M.7510 Molecular Probes, Eugene, OR, EEUU).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovocitos se recuperaron mediante la técnica de *slicing* de ovarios de ovejas de 3 a 6 meses de edad. Se seleccionaron los ovocitos con 3 o más capas de células del cúmulo (COCs) y citoplasma homogéneo.

Los COCs, se incubaron en una solución de 26 μ M BCB durante 1 h a 38,5°C y 100% de humedad. Finalizado dicho período, se lavaron repetidas veces en medio PBS para eliminar posibles restos de colorante. La valoración de la tinción se realizó en un microscopio estereoscópico con el diafragma parcial o totalmente cerrado.

Según la coloración, los ovocitos fueron clasificados como:

BCB+: ovocitos con citoplasma azul. Aquellos ovocitos que tienen una baja actividad enzimática de la G6PD y que son incapaces de degradar el colorante. Hipotéticamente, ovocitos que han finalizado su crecimiento.

BCB -: ovocitos sin coloración azul. Aquellos ovocitos con una alta actividad de la G6PD capaz de degradar el BCB. Hipotéticamente, ovocitos en fase de crecimiento.

A su vez, se midió el diámetro de los ovocitos BCB+ y BCB- y de un grupo control el cual no fue sometido a la tinción con BCB. Para ello, los ovocitos se desnudaron mediante un

suave pipeteo y se procedió a su medición usando una lupa estereoscópica a 96 X (Olympus SZH). El diámetro ovocitario se midió incluyendo la zona pelúcida.

La maduración *in vitro* (MIV) se llevó a cabo adaptando los protocolos de Ptak y col. (2006) y Grazul-Bilska y col. (2003). Los COCs fueron colocados en placas de 4 pocillos con 500 μ l de medio de maduración (TCM199 suplementado con 5 μ g/ml FSH, 5 μ g/ml LH, 1 μ g/ml E₂, 10 ng/ml EGF, 100 μ M cisteamina, 0,2 mM Piruvato sódico, 2% de antibiótico-antimicótico (Gibco®) y 10% SFB) cubiertos con 200 μ l de aceite mineral durante 24 h a 38,5 °C, en una atmósfera con un 5% de CO₂ en aire y máxima humedad.

Para la tinción de las mitocondrias de los ovocitos BCB+, BCB- y control, se tomaron muestras de los COCs a las 0 y a las 24 horas post maduración. Los ovocitos fueron denudados e incubados a 38°C durante 30 min en una solución de PBS con 200 nM de Mitotracker Orange CMTMRos. Posteriormente se procedió a fijarlos en una solución de paraformaldehído al 3 % durante 30 - 60 min a 38°C. Transcurrido ese tiempo, los ovocitos se lavaron repetidamente en medio PBS y se montaron en grupos de 10 sobre un porta-objeto tratado previamente con poli-L-lysina. Finalmente, para la observación del estadio nuclear, las muestras se incubaron con DAPI (4,6-diamidino-2-phenylindole hydrochloride) y se cubrieron con un cubre-objetos, manteniéndose en congelador hasta su posterior análisis. Durante toda la tinción se trabajó en oscuridad.

El análisis de las muestras se llevó a cabo en un microscopio de escaneo láser confocal (Leica TCS-SP2-AOBS) con software especializado. Se utilizó una excitación de 554 nm para el mitotracker Orange y 405 nm para el DAPI. Las muestras se analizaron según el grado de intensidad de las marcas de mitotracker. Para ello se tomó como referencia el plano medio de los ovocitos y, manteniendo los parámetros iguales en todos los casos, las muestras se procesaron utilizando el software del microscopio. Se creó un patrón de intensidad del 0 a 3, considerando 0 a la ausencia total de marcas y 3 a la observación de un gran número de marcas. Se tuvo en cuenta el valor de la energía media que proporcionó el software.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 1211 ovocitos que se tiñeron con el test de BCB, 368 (30%) fueron BCB+ y 843 (70%) BCB-. Estos porcentajes son similares a los obtenidos por Rodríguez-González y col. (2002) en cabras. Sin embargo, tanto en cerdos (Roca y col., 1998) como en bovinos (Pujol y col., 2004) se han encontrado un mayor porcentaje de ovocitos BCB+. Respecto al diámetro de los ovocitos, el grupo de ovocitos BCB+ presentó un diámetro significativamente mayor que los BCB- y el grupo control (121,42 μ m, 116,51 μ m y 119,8 μ m, respectivamente).

La *tabla 1* muestra los diferentes niveles de intensidad de las mitocondrias según su clasificación con el BCB. A las 0 horas se obtuvo un 100 % de ovocitos BCB+ con intensidad tipo 2, mientras que en los BCB- solo se obtuvo un 33%. Tras la MIV, no hemos observado diferencias entre los grupos BCB+ y BCB- con intensidad del tipo 2 pero podemos observar la aparición de la intensidad de tipo 3 con un 33% y 10,5%, respectivamente, demostrando un aumento importante de la actividad mitocondrial en los ovocitos maduros. A su vez, tras la maduración, hemos obtenido un 21% de ovocitos BCB- con intensidad del tipo 0, mostrando la efectividad de la tinción a la hora de descartar los ovocitos de menor calidad. Al igual que en equinos (Torner y col., 2007), cerdos (Torner y col., 2004) y bovinos (Tarazona y col., 2006), hemos encontrado un aumento significativo en los patrones de intensidad mitocondrial en ovocitos que han alcanzado el estadio de Metafase II. Este resultado se justifica con lo estudiado por Brevini y col. (2005) que observaron que a medida que el ovocito alcanzaba el estadio madurativo adecuado, el contenido de ATP intracelular aumentaba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brevini T.A., Vassena R., Francisci C., Gandolfi F., 2005. *Biol Reprod* 72, 1218–1223
- Berridge M.J., Bootman M.D., Lipp P. 1998 *Nature* 395, 645–648
- Duchen M.R., 2000 *Cell Calcium* (2000) 28(5/6), 339–348
- Grazul-Bilska A.T., Choi J.T., Bilski J.J., Weigl R.M., Kirsch J.D., Kraft K.C., Reynolds L.P., Redmer D.A. 2003. *Theriogenology* 59:1449–1457.
- Ptak G., Matsukawa K., Palmieri C., Della Salda L., Scapolo P.A., Loi P. 2006. *Human Reproduction* 21(9):2228–2237
- Poot M., Zhang Y., Krämer J., Wells S., Jones L.J., Hanzel D.K., Lugade A.G., Singer V.L., Haugland R.P. 1996. *J. of Histochem. and Cytochem.* 44(12):1363–1372.
- Pujol M, Lopez-Bejar M, Paramio M-T. *Therio.* 2004;61:735–44.
- Roca J, Martinez E, Vazquez JM, Lucas X. *Reprod Fert Dev* 1998;10:479–85
- Rodriguez-Gonzalez E, Lopez-Béjar M, Velilla E, Paramio MT. *Therio.* 2002;57:1397–409.
- Schatten H., Prather R.S., Sun Q. *Mitoch.* 5, 303–321.
- Spikings E.C., Alderson J., St. John J. 2007. *Dev. Biol Reprod, (Gamete Biol.)* 76:327–335.
- Tarazona A.M, Rodriguez J.I, Restrepo L.F, Oliveira-Angel M, 2006. *Reprod Domest Anim* 41, 5–11
- Torner H., Alm H., Kanitz W., Goellnitz K., Becker F., Poehland R., Brüssow K.P., Tuchscherer A. 2007. *Reprod Dom Anim* 42, 176–183.
- Torner H, Brüssow K.P, Alm H, Ratky J, Poehland R, Tuchscherer A, Kanitz W, 2004: *Theriogenology* 61, 1675–1689.

Tabla 1 Actividad mitocondrial valorada según patrones de intensidad

	MIV (hs)	n	Intensidad de mitocondrias			
			0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)
	0 horas					
BCB+		8			8 (100) ^a	
BCB-		6		4 (67)	2 (33) ^b	
Control		8		2 (25)	6 (75) ^{a,b}	
	24 horas					
BCB+		21		2 (10)	12 (57) ^{a,b}	7 (33)
BCB-		19	4 (21)	7 (37)	6 (31,5) ^b	2 (10,5)
Control		11		2 (18)	9 (82) ^a	

0: intensidad nula; 1: intensidad media-baja; 2: intensidad media-alta; 3: intensidad alta. Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (Test de Fisher, $P < 0,05$)

STUDY OF MITOCHONDRIAL ACTIVITY IN LAMB OOCYTES SELECTED BY DE BRILLIANT CRESYL BLUE TEST.

ABSTRACT: The aim of this investigation was to as to evaluate the utility of the brilliant cresyl blue (BCB) test as an indirect measure of oocyte growth, in order to select competent prepubertal sheep oocytes for in vitro embryo production. Oocytes were exposed to 26 μ M BCB and were classified according to their cytoplasm coloration: oocytes with a blue cytoplasm, hypothetically grown oocytes (BCB+) and oocytes without a blue cytoplasm, hypothetically growing oocytes (BCB-). After exposure to BCB test, we evaluated mitochondrial activity on immature oocytes and on maturated ones. Mitochondrial activity was measures using the fluorescence probe Mitotracker Orange CMTMRos. The activity was classified into 4 groups of intensities: from type 0 which means no active mitochondria's, to type 3 which means high mitochondria intensity. The fluorescence intensity of metabolic active mitochondria increased in the oocytes during IVM and depended on initial classification into BCB+ or BCB-. Oocytes classified as BCB+ had much more active mitochondrias at 0 hours than BCB-. These results indicate that there is a relationship between the selection of good quality oocytes with BCB test and mitochondrial activity

Keywords: sheep oocytes, glucose-6-phosphate dehydrogenase, mitochondrial activity

DETECCIÓN DEL RECEPTOR DE LEPTINA EN EL OVARIO DE CONEJA E INFLUENCIA DE LA LEPTINA SOBRE LA MADURACIÓN DE LOS OOCITOS *IN VITRO*

Arias-Álvarez M.¹, García-García R.M.¹, Rebollar P.G.², Revuelta L.¹, Lorenzo P.L.¹

¹ Dpto. Fisiología (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria. UCM.

² Dpto. Producción animal. E.T.S.I. Agrónomos. UPM.

INTRODUCCIÓN

La leptina es una hormona de 16 KDa producida por el gen de la obesidad (*ob* gen) que se sintetiza principalmente en los adipocitos (Zhang et al., 1994); refleja la cantidad de grasa de un animal y la condición corporal (Fortun-Lamothe, 2006), estando implicada en la regulación del peso corporal (Coleman et al., 1978) y en el éxito reproductivo (Chehab et al., 1996). En este sentido, se ha sugerido que la influencia de la leptina sobre la reproducción se ejercería sobre el eje hipotálamo- hipófisis (Brechia et al. 2006) y sobre algunos aspectos de la función ovárica, como el desarrollo folicular (Brannian et al., 2002) y la maduración de los oocitos (Ryan et al., 2002) a través de su unión con receptores específicos de membrana (Ob-R) (Tartaglia et al., 1995). El Ob-R es miembro de la clase I de la superfamilia de los receptores de citoquinas, y tiene 6 isoformas (Tartaglia et al., 1995). Tanto la forma larga como las cortas poseen el mismo dominio extracelular, por lo que se diferencian entre sí por el dominio intracitoplasmático (Fruhbeck, 2006).

La detección del Ob-R en las células de la granulosa del ovario y en el oocito de diferentes especies sugiere que el oocito puede responder a la leptina a través de su receptor (Matsuoka et al., 1999; Craig et al., 2004) en particular, durante la maduración del mismo. Este proceso, a su vez, representa dos sucesos biológicos diferenciados: a) maduración nuclear (de vesícula germinal a metafase II); b) maduración citoplásmica (migración de los gránulos corticales (GC)). Este estudio, pretende, por un lado, determinar la inmunolocalización del Ob-R en el ovario de la coneja y por otro dilucidar el efecto de la leptina sobre la maduración de los oocitos de coneja *in vitro* tanto nuclear como citoplásmica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios proceden de conejas adultas sacrificadas en el matadero (Jumogar S.L.).

Inmunodetección del receptor de la leptina. Los ovarios fueron fijados en paraformaldehído 4%, y se prepararon para histología según protocolos estándar. Tras el desparafinado y rehidratación, se realizó un tratamiento de calor con olla en buffer citrato 10mM (pH 6). Posteriormente, se suprimió la actividad de la peroxidasa con 0,3% de peróxido de hidrógeno, las secciones se incubaron con suero de bloqueo durante 30 min (1:10, Vector lab.) y a continuación con el anticuerpo primario (1:50, Vector lab.) durante toda la noche a temperatura ambiente. Después, se añadió el anticuerpo secundario (1:200, Vector), el conjugado ABC (Avidin biotin complex, ABC Vector Elite kit, Vector lab.) y, por último, el cromógeno (Vector Nova RED substrate Kit for Peroxidase, Vector lab.). Finalmente, se realizó una tinción de contraste con hematoxilina y se examinó al microscopio óptico.

Maduración *in vitro*. Se aspiró el contenido de los folículos antrales visibles en la superficie del ovario, superiores a 1mm de diámetro (Jelinkova et al., 1994). Los complejos cúmulo oocito (COC) fueron seleccionados para cultivo en base a criterios morfológicos de homogeneidad en el cúmulo y en el citoplasma descritos por Lorenzo et al., (1994). El medio de maduración (MIV) estaba compuesto por TCM-199, piruvato sódico (0,1mg/ml), glutamina (2mM), antibiótico (100UI/ml penicilina-estreptomicina) y factor de crecimiento epidérmico (EGF) (10ng/ml) suplementado con: 0, 1, 10, 100 ng/ml de leptina o 10% de suero fetal bovino (FCS) (Sigma). El cultivo se realizó 500 µl de medio MIV, a 38° C, 5% de CO₂ y 100% de humedad relativa, durante 16h.

Confocal. Un total de 715 COC se desnudaron con hialuronidasa (2 mM) y se trataron con pronasa al 0,5% para digerir la zona pelúcida. Posteriormente, se fijaron en paraformaldehído al 4%. A continuación, se lavaron con 0,02% de Tritón X-100 y con PBS con 7,5% de BSA. Seguidamente, se incubaron en una solución de 100 $\mu\text{g/ml}$ de isotiocianato de fluoresceína conjugado con la aglutinina de la *lens culinaris* (FITC-LCA) en PBS para analizar la migración de los GC. A continuación, se incubaron en propidio iodado (PI) para valorar la configuración nuclear de los oocitos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio inmunohistoquímico de los ovarios (Fig. 1) mostró la inmunolocalización del ObR en el citoplasma de las células del estroma y en el cuerpo lúteo. Igualmente, en las células de la granulosa de los folículos primordiales, primarios y secundarios, así como en los oocitos. En las células de la teca interna la detección del Ob-R fue moderada mientras que en la teca externa fue negativa. Estos resultados son acordes a los obtenidos por otros autores en otras especies (Matsuoka et al., 1999; Ryan et al., 2002; Paula-Lopes et al., 2007) en las cuales se ha observado la presencia de ambas formas del Ob-R. Estos hallazgos sugieren que los ovarios, y en particular los oocitos, son capaces de responder a la leptina a través de su receptor.

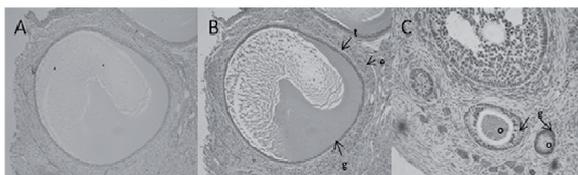


Fig. 1. Inmunolocalización del ObR en el ovario de la coneja. A) control negativo; B) folículo antral: células de la granulosa (g), teca (t), y estroma (e); C) folículos preantrales: células de la granulosa (g), oocitos (o).

El presente trabajo muestra, además, que la leptina influye sobre la maduración *in vitro* de los oocitos de coneja (Tabla 1). En particular, tanto los medios suplementados con FCS como con 10ng/ml leptina ejercen los efectos más beneficiosos a nivel nuclear comparados con 0, 1 y 100ng/ml leptina. Estos datos concuerdan con los resultados de Craig et al. (2004) y Paula-Lopes et al. (2007). Todos los tratamientos que incluyen leptina y FCS mejoran la maduración citoplasmática en cuanto a la migración periférica de los GC se refiere, comparados con el medio sin leptina.

Tabla 1. Maduración *in vitro* de oocitos de coneja con diferentes concentraciones de leptina

	0 ng/ml lep	1 ng/ml lep	10 ng/ml lep	100 ng/ml lep	10% FCS
MII (%)	42,4 ^a	47,9 ^{ab}	57,0 ^b	43,1 ^a	55,7 ^b
Migración de GC (%)	14,8 ^a	26,9 ^b	28,7 ^b	25,3 ^b	24,7 ^b

Los valores con diferentes letras presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Aunque algunos autores no observan ningún efecto de la leptina sobre la maduración nuclear *in vitro* de los oocitos (Swain et al., 2004), otros estudios realizados en varias especies muestran que la leptina mejora la maduración nuclear y citoplasmática de los oocitos aunque el efecto beneficioso difiere en función de las especies y del medio de cultivo. Así, en ganado porcino (Craig et al., 2004) y en vacuno (Van Tol et al., 2008), concentraciones en torno a 10-100ng/ml y 1000ng/ml de leptina respectivamente, mejoran la maduración de los oocitos *in vitro*. Sin embargo, Boelhaue et al. (2005) y Paula-Lopes et al. (2007) muestran que concentraciones de 1-10ng/ml de leptina mejoran la de los oocitos bovinos, siendo estos niveles los más próximos a los fisiológicos. Los resultados obtenidos tanto en la coneja como en otras especies podrían indicar que, *in vivo*, la leptina ejercería su

efecto sobre los oocitos de forma sinérgica con otros factores autocrinos/paracrinos/endocrinos a concentraciones distintas a las necesarias *in vitro*.

Nuestro estudio indica que el Ob-R se localiza en diferentes compartimentos ováricos y que, además, la leptina influye positivamente tanto en la maduración nuclear como citoplasmática de los complejos cúmulo-oocito de coneja madurados *in vitro*. Serán necesarios más estudios al respecto para entender las interrelaciones metabólicas y hormonales que relacionan la condición corporal de los animales con su éxito reproductivo.

Agradecimientos: Al Dr. Contreras por su inestimable ayuda. A la financiación: MEC AGL07-60168 y grupos de investigación (920249). M. Arias-Álvarez, es PDI en formación de la UCM (financiado por la CAM y el FSE). R.M. García-García, agradece la financiación al MEC mediante el programa Juan de la Cierva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boelhauve M, Sinowatz F, Wolf E, Paula-Lopes FF.2005. *Biol Reprod.*73:737-44.
- Brannian JD, Hansen KA.2002. *Semin. Reprod. Medicine.*20:103-12.
- Brecchia G, Bonanno A, Galeati G, Federici G, Maranesi M, Gobbetti A, Zerani M, Boiti C.2006. *Domest. Anim. Endocrinol.*31:105-22.
- Chehab FF, Lim ME, Lu R. 1996. *Nat. Genetics.*• Coleman DL.1978. *Diabetologia.*14:141-48.
- Craig J, Zhu H, Dyce PW, Petrik J, Li J.2004. *Endocrinology.*145:5355-63.
- Fortun-Lamothe L.2006. *Anim. Reprod. Sci.*93:1-15.
- Frühbeck G.2006. *Biochem J.*393:7-20.
- Jelinkova L, Kubelka M, Motlik J, Guerrier P.1994. *Mol. Reprod. Dev.*37:210-15.
- Lorenzo PL, Illera MJ, Illera JC, Illera M. 1994. *J. Reprod. Fertil.*101: 697-701.
- Matsuoka T, Tahara M, Yokoi T, Masumoto N, Takeda T, Yamaguchi M, Tasaka K, Kurachi H, Murata Y.1999. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*256:480-84.
- Paula-Lopes FF, Boelhauve M, Habermann FA, Sinowatz F, Wolf E.2007. *Biol. Reprod.*76:532-41.
- Ryan NK, Woodhouse CM, Van der oek H, Gilchrist RB, Armstrong DT, Norman RJ.2002. *Biol. Reprod.*66:1548-54.
- Swain JE, Dunn RL, McConnell, Gonzalez-Martinez J, Smith GD.2004. *Biol. Reprod.*71:1446-52.
- Tartaglia LA, Dembski M, Weng X, Deng N, Culpepper J, Devos R, Richards GJ, Campfield LA, Clark FT, Deeds J, Muir C, Sanker S, Moriarty A, Moore KJ, Smutko JS, Mays GG, Wool EA, Monroe CA, Tepper RI.1995. *Cell.*83:1263-71.
- Van Tol HT, van Eerdenburg FJ, Colenbrander B, Roelen BA.2008. *Mol. Reprod. Dev.*2008.75:578-87.
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM.1994. *Nature.* 372:425-432.

DETECTION OF LEPTIN RECEPTOR IN RABBIT OVARY AND EFFECT OF LEPTIN ON OOCYTE *IN VITRO* MATURATION

ABSTRACT: The aim of this work was to study the immunolocalization of the leptin receptor (Ob-R), in rabbit's ovaries and the influence of leptin on meiotic (metaphase II rate) and cytoplasmic maturation (cortical granule migration rate (CG)) of rabbit oocytes matured *in vitro* (IVM). Ovaries and cumulus-oocyte complexes (COC) were collected from slaughterhouse animals. Ob-R were found widely localized in the ovary; stromal and granulosa cells shown a positive signalling in cytoplasm. Oocytes and corpora lutea (CL) exhibited immunoreactivity for Ob-R as well. Addition of 10 ng/ml leptin and 10% FCS to IVM medium significantly increased the rate of oocytes reaching MII ($P<0.05$). In addition, percentage of oocytes showed CG migration to the cortex was significantly reduced without leptin treatment or FCS ($P<0.05$) In conclusion, leptin receptor is localized in several ovarian compartments in the rabbit while leptin also improves both meiotic and cytoplasmic *in vitro* maturation of rabbit oocytes.

Key words: leptin, Ob-R, oocyte maturation

LA β -N-ACETIL-GLUCOSAMINIDASA DISMINUYE LA UNIÓN ESPERMATOZOIDE-ZONA PELÚCIDA Y LA PENETRACIÓN *IN VITRO* EN LA ESPECIE PORCINA

Coy P., de Ondiz, A. y Romar, R.

Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia 30071.
pcoy@um.es

INTRODUCCIÓN

La

La fecundación *in vitro* en la especie porcina es una técnica de baja eficacia debido, principalmente, a los altos niveles de polispermia que se obtienen cuando se utiliza. Recientemente, se ha descrito un nuevo mecanismo de regulación de la polispermia que tiene lugar en el oviducto antes del contacto del ovocito con el espermatozoide (Coy et al., 2008). Este mecanismo modifica la zona pelúcida (ZP) de los ovocitos en diferentes especies, haciéndola altamente resistente a la digestión proteolítica y, como consecuencia, se reduce el número de espermatozoides capaces de unirse a la misma y penetrar el ovocito. En este cambio de la ZP intervienen la glicoproteína llamada oviductina (OVGP1) y los glicosaminoglicanos sulfatados del tipo heparina (Coy et al., 2008). Ambos tipos de moléculas se encuentran presentes en el fluido oviductal alrededor del momento de la fecundación en condiciones fisiológicas. Sin embargo, estos dos factores no son los únicos que podrían regular la interacción espermatozoide-ovocito en el oviducto.

Nuestro grupo ha identificado recientemente actividad de 5 exoglicosidasas en el fluido oviductal de las especies porcina y bovina, con variaciones a lo largo del ciclo estral (Carrasco et al., 2008a, Carrasco et al., 2008b). Las glicosidasas son enzimas que se encuentran normalmente en el interior de los lisosomas y catalizan la separación hidrolítica de los residuos de azúcares terminales de la porción glucídica de las glicoproteínas y glicolípidos. Su presencia en el oviducto de la cerda sugiere la posibilidad de que alguna de estas enzimas intervenga también en la regulación de la polispermia afectando la interacción espermatozoide-ovocito mediante la eliminación de residuos glucídicos necesarios para la misma. En el presente estudio, decidimos estudiar el papel de la β -N-acetil-glucosaminidasa.

Se sabe que el reconocimiento espermatozoide-ovocito en el ratón está mediado por la unión de la enzima β -1,4-galactosil-transferasa (GalTasa), localizada en la parte lateral de la membrana plasmática del espermatozoide, a residuos del azúcar β -N-acetil-glucosamina de la ZP del ovocito (Bleil y Wassarman, 1980; Shur y Hall, 1982; Miller et al., 1992). Debido a que se ha demostrado que GalTasa se expresa en la membrana plasmática del espermatozoide de verraco (Larson y Miller, 1997) nos planteamos la hipótesis de que la presencia de β -N-acetil-glucosaminidasa en el medio de fecundación *in vitro*, en concentraciones similares a las que la hemos detectado en el fluido oviductal alrededor del momento de la fecundación, afectara al número de espermatozoides capaces de unirse a la ZP y penetrar el ovocito, al eliminar uno de sus posibles sitios de unión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron ovarios de cerdas prepúberes en matadero y se transportaron al laboratorio a 38°C en solución salina. Los ovocitos se obtuvieron mediante rallado de los folículos entre 3-6 mm de diámetro y se seleccionaron bajo estereomicroscopio por el número de capas de células del *cumulus* y la homogeneidad del citoplasma, para posteriormente transferirlos al medio de maduración NCSU-37 según los protocolos previamente descritos (Funahashi y Day, 1993). Al finalizar el proceso de maduración los ovocitos se desnudaron parcialmente y se transfirieron a medio de fecundación (TALP, (Coy et al., 2008), con o sin 0.5 μ l/ml de β -N-acetil-glucosaminidasa (Sigma A2415) durante 30 minutos. A continuación, los ovocitos se lavaron dos veces en medio TALP y se introdujeron en pocillos de fecundación (250 μ l de medio TALP).

Los espermatozoides, procedentes de la fracción rica del eyaculado de verracos de fertilidad probada, se diluyeron en BTS (Pursel y Johnson, 1975) en proporción 1:20 y se procesaron siguiendo el protocolo descrito por PorciPure™ System (Nidacon Internacional

AB). La suspensión espermática final se diluyó en 250 µl de medio TALP y se añadió a los pocillos conteniendo los ovocitos, a una concentración final de 2×10^5 espermatozoides/ml. A los 10 minutos de coincubación, los ovocitos fueron lavados por sucesivos pases a través de una pipeta automática para eliminar el exceso de espermatozoides adheridos a la ZP y se transfirieron a medio TALP sin espermatozoides. A las 18-20 horas post inseminación los posibles cigotos se fijaron en glutaraldehído al 0.5% en PBS durante 30 minutos y se tiñeron con una solución de Hoescht 33342 1mg/ml durante 15 minutos. Finalmente, se evaluaron en microscopio de fluorescencia para determinar su grado de penetración, monospermia y el número de espermatozoides adheridos a la ZP. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA de una vía y se consideraron valores significativos con $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque preliminares, los resultados del presente estudio indican que la incubación de los ovocitos porcinos en presencia de 0.5 µl/ml de β-N-acetil-glucosaminidasa disminuye la capacidad de los espermatozoides para unirse a la ZP y penetrar el ovocito, aumentando los porcentajes de monospermia (Tabla 1). Además, en experimentos adicionales realizados con mayores concentraciones de enzima se inhibió totalmente la penetración.

Tabla 1. Efecto de la β-N-acetil-glucosaminidasa sobre diferentes parámetros de fecundación in vitro en la especie porcina.

Grupo	% Penetración (N)	% Monospermia	Espermatozoides/ ovocito	Espermatozoides/ZP
Control	75.00±6.60 (44)	35.29±8.31 ^a	2.88±0.46 ^a	21.51±2.97 ^a
Enzima	65.22±7.10 (46)	67.74±8.53 ^b	1.80±0.34 ^b	11.21±1.69 ^b

Estos resultados sugieren que la actividad enzimática de β-N-acetil-glucosaminidasa en el fluido oviductal podría tener un papel en la regulación de la polispermia en la especie porcina, similar al planteado por Miller et al., para la β-N-acetil-glucosaminidasa acrosomal en el modelo de ratón (Miller et al., 1993). En estos trabajos, Miller et al. proponen que β-N-acetil-glucosaminidasa acrosomal podría funcionar de dos maneras: a) catalíticamente hidrolizando residuos de β-N-acetil-glucosamina durante la penetración de la ZP o, b) actuando como una lectina y enmascarando residuos β-N-acetil-glucosamina y, por lo tanto, bloqueando la unión de GalTasa con la ZP.

Nuestros resultados sugieren una acción preferente de β-N-acetil-glucosaminidasa oviductal sobre la acrosomal debido a que como todas las glicosidasas lisosomales, β-N-acetil-glucosaminidasa acrosomal tiene mayor actividad a pH ácido, y el pH en el escenario donde se lleva a cabo la fecundación está alrededor de 7.4. Además, el pH de la ampolla oviductal porcina en el momento de la ovulación aumenta 0.4 unidades debido a la alcalinidad del fluido folicular (Nichol et al., 1997). Puesto que, como es sabido, desviaciones de pocas décimas por encima o por debajo del pH óptimo de las enzimas pueden afectar drásticamente su actividad, es muy probable que β-N-acetil-glucosaminidasa oviductal, que se encuentra inmersa en su medio natural, actúe catalíticamente remodelando la superficie de la ZP y disminuyendo las posibilidades de que GalTasa del espermatozoide interactúe con los residuos β-N-acetil-glucosamina de la ZP del ovocito antes de que β-N-acetil-glucosaminidasa acrosomal pueda tener ningún efecto.

En conclusión β-N-acetil-glucosaminidasa oviductal puede ser uno más de los factores oviductales que regulan la polispermia en la especie porcina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bleil, J.D. & Wassarman, P.M. 1980. *Cell* 20: 873-882.
- Carrasco, L.C., Coy, P., Aviles, M., Gadea, J. & Romar, R. 2008a *Reprod. Fertil. Dev.* 20: 808-817.
- Carrasco, L.C., Romar, R., Aviles, M., Gadea, J. and Coy, P. 2008b *Reproduction* 136: 833-842.
- Coy, P., Canovas, S., Mondejar, I., Saavedra, M.D., Romar, R., Grullon, L., Matas, C. and Aviles, M. 2008. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105: 15809-15814.
- Funahashi, H. and Day, B.N. 1993. *J. Reprod. Fertil.* 98: 179-185.
- Larson, J.L. & Miller, D.J. 1997. *Biol. Reprod.* 57: 442-453.
- Miller, D.J., Gong, X. & Shur, B.D. 1993. *Development.* 118: 1279-1289.
- Miller, D.J., Macek, M.B. & Shur, B.D. 1992. *Nature.* 357: 589-593.
- Nichol, R., Hunter, R.H. & Cooke, G.M. 1997. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 75: 1069-1074.
- Pursel, V.G. & Johnson, L.A. 1975. *J. Anim. Sci.* 40: 99-102.
- Shur, B.D. & Hall, N.G. 1982. *J. Cell Biol.* 95: 574-579.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Educación y Ciencia y el FEDER (AGL2006-03485) y el Gobierno regional de Murcia a través de la Fundación Séneca (03018/PI/05).

β -N-ACETYL-GLUCOSAMINIDASE DECREASES THE SPERMATOZOA-ZONA PELUCIDA AND IN VITRO PENETRATION IN PIG

ABSTRACT: In mammals, sperm-egg interactions are mediated by protein receptors on the sperm plasma membrane attaching to carbohydrate containing molecules on the oocyte. Glycosidases are enzymes catalyzing hydrolytic cleavage of terminal sugar residues from glycoproteins. So, they could play a role in the modification of sperm receptors on the oocyte thus reducing the number of sperm attached and their further penetration into the ooplasm. We have reported activity for five exoglycosidases in the bovine and porcine oviductal fluid. In this study we evaluated the role of one of these glycosidases on the sperm-ZP binding and penetration in porcine oocytes. In vitro matured oocytes were partially denuded and incubated for 30 min with (0.5 μ l/ml) or without β -N-acetyl-glucosaminidase. Then, oocytes were gently washed and inseminated at 2×10^5 spermatozoa/ml. After 10 min of coculture, oocytes were washed to remove the excess of sperm attached to the ZP and transferred to fresh TALP medium. Fertilization results were assessed at 18 h postinsemination. Incubation of oocytes with β -N-acetyl-glucosaminidase decreased the number of sperm attached to the ZP and the mean number of sperm per penetrated oocyte, so increasing monospermy rates.

Keywords: glycosidase, IVF, monospermy, pig

ESTUDIO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE FECUNDACIÓN EN OVOCITOS PROVENIENTES DE OVINOS PREPÚBERES

Catalá María, Romaguera Roser, Izquierdo Dolors, Morato Roser, Paramio M Teresa
Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat
Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona. Email: Teresa.Paramio@uab.es

INTRODUCCIÓN

El interés de utilizar hembras prepúberes como productoras de embriones es acortar el intervalo generacional y así intensificar el índice de ganancia genética. Por las características de los ovocitos de hembras prepúberes, éstos son un buen material para estudios de reproducción humana como modelo de "ovocitos de baja calidad".

Distintos trabajos han demostrado que ovocitos provenientes de ovinos prepúberes logran alcanzar un alto porcentaje de maduración nuclear, pero las tasas de fecundación y desarrollo embrionario son menores que con ovocitos de animales adultos. Los bajos resultados, en cuanto a la producción de embriones, pueden deberse a una fecundación deficiente, ya sea por la utilización de un medio inadecuado o un exceso o insuficiencia en la capacitación espermática (Armstrong, 2001).

La capacitación varía según especies con una duración de entre 1-2 h en ovino y 10-12 h en ratas (Austin, 1970). La capacitación espermática incluye un conjunto de modificaciones: alteraciones en concentraciones y metabolismo de iones (Yanagimachi, 1994), fluidez de la membrana (Harrison y Miller, 2000), hiperpolarización de la membrana (Zeng y col., 1995) y cambios en la concentración del AMPc (White y Aitken 1989), entre otros.

Así, el objetivo del trabajo fue estudiar diferentes tratamientos de capacitación de espermatozoides y de protocolos de fecundación con el fin de mejorar la capacitación espermática y, de esta manera, obtener un mayor número de embriones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovocitos se recuperaron mediante la técnica del slicing de ovarios de ovejas de 3 a 6 meses de edad. Se seleccionaron los ovocitos con 3 o más capas de células del cúmulus y citoplasma homogéneo. La maduración in vitro se llevó a cabo adaptando los protocolos de Ptak y col. (2006) y Grazul-Bilska y col. (2003), en placas de 4 pocillos con 500 µl de medio de maduración (TCM199 suplementado con 5 µg/ml FSH, 5 µg/ml LH, 1 µg/ml E₂, 10 ng/ml EGF, 100 µM cisteamina, 0,2 mM Piruvato sódico, 2% ATB y 10% SFB) cubiertos con 200 µl de aceite mineral durante 24 h a 38,5 °C, en una atmósfera con un 5% de CO₂ en aire y máxima humedad.

Experimento 1: se utilizó una mezcla de semen de 3 machos la cual se mantuvo 1.30 h a temperatura ambiente (Dattena y col., 2003). Se seleccionaron los espermatozoides y se capacitaron en medio mDm (Younis y col., 1991) utilizando diferentes concentraciones y tiempos de los agentes capacitantes: *Tratamiento 1 (T1):* 100 µg/ml heparina, 45 min; *T2:* 100 µg/ml heparina, 1 h; *T3:* 200 µg/ml heparina, 45 min; *T4:* 200 µg/ml heparina, 1 h; *T5:* 10 µg/ml heparina + 200 nM ionomicina, 15 min; *T6:* 10 µg/ml heparina + 200 nM ionomicina, 30 min. La Fecundación in vitro (FIV) se llevó a cabo en gotas de 50 µl de medio TALP (Younis y col., 1991) con 15 ovocitos/gota y 1x10⁶ espermatozoides/ml durante 22 h en una atmósfera con 5% de CO₂ y 100% de humedad.

Experimento 2: se utilizó la misma mezcla de semen de 3 machos utilizada en el Exp.1 Los espermatozoides se mantuvieron a temperatura ambiente durante 1.30 h y posterior a su selección, se cultivaron directamente en gotas con los ovocitos (15 ovocitos/gota de 50 µl) en medio SOF con un 20% de Suero de Oveja en Celo (SOC) durante 22 horas en una atmósfera con un 5% CO₂, 5% O₂ y 90% N₂ y máxima-humedad. Los resultados de este

experimento se compararon con los obtenidos al capacitar a los espermatozoides con ionomicina y heparina.

En ambos experimentos se tomaron muestras de fecundación para analizar el estadio de pronúcleos. Para ello, se tomaron muestras a las 17 h post-inseminación (hpi), se fijaron con una solución de etanol:acético (3:1) durante 24 h y posteriormente se tiñeron con Lacmoide al 1%.

Finalizada la FIV, los presuntos cigotos se denudaron con un suave pipeteo y se colocaron en microgotas de 20 μ l de medio SOF (6 ovocitos / gota) en una atmósfera de 5% CO₂, 5% O₂, 90% N₂ y máxima humedad para su cultivo in vitro (CIV). Se observó división a las 48 hpi y mórulas y blastocistos a los días 8 y 9.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la *tabla 1* se muestran los resultados del CIV para los diferentes tratamientos de capacitación espermática. Únicamente se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T5, obteniéndose una mayor división cuando los espermatozoides se capacitaron durante 15 min con ionomicina y heparina (T5). Esto se correlaciona con lo estudiado por Urdaneta y col. (2004), los cuales observaron que la presencia de ionomicina en el medio de capacitación de espermatozoides caprinos proporcionaba un mayor número de embriones. Respecto al desarrollo embrionario, no hemos observado diferencias entre los porcentajes de mórulas y blastocistos obtenidos en los distintos tratamientos.

En las *tablas 2 y 3* se muestran los porcentajes de fecundación utilizando los diferentes protocolos. Hemos obtenido un mayor número de ovocitos correctamente fecundados, divididos, mórulas y blastocistos al utilizar medio SOF con SOC en la fecundación respecto al TALP con ionomicina y heparina (52% y 27%; 67% y 38%; 25% y 1%; 6% y 1% respectivamente).

En conclusión, en nuestras condiciones y con ovocitos provenientes de ovinos prepúberes, la utilización de SOF añadiendo suero de oveja en celo produce un mayor número de blastocistos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Armstrong D.T 2001. *Theriogenology* 55:1303-1322.
- Austin CR 1970. *J. of Reprod. and Fert.* 12 39–53.
- Dattena M., Accardo C., Pilichi S., Isachenko V., Mara L., Chessa B., Cappai P. 2004. *Theriogenology* 62: 481–493.
- Grazul-Bilska A.T., Choi J.T., Weigl R.M., Kirsch J.D., Kraft K.C., Reynolds L.P., Redmer D.A., 2003. *Theriog.* 59:1449-1457
- Harrison y Miller 2000. *Mol. Reprod. and Devel-* 55 220–228.
- Ptak G., Matsukawa K., Palmieri C., Della Salda L., Scapolo P.A., Loi P. 2006. *Human Rep.* 21(9):2228-2237
- Urdaneta A, Jiménez AR, Paramio MT, Izquierdo D.Zygote. 2004 Nov;12(4):277-84
- White y Aitken 1989 *Gamete Research* 22 163–177.
- Yanagimachi R.y col., 1994 Eds E Knobil & JD Neill\$ New York: Raven Press Ltd.
- Younis A.I., Zuelke K.A., Harper K.M., Oliveira M.A.L., Brackett B.G. 1991. *Biol. of Reprod.* 44:1177-1182.
- Zeng Y, Clark E.N., Florman HM, 1995. *Devel. Biology* 171 554–563.

Tabla 1: Desarrollo embrionario en ovocitos de ovejas prepúberes según diferentes tratamientos de capacitación con semen fresco.

Tratamiento capacitante	Nº total. Inseminados	Ovo. Divididos (%)	8 días <i>post-inseminación</i>		
			<16 células (%)	Mórulas (%)	Blastocistos (%)
T1	84	26 (31) ^{a,b}	16 (19)		1 (1)
T2	84	20 (24) ^b	13 (15)	1 (1)	
T3	72	27 (37) ^{a,b}	12 (17)		3 (4)
T4	93	28 (31) ^{a,b}	13 (14)		
T5	84	36 (43) ^a	13 (15)	2 (2)	
T6	81	27 (33) ^{a,b}	12 (15)		2 (2)

^{a,b}: Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (Test de Fisher, P<0.05).

Tabla 2 : Efecto de 2 protocolos de capacitación y fecundación sobre el estadio nuclear de los cigotos.

Tratamiento capacitante	nº total inseminados	nº ovocitos fecundados (%)	Correctamente fecundado (%)	Poliespérmico (%)	Asincrónico (%)
mDm + Iono.+Hep.	92	29 (31) ^a	25 (27) ^a	3 (3)	1 (1)
SOF+20% SOC	79	45 (57) ^b	41(52) ^b	4 (5)	

^{a,b}: Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (Test de Fisher, P<0.05).

Tabla 3: Efecto de 2 protocolos de capacitación y fecundación sobre el desarrollo embrionario de ovocitos de ovejas prepúberes.

Tratamiento capacitante	Nº total. Inseminados	Ovo. Divididos (%)	48hs <i>post-inseminación</i>	8 días <i>post – inseminación</i>		
			<16células (%)	Mórulas (%)	Blastocistos (%)	
mDm+ Iono.+Hep.	165	63 (38) ^a	25 (15)	2 (1) ^a	2 (1) ^a	
SOF+20% SOC	174	116 (67) ^b	39 (22)	44 (25) ^b	11 (6) ^b	

^{a,b}: Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (Test de Fisher, P<0.05).

STUDY OF DIFFERENT IN VITRO FERTILIZATION PROTOCOLS IN PREPUBERTAL OVINE OOCYTES

ABSTRACT: Oocytes-cumulus complexes recovered from lamb ovaries were in vitro matured in TCM 199 medium and fertilized with two different protocols TALP (modified by Younis A.I. et.al 1991) and SOF. In experiment 1 we fertilized in TALP medium using 6 different sperm capacitation mediums: T1: 100 µg/ml heparin, 45 min; T2: 100 µg/ml heparin, 1 h; T3: 200 µg/ml heparin, 45 min; T4: 200 µg/ml heparin, 1 h; T5: 10 µg/ml heparin + 200 nM ionomycin, 15 min; T6: 10 µg/ml heparin + 200 nM ionomycin, 30 min. We observed an increase in oocyte cleavage using 10 µg/ml heparin with 200 nM ionomycin for 15 min. No difference was found in morula and blastocysts production. In experiment 2 we fertilized comparing TALP and SOF. Our results showed an incrementing in vitro embryo production when using SOF medium with 20% ovine estrous serum.

Keywords: Ovine, IVF, sperm capacitation.

EFFECTO DE DOSIS REDUCIDAS DE MELATONINA SOBRE LAS TASAS DE MADURACIÓN Y FECUNDACIÓN IN VITRO DE OOCITOS Y SOBRE EL DESARROLLO EMBRIONARIO TEMPRANO EN GANADO OVINO

Casao, A.¹, Ait Amer Meziane, M.² Cebrián-Pérez, J.A.¹, Muiño-Blanco T.¹, Abecia, J.A.² y Forcada, F.²

¹ Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. adriana@unizar.es

² Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La melatonina es una hormona ampliamente utilizada en la reproducción ovina, debido a su capacidad de revertir los efectos del anoestro estacionario aumentando la tasa de ovulación, la función luteal y la viabilidad embrionaria (Abecia et al. 2008). La presencia de melatonina en el fluido folicular ovárico humano (Brzezinski et al. 1987) y de receptores de la misma en las células de la granulosa en diversas especies (Na et al. 2005; Kang et al. 2008) sugieren un efecto directo de esta hormona sobre la competencia del ovocito. Un estudio previo de nuestro grupo demostró que la presencia una dosis alta de melatonina (10^{-5} M) en el medio de maduración disminuye la producción de blastocistos al final del cultivo embrionario en procesos de fecundación in vitro (Casao et al. 2007), por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de varias dosis inferiores de melatonina durante la maduración in vitro de los ovocitos, la fecundación in vitro y el posterior desarrollo de los embriones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios se recogieron del matadero de ovejas adultas entre el 27 de agosto y el 3 de diciembre de 2008, y se transportaron al laboratorio en PBS con 100 UI/ml penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin, a una temperatura entre 30 y 35°C. Ya en el laboratorio, los ovarios se lavaron 3 veces con PBS a 35°C.

Los ovocitos se liberaron mediante una combinación de los métodos de punción y slicing (Wani et al. 2000) en una placa Petri cubiertos parcialmente con medio de manejo (Hepes-TCM199, 0,1% PVA, 0,04% NaHCO₃, 25 UI/ml de heparina, 100 UI/ml penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin). Se seleccionaron para madurar los ovocitos con citoplasma homogéneo y varias capas de células de la granulosa, y se lavaron dos veces más en medio de manejo y otra última vez en medio de maduración (TCM-199, 10% (vol/vol) de suero de oveja en celo, 1 µg/ml de FSH y LH, cisteamina 100 µM, piruvato sódico 0,3 mM, 100 UI/ml de penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin).

Tras el último lavado los ovocitos se dividieron en cuatro grupos, y los ovocitos de cada grupo se transfirieron a un pocillo de una placa 4-well (20 – 40 ovocitos por pocillo) con 500 µl de medio de maduración, al que se le añade melatonina a tres concentraciones distintas (10^{-6} M, 10^{-8} M, 10^{-10} M), mientras el cuarto grupo permanece como grupo control. Los pocillos se cubrieron con aceite mineral y se incubaron durante 24 horas a 39°C, con una atmósfera humidificada con el 5% de CO₂.

Las dosis de melatonina se prepararon diluyéndola en DMSO y PBS, de forma que la concentración final de DMSO en el medio de cultivo es de 1‰ (Ishizuka et al. 2000).

A las 22 – 24 horas del inicio de la maduración, los ovocitos se desnudaron pipeteándolos varias veces suavemente y se lavaron dos veces en medio de fecundación (SOF (Tervit and Whittingham 1972) sin glucosa, al que se le añade un 2% (vol/vol) de suero de oveja en celo, 10 µg/ml de heparina y 1 µg/ml de hipotaurina), y se colocaron en un pocillo con 350 µl de dicho medio. Al igual que en la maduración, se mantuvieron los grupos tratados con melatonina a las mismas concentraciones, y un grupo control sin melatonina.

Por otro lado, el mismo día de la fecundación se extrajo semen fresco de moruecos de raza Rasa Aragonesa; tras su recogida el semen se diluyó 1/10 en medio bifase (0,25 mol/l sacarosa, 10 mmol/l Hepes, 2 mmol/l KOH, 5 mmol/l glucosa, 0,5 mol/l sodio fosfato monobásico y 100 mmol/l de ácido tetraacético de etilenglicol EGTA), y se mantuvo a 15°C hasta su uso. En el momento de la fecundación, el semen se sometió a un procedimiento de swim-up durante 15 minutos a 39°C y 5% de CO₂ y se añadió al pocillo con los ovocitos, a una concentración final aproximada de 10^6 espermatozoides/ml. Los pocillos se cubrieron con aceite mineral y los gametos se incubaron durante 24 horas a 39°C y 5% de CO₂.

A las 24 y 36 horas tras la fecundación, los embriones divididos se extrajeron de los pocillos, se pipetearon suavemente para eliminar restos de espermatozoides y células, se lavaron dos veces en SOF de cultivo (SOF, de nuevo sin glucosa, al que se le añadió 0,4% de BSA, BME aminoácidos esenciales, MEM aminoácidos no esenciales, L-glutamina 1 mM, 100 UI/ml penicilina G y 100 µg/ml de estreptomycin) y se transfirieron a un pocillo de una placa con 500 µl de medio de cultivo manteniendo las concentraciones de melatonina de cada grupo. Los pocillos se cubrieron con aceite mineral y se cultivaron a 39°C, 5% de CO₂ y 5% de O₂ durante 8 días (contando como día 0 el momento de la fecundación in vitro). Los embriones se evalúan a los días 6, 7 y 8 tras la fecundación, y todos los blastocistos expandidos se vitrifican para su posterior análisis.

El análisis estadístico de las diferencias entre grupos de tratamiento se realizó mediante la prueba de Chi-cuadrado (SPSS, versión 14.0)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de melatonina en los medios de maduración y fecundación durante la estación reproductiva no parece tener ningún efecto significativo sobre el porcentaje de maduración o división embrionaria a las 36 horas, a diferencia de los hallazgos de otros autores (Valasi et al. 2006) y nuestros propios trabajos, en los que el uso de melatonina en el medio de maduración a una concentración de 10⁻⁶ M aumenta la competencia de los ovocitos y el porcentaje de embriones divididos. En este estudio, el porcentaje de embriones obtenidos 36 horas tras la fecundación del grupo tratado con melatonina a 10⁻⁶ M es superior a los otros grupos, aunque sin llegar a ser significativo (Tabla 1). Estudios en la especie humana han mostrado altos niveles de melatonina en el fluido folicular preovulatorio (Brzezinski et al. 1987), superiores a los niveles plasmáticos, que además muestran variaciones estacionales (Ronnberg et al. 1990); por tanto, es posible que en la especie ovina se produzca una situación parecida, y los ovocitos obtenidos en estación reproductiva, tal es el caso del presente estudio, estén sometidos a altas concentraciones de melatonina intrafolículos que disminuyan el efecto de un posterior tratamiento con esta hormona in vitro.

Por otro lado, el tratamiento con melatonina mejoró el porcentaje de blastocistos obtenidos al finalizar el cultivo, aunque el análisis estadístico sólo mostró diferencias significativas (P<0,05) utilizando una concentración de melatonina de 10⁻⁸ M (Tabla 1). Al consultar la literatura, los resultados obtenidos en el cultivo de embriones de diversas especies con melatonina son variables, ya que mientras algunos autores afirman que la adición de melatonina a los medios de cultivo mejora el desarrollo embrionario (Tsantariotou et al. 2007; Choi et al. 2008; Kang et al. 2008), otros estudios no muestran ningún efecto significativo (McElhinny et al. 1996). En general, los resultados varían mucho dependiendo de la especie y la concentración de melatonina utilizadas, y es posible que sus efectos beneficiosos sobre el desarrollo embrionario sean debidos a su acción antioxidante (Reiter et al. 2000), que protegería a los embriones de los radicales presentes en el tracto reproductor antes de su implantación (Agarwal et al. 2003).

En conclusión, la presencia de melatonina en los medios de cultivo embrionarios in vitro mejora el porcentaje de blastocistos obtenidos, aunque son necesarios más estudios para determinar su mecanismo de acción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., Casao, A. & Palacin, I. (2008). *Animal* 2: 399-404.
- Agarwal, A., Saleh, R. A. & Bedaiwy, M. A. (2003). *Fertility and Sterility* 79: 829-843.
- Brzezinski, A., Seibel, M. M., Lynch, H. J., Deng, M. H. & Wurtman, R. J. (1987). *The Journal of clinical endocrinology and metabolism* 64: 865-7.
- Casao, A., Yaniz, J., Forcada, F., Abecia, J. A., Cebrian-Perez, J. A. & Muino-Blanco, T. (2007). *Itea-Informacion Tecnica Economica Agraria* 28: 36-38.
- Choi, J., Park, S. M., Lee, E., Kim, J. H., Jeong, Y. I., Lee, J. Y., Park, S. W., Kim, H. S., Hossein, M. S., Jeong, Y. W., Kim, S., Hyun, S. H. & Hwang, W. S. (2008). *Molecular Reproduction and Development* 75: 1127-1135.
- Ishizuka, B., Kuribayashi, Y., Murai, K., Amemiya, A. & Itoh, M. T. (2000). *Journal of Pineal Research* 28: 48-51.

- Kang, J. T., Koo, O. J., Kwon, D. K., Park, H. J., Jang, G., Kang, S. K. & Lee, B. C. (2008). *Journal of Pineal Research* 46: 22-28.
- McElhinny, A. S., Davis, F. C. & Warner, C. M. (1996). *Journal of Pineal Research* 21: 44-8.
- Na, K., Kim, J., Lee, J., Yoon, T., Cha, K. & Lee, D. (2005). *Fertility and Sterility* 84: S103-S103.
- Reiter, R. J., Tan, D. X., Osuna, C. & Gitto, E. (2000). *J. Biomed. Sci.* 7: 444-458.
- Ronnberg, L., Kauppila, A., Leppaluoto, J., Martikainen, H. & Vakkuri, O. (1990). *The Journal of clinical endocrinology and metabolism* 71: 492-6.
- Tervit, H. R. & Whittingham, D. G. (1972). *J. Reprod. Fert.* 30: 493 - 497.
- Tsantarliotou, M. P., Attanasio, L., De Rosa, A., Boccia, L., Pellerano, G. & Gasparri, B. (2007). *Italian Journal of Animal Science* 6: 488-489.
- Valasi, F., Tsiligianni, T., Papanikolaou, T., Dimitriadis, I., Vainas, E., Samartzi, F. & Amiridis, G. S. (2006). *Reproduction in Domestic Animals* 41: 341-341.
- Wani, N. A., Wani, G. M., Khan, M. Z. & Salahudin, S. (2000). *Small Ruminant Research* 36: 63 - 67.

Tabla 1. Maduración, división embrionaria a las 36 horas de la fecundación, y porcentaje de blastocitos obtenidos tras 8 días de cultivo de ovocitos obtenidos de ovejas Rasa Aragonesa, madurados y cultivados con distintas dosis de melatonina. Diferentes letras (a, b) en columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Grupo	Maduración	División 36 horas	Blastocitos totales
10^{-6} M	183/243 (75,3%)	177/243 (72,8%)	91/177 (51,4%)
10^{-8} M	184/247 (74,5%)	172/247 (69,6%)	93/172 (54,1%) ^a
10^{-10} M	182/252 (72,2%)	173/252 (68,7%)	90/173 (52,0%)
Control	193/264 (73,1%)	184/264 (69,7%)	82/184 (44,6%) ^b

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por los proyectos AGL2007-63822 y A26.

THE EFFECTS OF LOW CONCENTRATIONS OF MELATONIN ON IN VITRO MADURATION AND FERTILIZATION OF OOCYTES AND ON EARLY EMBRYO DEVELOPMENT IN SHEEP

ABSTRACT: The aim of this study was to assess the effects of different doses of melatonin on in vitro maturation and fertilization of sheep oocytes, and on in vitro culture of embryos during breeding season. Oocytes from sheep ovaries collected at the slaughterhouse were divided into four groups, three of which were matured with either 10^{-6} , 10^{-8} or 10^{-10} M melatonin, while the other group served as control group. Matured oocytes were fertilized with fresh ram semen, and embryos obtained were cultured for eight days; melatonin doses were maintained during all IVF process. Melatonin treatment during in vitro maturation and fertilization have no significant effects on maturation (75.3%, 74.5%, 72.2% and 73.1% for 10^{-6} , 10^{-8} , 10^{-10} M melatonin and control groups, respectively) or cleavage rate (72.8%, 69.6%, 68.7% and 69.7% for 10^{-6} , 10^{-8} , 10^{-10} M melatonin and control groups, respectively). However, a melatonin concentration of 10^{-8} M increased significantly blastocyst rate when compared with control group (54.1% vs. 44.6%, $P < 0.05$), but not when compared with 10^{-6} (51.4%) or 10^{-10} M melatonin (52.0%). In conclusion, low concentrations of melatonin to in vitro embryo production media had no effect on maturation and early embryo development after in vitro fertilization, although 10^{-8} M melatonin increased blastocyst rate after 8 days of embryo culture.

Keywords: melatonin, sheep, IVF, embryo.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE INSULINA-TRANSFERRINA-SELENIO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL MEDIO DE MADURACIÓN *IN VITRO* DE OVOCITOS PROCEDENTES DE TERNERAS PREPÚBERES

Córdova, B.L.¹, Morató, R.¹, Izquierdo, M.D.², Paramio, M.T.² y Mogas, T.¹
¹Departamento de Medicina y Cirugía Animales. ² Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.
bladimir_cordova@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Diferentes trabajos describen una menor capacidad de desarrollo embrionario de los ovocitos procedentes de animales prepúberes respecto a los de animales adultos y lo atribuyen a una falta o incapacidad para completar la maduración citoplasmática. Se ha observado que, si bien estos ovocitos consiguen realizar la maduración nuclear y que las primeras divisiones embrionarias se dan en un porcentaje más o menos igual al de los embriones de vacas adultas, estos no logran una correcta maduración citoplasmática y presentan una disminución en la obtención de blastocitos (Khatir et al., 1998).

La adición de ácido ascórbico al medio de maduración cumple un papel antioxidativo, ya que la tensión oxidativa del medio de maduración es perjudicial para las células de la granulosa y el ovocito (Tatemoto et al., 2001). El ácido ascórbico incluido en un medio de maduración puede ayudar a proteger las células del cúmulo de la apoptosis y ayuda en la maduración citoplasmática del ovocito (Wu et al., 2006).

Por otra parte, la adición de insulina ayuda a mejorar el crecimiento celular y el porcentaje de blastocistos, ya sea sola o en combinación con transferrina y selenio (Fouladi-Nashta y Campbell, 2006). Así, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la adición de insulina-transferrina- selenio y ácido ascórbico al medio de maduración *in vitro* de ovocitos bovinos prepúberes a nivel de maduración citoplasmática del ovocitos y su posterior desarrollo embrionario.

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 y colaboradores (2002). Brevemente, se recogieron ovarios de terneras en el matadero y se transportaron al laboratorio en PBS a 37°C. Los ovocitos se obtuvieron mediante aspiración y se seleccionaron aquellos ovocitos que presentaban un citoplasma homogéneo con tres o más capas de células del cúmulo. Los ovocitos obtenidos se dividieron en tres grupos experimentales: 1) **TCM**: TCM199 suplementado con un 10% de suero fetal bovino (SFB), 10 µg/ml de Epidermal Growth Factor y 50 µg/ml de gentamicina; 2) **TCM-ITS**: el mismo medio TCM descrito anteriormente suplementado con 5 µg/ml ITS (5 µg/ml insulina + 3 µg/ml transferrina y 3 ng/ml selenio); 3) **TCM-ITS-ASC**: el mismo medio TCM-ITS descrito anteriormente suplementado con 10 µg/ml de ácido ascórbico. La maduración se llevó a cabo en pocillos de 500 µl de medio de maduración (40-50 ovocitos/pocillo) durante 24 horas a 38,5°C y con un 5% de CO₂ en aire.

Para la fecundación *in vitro*, los ovocitos fueron transferidos a 250 µl de medio de fecundación (medio Tyrodes suplementado con 25 mM bicarbonato sódico, 22 mM lactato sódico, 1 mM piruvato sódico, 6 mg/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. Tras su recuento celular, se colocaron 250 µl de la suspensión espermática junto con los ovocitos (concentración final: 1x10⁶ espermatozoides/ml) y se co-cultivaron a 38,5°C y con un 5% de CO₂ en aire.

A las 22 horas post-inseminación (hpi), los presuntos cigotos fueron desnudados por pipeteo y transferidos a microgotas de medio SOF suplementado con 5% de SFB. Se evaluó el porcentaje de división celular a las 48hpi y el desarrollo hasta blastocisto a los 8 días post-inseminación.

Inmunocitoquímica. Transcurridas 24 horas de la maduración *in vitro* se procedió al estudio de la distribución de los GCs y los cromosomas. Para ello, se eliminaron las células del cúmulus de los ovocitos por pipeteo suave. Posteriormente, los ovocitos se trataron con pronasa (2%) para digerir la zona pelúcida y se fijaron en paraformaldehído al 2% durante 30 minutos. A continuación, los ovocitos se lavaron en PBS, se permeabilizaron con Tritón X-100 (2.5%) y se trataron con una solución de bloqueo (PBS-BSA al 1%). Seguidamente, los ovocitos fueron incubados en una solución 100 µg/ml de *Lens Culinaris Agglutinin unida* a isotiocianato de fluoresceína (*FITC-LCA*) en PBS durante 30 minutos. Los ovocitos, en grupos de 10, se montaron sobre un portaobjetos tratado con poli-L-lisina, se les agregó 10 µl de DAPI y se cubrieron con un cubreobjetos. A continuación, se evaluó la distribución de los GCs y los cromosomas en un microscopio de epifluorescencia. El criterio utilizado para clasificar la distribución de los GCs y los cromosomas fue el mismo que el descrito por Morató et al. (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras 24 horas de maduración *in vitro*, los ovocitos del grupo TCM (97.8%) presentaron un porcentaje significativamente mayor de ovocitos que alcanzaban el estadio de metafase de la segunda división meiótica en comparación a los grupos TCM-ITS (78.9%) y TCM-ITS-ASC (85.4%). A nivel de la configuración cromosómica normal y anormal, no se observaron diferencias significativas entre los tres grupos experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Configuración cromosómica de los ovocitos de ternera madurados en presencia de ITS y/o ácido ascórbico.

	Total n	MII n (%)	Normal n (%)	Desordenados n (%)	Descondensados n (%)
TCM (control)	47	46 (97.8)a	27(57.5)	20(42.5)	
TCM-ITS	52	41(78.9)b	27(52.0)	24(46.0)	1(2.0)
TCM-ITS-ASC	41	35(85.4)b	23(56.0)	16(39.0)	2(5.0)

^{a,b}: Valores con diferentes letras en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

A nivel de distribución de los GCs, no se observaron diferencias significativas en el patrón de distribución de los GCs entre los tres grupos experimentales (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los gránulos corticales de los ovocitos de ternera madurados en presencia de ITS y/o ácido ascórbico.

	Total n	MII n (%)	Agregados n (%)	Cortical n (%)	Periférico n (%)
TCM (control)	47	46 (97.8)a	1(2.2)	10(21.2)	36(76.6)
TCM-ITS	52	41(78.9)b		18(36.1)	34(65.4)
TCM-ITS-ASC	41	35(85.4)b	1(2.4)	12(29.3)	28(68.3)

^{a,b}: Valores con diferentes letras en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

A las 48 hpi, no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de división embrionaria entre los tres grupos experimentales mientras que, a nivel de desarrollo embrionario, el grupo TCM (25%) presentó porcentajes de blastocistos significativamente superiores al resto de los grupos (Tabla 3).

Tabla 3. Desarrollo embrionario de los ovocitos de ternera madurados en presencia de ITS y/o ácido ascórbico

	n	División Embrionaria	Blastocistos
		n (%) 48 hpi	n (%) Día 8 pi
TCM (control)	120	81 (67.0%)	31(25.0%)a
TCM-ITS	112	64(57.0%)	14(12.5%)b
TCM-ITS-ASC	120	83(69.0%)	16(13.3%)b

^{a,b}: Valores con diferentes letras en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

Los resultados anteriormente descritos indican que la adición de insulina-transferrina-selenio y/o ácido ascórbico al medio durante el periodo de maduración *in vitro* no proporciona un medio adecuado para que los ovocitos procedentes de bovinos prepúberes desarrollen una competencia ovocitaria adecuada, ya que se traduce en un descenso significativo del porcentaje de blastocistos tras su fecundación *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fouladi-Nashta, AA., Campbell, KH. 2006. *Reproduction* 131(3):449-460.
- Khatir, H., Lonergan, P., Mermillod, P. 1998. *Theriogenology* 50(6):917-929.
- Morató, R., Izquierdo, D., Albarracín, JL., Anguita, B., Palomo, MJ., Jimenez-Macedo, AR., Paramio, MT., Mogas, T. 2008. *Mol. Reprod. Dev.* 75 (1):191-201
- Rizos, D., Lonergan, P., Boland, MP., Arroyo-Garcia, R., Pintado, B., de la Fuente J, Gutierrez-Adan A. 2002. *Biol. Reprod.* 66(3):589-595.
- Tatemoto, H., Ootaki, K., Shigeta, K., Muto, N. 2001. *Biol. Reprod.* 65(6):1800-1806.
- Wu, D., Cheung, QC., Wen, L., Li, J. 2006. *Biol. Reprod.* 75(4):547-554.

EFFECT OF THE ADDITION OF INSULIN-TRANSFERRIN-SELENIUM AND ASCORBIC ACID IN THE IN VITRO MATURATION MEDIUM OF PREPUBERTAL BOVINE OOCYTES

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the effects of the addition of insulin-transferrin-selenium (ITS) and ascorbic acid to the *in vitro* maturation medium on the chromosome configuration, cortical granules (CG) distribution and further embryo development of prepubertal bovine oocytes. Immature calf oocytes were randomly assigned to three experimental groups: (1) *TCM*: TCM 199 with 10% fetal bovine serum (FBS) and 10µg/ml Epidermal Growth Factor (EGF); (2) *TCM+ITS*: TCM199 with 10% FBS, 10µg/ml EGF and 5µg/ml ITS; (3) *TCM+ITS+ASC*: TCM199 with 10% FBS, 10µg/ml EGF and 5µg/ml ITS and 10 µg/ml ascorbic acid. After *in vitro* maturation, samples of calf oocytes from each experimental group were fixed and evaluated after *in vitro* maturation using specific fluorescent probes. the remaining oocytes were fertilized and cultured *in vitro*. Cleavage and blastocyst rates were determined on days 2 and 8 after fertilization, respectively. CG and chromosome distribution did not differ between experimental groups as well as cleavage rate at 48 hpi. However, supplementation with ITS and acid ascorbic or just ITS yielded significantly lower blastocyst rates than TCM group. These results indicate that the supplementation of the IVM medium with ITS with or without ascorbic acid does not improve the subsequent embryo development of prepubertal bovine oocytes.

Keywords: calf, ITS, ascorbic acid, cortical granules

EFECTO DE LA SIMPLIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SUPEROVULACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y VIABILIDAD DE EMBRIONES EN LA RAZA OJALADA SORIANA

Ait-Amer-Meziane, M.¹, Buffoni, A.¹, Casao, A.², Abecia, J.A.¹, Forcada, F.¹, Calvo, J.L.³ y Asenjo, B.³

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. mehdi_aa@hotmail.com

² Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

³ Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria

INTRODUCCIÓN

La eCG fue la primera hormona utilizada para superovulación en ovino. A pesar de su reducido precio y de la facilidad de su uso, la eCG tiene un problema relativo a su elevada vida media, alargando y alterando la sincronización de la ovulación e incluso induciendo la formación de folículos grandes que persisten tras la ovulación secretando estradiol. Además, la actividad eCG es variable entre lotes de fabricación y su aplicación repetida induce la formación de anticuerpos en algunos animales. La FSH, porcina u ovina, ha dado buenos resultados, si bien su reducida vida media conlleva que sean necesarios protocolos de varias inyecciones muy costosos en mano de obra y que además pueden resultar estresantes para los animales. La obtención de embriones in vivo de razas de reducido efectivo requiere la optimización de un protocolo de superovulación sencillo y efectivo.

La combinación en una única inyección de FSH y eCG ha sido ya probada en algunas razas como la Merino (Maxwell y Wilson, 1989), Sarda (Leoni et al., 2001), Rasa Aragonesa (Ledda et al., 1992) o Corriedale (Simonetti et al., 2008), obteniéndose buenos resultados con dosis de FSH reducidas al 66% o 50% de las utilizadas en los protocolos de varias inyecciones asociadas con dosis de eCG utilizadas en tratamientos de inducción-sincronización de celos a nivel comercial.

En el presente trabajo se pretende evaluar la eficacia de estos últimos protocolos combinados para superovulación en ovejas ojaladas evaluando la producción de embriones y su viabilidad tras la vitrificación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló entre septiembre y diciembre de 2008 en las instalaciones del Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza, instalación que cumple todos los requisitos legales de la UE. Se utilizaron 40 ovejas de raza Ojalada Soriana, entre 3 y 8 años de edad, procedentes del rebaño experimental de la Excma. Diputación Provincial de Soria en San Esteban de Gormaz. Se testaron 2 protocolos de superovulación en ovejas sincronizadas con esponjas vaginales conteniendo 30 mg de FGA (Sincropart®, Ceva Salud Animal).

Por una parte, 8 ml (280 UI) de FSHp (Folltropin®, Bioniche Animal Health) administrados en un total de 6 inyecciones decrecientes (2, 1,5, 1,25, 1,25, 1, 1 ml) vía im cada 12 horas comenzando 48 horas antes de la retirada de la esponja (Grupo D; n=19); por otra, una única inyección de 6 ml de FSH (210 UI + 500 UI eCG vía im 48 horas antes de la retirada de la esponja (Grupo S; n=21). Se detectaron celos cada 4 horas desde las 24 hasta las 36 horas y desde las 48 a las 60 horas. Se realizó monta natural. Los embriones se recuperaron 8 días tras la retirada de la esponja por laparotomía con la ayuda de un catéter Foley, y se evaluaron de acuerdo a su estadio de desarrollo y a su morfología (Winterberger-Torres y Sevellec, 1987). Se consideraron como viables las mórulas compactas y los blastocistos jóvenes, expandidos y eclosionados, y como congelables los viables excepto los blastocistos eclosionados (Forcada et al., 2006). También se analizaron las tasas de recuperación (recuperados/tasa de ovulación), de fecundación (fecundados/recuperados), de viabilidad (viables/recuperados) y de congelabilidad (congelables/recuperados).

Los embriones fueron vitrificados de acuerdo con el protocolo de Naitana et al. (1997), de manera que todos los medios de vitrificación y descongelación fueron preparados con PBS suplementado con alcohol polivinilo (PVA) (50 mg/50 ml). Todos los procedimientos fueron desarrollados a 37°C. Los embriones fueron congelados a razón de 2 por pajueta de

0,25 ml protegidos por dos columnas de sacarosa 0,25 M. Para la descongelación, las pajuelas fueron sumergidas en agua a 35°C durante 10 segundos y su contenido vertido en una placa mezclando suavemente la solución de vitrificación con los embriones con la de sacarosa. Los embriones fueron recuperados y transferidos a una solución de sacarosa 0,25 M durante 3 minutos para permitir la eliminación del crioprotector. Tras una posterior permanencia de 10 minutos en una solución de PBS+20% de FCS para rehidratación, fueron cultivados en TCM-199+10% FCS a 39°C en una atmósfera de 5% de CO₂ en aire. Cada 12 horas se evaluaban las tasas de reexpansión y de eclosión como reflejo de viabilidad de los embriones descongelados. Tras el cultivo in vitro los blastocistos se transfirieron a un medio con 10 mM de DCHFDA, donde se mantuvieron durante 20 minutos. Tras ese tiempo, se tiñeron con Hoechst 33342 (10 µg/ml) durante 10 minutos, se fijaron con glutaraldehído al 1,5% y se montaron en portaobjetos con medio de montaje CC-Mount (Sigma-Aldrich, Co). Las células se contaron en un microscopio de fluorescencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de producción de embriones en función del protocolo de superovulación se exponen en la Tabla 1. No se detectaron diferencias estadísticas en ninguno de los parámetros analizados. Llama la atención el buen comportamiento de las ovejas ojaladas sorianas, de las que es esperable obtener entre 6 y 7 embriones congelables por oveja independientemente del tratamiento de superovulación recibido. Por tanto, hay que destacar los buenos resultados del tratamiento simplificado, incluso por encima de los obtenidos en raza Sarda (5,9 embriones viables/oveja; Leoni et al., 2001), siendo muy superiores a los 4 embriones viables por oveja señalados por Simonetti et al. (2008) en ovejas Corriedale, en ambos casos con dosis similares de ambas hormonas. Incluso, en el presente estudio el grupo simplificado mostró unas tasas de recuperación y de fecundación muy adecuadas, al contrario que lo referido por otros autores, que señalan que ambas se ven notablemente perjudicadas por la asociación hormonal en una única inyección (Ledda et al., 1992; Leoni et al., 2001).

En cuanto a los resultados de descongelación se refiere, fueron descongelados 33 embriones del grupo S y 18 del grupo D, todos ellos al menos en estadio de blastocisto joven. Las tasas de reexpansión fueron del 63,6% y del 50,0% respectivamente, porcentajes que se pueden considerar adecuados teniendo en cuenta que el cultivo se realizó sin soporte celular ninguno y que los embriones fueron vitrificados en presencia de PVA en lugar de FCS para evitar en síndrome de elevado peso al nacimiento que induce este último tras la transferencia. De hecho, el porcentaje de viabilidad del grupo S es muy similar al referido en la literatura con el uso de PVA en embriones de similar estadio (Naitana et al., 1997; Leoni et al., 2001), lo que parece confirmar la idoneidad del protocolo de superovulación utilizado. Por lo que al grupo D se refiere y aunque sería necesario aumentar el tamaño muestral para confirmar los resultados obtenidos, hay que señalar que en general y en el momento de la recuperación de embriones, se observó en ellos un estadio de desarrollo ligeramente anterior al mostrado por el grupo S. Es posible que la menor viabilidad mostrada por los embriones del grupo D pueda ser debida a ello, pues se ha visto que la viabilidad tras la descongelación se reduce en embriones vitrificados en estadio de blastocisto joven frente al expandido (Naitana et al., 1997). Los resultados del número total de células de los embriones descongelados (228±49 vs 65±11), superiores en el grupo S (P<0,01) parecen confirmar esta hipótesis.

En conclusión, el protocolo simplificado de superovulación utilizado en el presente trabajo parece ser muy adecuado para obtener una buena respuesta en hembras ojaladas, tanto en términos del número de embriones viables por oveja como en la viabilidad de los mismos tras la descongelación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Forcada, F., Abecia, J.A., Cebrián-Pérez, J.A., Muiño-Blanco, T., Valares, J.A., Palacín, I. and Casao, A. (2006). The effect of melatonin implants during the seasonal anestrus on

embryo production after superovulation in aged high-prolificacy Rasa Aragonesa ewes. *Theriogenology* 65 (2): 356-365.

Ledda, S., Naitana, S., Cappai, P., Branca, A., Loi, P., Forcada, F., Abecia, J.A. & Zarazaga, L. (1992). *Actas de las VI Jornadas Científicas de Reproducción Animal e IA* 298-303.

Leoni, G., Bogliolo, L., Pintus, P., Ledda, S. & Naitana, S. (2001). *Reproduction Nutrition Development* 41: 239-246.

Maxwell, W.N.C. & Wilson, H.R. (1989). *Proceedings of the Australian Society of Reproductive Biology* 21: 50 (abstract).

Naitana, S., Ledda, S., Loi, P., Leoni, G., Bogliolo, L., Dattena, M. & Cappai, P. (1997). *Animal Reproduction Science* 48: 247-256.

Simonetti, L., Forcada, F., Rivera, O.E., Carou, N., Alberio, R.H., Abecia, J.A. & Palacin, I. (2008). *Animal Reproduction Science* 104: 227-237.

Winterberger-Torres, S. & Sevellec, C. (1987). INRA, Paris.

Tabla 1. Respuesta ovárica y producción de embriones de ovejas Ojalada de Soria tratadas con un protocolo de superovulación de 6 inyecciones decrecientes con un total de 280 UI de FSH (Grupo D) o con una única inyección de 210 UI FSH + 500 UI eCG (Grupo S)

Tratamiento	FSH (D)	FSH+eCG (S)
Ovejas en celo (%)	18/19 (94,7)	18/21 (85,7)
Inicio celo, horas	29,3±1,6	26,4±1,1
Ovuladas con CL normal (%)	12/18 (66,6)	17/18 (94,4)
Tasa de ovulación	15,9±2,0	14,5±2,1
Estructuras recuperadas	10,7±1,7	11,3±1,8
Tasa de recuperación (%)	128/191 (67,0)	193/246 (78,4)
Embriones fecundados	9,2±1,9	8,6±1,9
Tasa de fecundación (%)	110/128 (85,9)	147/193 (76,2)
Embriones viables	7,8±1,7	7,7±1,6
Tasa de viabilidad (%)	94/128 (73,4)	131/193 (67,9)
Embriones congelables	6,4±1,5	6,6±1,6
Tasa de congelabilidad	77/128 (60,2)	113/193 (58,6)

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto RZ2008-00002).

THE EFFECT OF SIMPLIFIED SUPEROVULATORY TREATMENTS ON EMBRYO PRODUCTION AND VIABILITY OF EWES FROM OJALADA SORIANA BREED

ABSTRAC: The effect of two superovulatory treatments (eCG/FSH in single dose -Group S; 21 ewes- or FSH alone in six decreasing doses – Group D; 19 ewes-) on the production of embryos and in vitro viability after vitrification was studied in the Spanish local Ojalada breed. The ovarian response and embryo production were assessed on Day 7 after oestrus. No differences were elucidated between groups either on ovulation rate 15.9±2.0 vs 14.5±2.1 corpora lutea for D and S groups, and number of viable (7.8±1.7 vs 7.7±1.6, respectively) and freezable (6.4±1.4 vs 6.6±1.6, respectively) embryos per ewe. After vitrification, re-expansion rates were 50,0% and 63,3%, respectively. After staining, blastocysts derived from group S showed a mean number of cells significantly higher than those derived from group D (228±49 vs 65±11; P<0.01). It was concluded that a single injection of eCG/FSH can be an efficient simplified superovulatory protocol in Ojalada ewes in terms of the number and viability of recovered embryos.

Keywords: superovulation, embryo viability, vitrification, sheep.

EL USO DE MELATONINA EXÓGENA TRAS EL PARTO EN OVEJAS RASA ARAGONESA SUBNUTRIDAS MEJORA LA VIABILIDAD EMBRIONARIA DURANTE LA ESTACIÓN REPRODUCTIVA

Vázquez*, M.I.; Abecia, J.A.; Forcada, F. y Casao A.

Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza. (*)isavazq@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En el ganado ovino existen diversos factores que influyen sobre la productividad, siendo la estacionalidad reproductiva y la nutrición dos de los factores más importantes, especialmente en la región Mediterránea, donde la disponibilidad de los recursos alimenticios es muy fluctuante a lo largo del año. Ambos factores afectan directamente la viabilidad y la producción embrionaria, y en consecuencia, la eficiencia reproductiva en los sistemas de explotación ovina. Es sabido que la subnutrición incrementa la mortalidad embrionaria y reduce las tasas de gestación (Rhind et al., 1989, Lozano et al., 2003), principalmente debido a una inadecuada calidad del ovocito o del desarrollo temprano del embrión (Abecia et al., 2006).

Por otra parte, se ha documentado que los tratamientos con melatonina exógena son un método efectivo para inducir la ciclicidad y aumentar la fertilidad (Forcada et al., 1995, Zufiiga et al., 2002, Abecia et al., 2007). En este sentido, Abecia et al. (2008) describen los efectos de la melatonina sobre los ovarios y los embriones en ovejas. Debido a que la melatonina aumenta la supervivencia embrionaria y las tasas de fertilización *in vitro* (Valasi et al., 2006, Forcada et al., 2006), parece lógico pensar que esta hormona podría ser una herramienta útil para revertir o paliar los efectos adversos que causa la subnutrición sobre la supervivencia embrionaria en esta especie. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo ha sido evaluar los efectos de la melatonina y la subnutrición sobre la viabilidad de los embriones provenientes de ovejas post-parto durante la estación reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la granja experimental de la Universidad de Zaragoza (41° 41'N), durante los meses de noviembre a febrero, utilizando 24 ovejas adultas, de la raza Rasa Aragonesa, con un peso vivo (PV) medio (\pm s.e.m.) de $65,9 \pm 1,8$ kg y una condición corporal (CC) media de $2,80 \pm 0,06$, durante la estación reproductiva (ER).

En el momento del parto, las ovejas fueron distribuidas en 2 grupos: el primer grupo recibió un implante subcutáneo de melatonina (Melovine®, CEVA Salud Animal, Barcelona, España) en la base de la oreja (+MEL) en ese momento, el segundo grupo incluyó las ovejas sin implantar (-MEL). Tras un periodo de amamantamiento de 45 días, con un solo cordero, se realizaron los destetes y las ovejas fueron sincronizadas utilizando un tratamiento intravaginal con esponjas impregnadas con progestágenos durante 14 días, al cabo de los cuales se administraron 350 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) (Sincropart® PMSG, CEVA Salud Animal) por vía intramuscular. Desde el momento de la colocación de las esponjas hasta la recuperación de los embriones (día 5 post estro), las ovejas de ambos grupos (+MEL y -MEL) fueron distribuidas al azar para ser alimentadas 1,5 (grupo control, C) o 0,5 (grupo bajo, B) veces los requerimientos diarios de mantenimiento (M), respectivamente (AFRC, 1993), con libre acceso al agua.

De esta manera, los 4 grupos experimentales fueron: (1) ovejas alimentadas con dieta control y que no recibieron implantes de melatonina al parto (C-MEL), (2) ovejas alimentadas con dieta control y que recibieron implantes de melatonina al parto (C+MEL), (3) ovejas alimentadas con dieta baja y que no recibieron implantes de melatonina al parto (B-MEL) y (4) ovejas alimentadas con dieta baja y que recibieron implantes de melatonina al parto (B+MEL).

Desde las 24 h posteriores a la retirada de las esponjas intravaginales, en todas las hembras se controló la aparición de los celos cada 8 h y se realizó la cubrición controlada (celo=Día 0). El día 5 post celo se realizó una laparotomía ventral media con anestesia general a todas las ovejas cubiertas, durante la cual se realizó el lavado con PBS de el/los cuernos uterinos ipsilaterales al ovario que presentaba el/los cuerpos lúteos (CL)

aparentemente funcionales, con el fin de recuperar y valorar los embriones presentes. Los embriones obtenidos fueron cultivados *in vitro* durante 48 h, con el objeto de evaluar la viabilidad embrionaria. Se definió: tasa de fertilización= n° de embriones fertilizados/ n° de estructuras recuperadas (ova+embriones); tasa de viabilidad= n° de embriones viables/ n° de estructuras recuperadas; tasa de desarrollo *in vitro* = % de embriones que tras un periodo de 48 h de maduración *in vitro* alcanzan el estadio de blastocistos.

El PV y la CC de todas las hembras se determinaron al momento del parto, del destete, de la colocación y de retirada de las esponjas intravaginales, y de la recuperación de los embriones. Los efectos de los tratamientos sobre el desarrollo y la calidad de los embriones fueron evaluados usando el Proc Gen Mod (SAS Institute, USA) con una distribución Poisson especificada en el modelo experimental 2x2. Los valores expresados como porcentajes fueron transformados a arcoseno antes de ser comparados con la prueba Chi cuadrado. Los resultados son expresados como media \pm s.e.m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los 21 días en que los animales recibieron la dieta experimental, se observó una pérdida significativa de PV en las ovejas con la dieta 0,5M (B-MEL: $9,6\pm 1,3$ y B+MEL: $10,5\pm 0,3$ kg; $P<0,001$), mientras que las ovejas que consumieron la dieta 1,5 M (C-MEL y C+MEL) mantuvieron su peso vivo. Al momento de la recuperación de los embriones (21 d desde el inicio de las dietas experimentales), las medias en los PV y las CC fueron significativamente menores en las ovejas del grupo B que en las ovejas del grupo C ($P<0,001$).

No hubo efecto de la dieta ni de la melatonina sobre la tasa de ovulación o sobre el número de embriones recuperados por CL (Tabla 1), pero se observó que el uso de melatonina exógena tendió a mejorar el n° de estructuras recuperadas por oveja (-MEL: $0,75\pm 0,3$ y +MEL: $1,50\pm 0,3$; $P=0,09$). Además, en ovejas subnutridas, se observó que el n° de embriones viables/CL y las tasas de viabilidad y de preñez a día 5 post-celo fueron significativamente mayores en las ovejas implantadas con melatonina que en las no implantadas (Tabla 1, $P<0,05$). Nuestros resultados parecen confirmar trabajos previos que describen que la melatonina exógena reduce significativamente el número y la tasa de embriones no-viables (degenerados y retardados) en ovejas superovuladas (Forcada et al., 2006) o mejora la viabilidad de los embriones obtenidos de ovejas controles y subnutridas en anestro (Vázquez et al., 2008). Los mecanismos involucrados en la mejora de la viabilidad embrionaria por la melatonina podrían basarse en sus efectos luteotróficos, observados tanto *in vivo* como *in vitro* (Durotoye et al., 1997; Abecia et al., 2002), así como también a sus efectos sobre el eje hipotálamo-hipofisario (Malpoux et al., 1997).

En conclusión, los resultados del presente trabajo demuestran que el tratamiento con melatonina exógena al parto mejora la viabilidad embrionaria en ovejas después de un periodo de subnutrición, lo que sugiere que, el uso de dicha hormona podría ser una alternativa de manejo útil para revertir o paliar los efectos adversos de la subnutrición en ovejas durante la estación reproductiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., Zuñiga, O. 2002. Vet. Res. Commun. 26: 151-158.
Abecia, J. A., Sosa, C., Forcada, F., Meikle, A. 2006. Reprod. Nutr. Dev. 46: 367-378.
Abecia, J. A., Valares, J. A., Forcada, F., Palacin, I., Martin, S., Martino, A. 2007. Small Rum. Res. 69: 10-16.
Abecia, J. A., Forcada, F., Casao, A., Palacín, I. 2008. Animal 2(3): 399-404.
Agricultural and Food Research Council. 1993. CAB International, Wallingford, UK.
Durotoye, L. A., Webley, G. E., Rodway, R. G. 1997. Res. Vet. Sci. 62: 87-91.
Forcada, F., Zarazaga, L., Abecia, J. A. 1995. Theriogenology 43(7): 1179-1193.
Forcada, F., Abecia, J. A., Cebrián-Perez, J. A., Muiño-Blanco, T., Valares, J. A., Palacin, I., Casao, A. 2006. Theriogenology 65(2): 356-365.
Lozano, J. M., Lonergan, P., Boland, M. P., O'Callaghan, D. 2003. Reproduction 125: 543-553.

- Malpau, B., Viguie, C., Skinner, D. C., Thiéry, J. C., Chemineau, P. 1997. *Brain Res. Bull.* 44(4): 431-438.
- Rhind, S. M., Mckelvey, W. A. C., Mcmillen, S., Gunn, R. G., Elston, D. A. 1989. *Animal Production* 48: 149-155.
- SAS Institute Inc., 1999. SAS/STAT. Software Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Valasi, F., Tsiligianni, T., Papanikolaou, T., Dimitriadis, I., Vainas, E., Samartzi, F., Amiridis, G.S. 2006. *Reprod Domest Anim* 41(4): 341-341.
- Vázquez, M. I., Forcada, F., Casao, A., Sosa, C., Palacín, I., Abecia, J. A. 2008. *Anim. Reprod. Sci.* doi:10.1016/j.anireprosci.2008.04.004
- Zuñiga, O., Forcada, F., Abecia, J. A. 2002. *Anim. Reprod. Sci.* 72(3-4): 165-174.

Tabla 1. Respuesta ovárica y producción de embriones en la estación reproductiva de ovejas de raza Rasa Aragonesa con 45 días de periodo post parto, alimentadas con una dieta 1,5 M (C) o 0,5 M (B) veces sus necesidades de mantenimiento y tratadas (+MEL) o no (-MEL) con melatonina exógena en el momento del parto (70 d antes de la recuperación de los embriones), durante la estación reproductiva.

	GRUPOS			
	C-MEL	C+MEL	B-MEL	B+MEL
Nº de ovejas	6	6	6	6
Nº de ovejas en celo	6/6	6/6	6/6	6/6
Tasa de ovulación	2,17±0,3	2,17±0,3	1,50±0,3	2,0±0,3
Nº de embriones fertilizados/CL	0,30±0,2	0,30±0,2 ^c	0,50±0,2	0,75±0,2 ^d
Tasa de fertilización (%)	100 ^c	50 ^d	100	90
Nº de embriones viables/CL	0,30±0,2	0,20±0,2	0,12±0,1 ^a	0,50±0,2 ^b
Tasa de viabilidad (%)	100 ^{a,c}	37,5 ^d	25 ^b	65 ^a
Tasa de desarrollo <i>in vitro</i> (%)	80	100	75	87,5
Tasa de preñez (%)*	50,0 (3/6)	33,3 (2/6)	16,6 (1/6) ^a	66,6 (4/6) ^b

Diferentes superíndices (a, b) en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05).

Diferentes superíndices (c, d) en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.1).

*Porcentaje de ovejas con embriones viables en el Día 5 post-celo.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por CICYT (AGL2004-00432 y AGL2007-63822) y DGA (A-26).

THE USE OF EXOGENOUS MELATONIN AFTER LAMBING IN UNDERNOURISHED RASA ARAGONESA EWES IMPROVES EMBRYO VIABILITY DURING THE REPRODUCTIVE SEASON

ABSTRACT: This study investigated the effect of exogenous melatonin and undernutrition on embryo viability in postpartum ewes during reproductive season. At parturition, 24 adult Rasa Aragonesa ewes were assigned into two groups: treated (+MEL) or not (-MEL) with a subcutaneous implant of melatonin (Melovine®, CEVA) the day of lambing. After 45 days of single suckling, lambs were weaned, ewes synchronized with intravaginal pessaries and fed to provide 1.5 (Control, C) or 0.5 (Low, L) times daily maintenance requirements. Therefore, ewes were divided into four groups: C-MEL, C+MEL, L-MEL and L+MEL. At oestrus (Day=0) ewes were mated and embryos were recovered by mid-ventral laparotomy on Day 5 and classified according to their developmental stage and morphology. No effect of diet or melatonin treatment was observed either on ovulation rate or number of recovered ova/corpus luteum (CL). Melatonin treatment improved significantly the number of viable embryos/CL (B-MEL: 0.12±0.1, B+MEL: 0.50±0.2; P<0.05), viability rate (B-MEL: 25%, B+MEL: 65%; P<0.05) and pregnancy rate (B-MEL: 16.6%, B+MEL: 66.6%; P<0.05), in undernourished ewes. In conclusion, this study shows that melatonin treatment improves ovine embryo viability in undernourished postpartum ewes during reproductive season.

Keywords: exogenous melatonin, undernutrition, postpartum ewes, embryo viability.

EFFECTO DE LA CRIOPRESERVACIÓN SOBRE LA INTEGRIDAD DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA Y ACROSOMAL DE ESPERMATOZOIDES DE TOROS

Rubio-Guillén, J., Quintero-Moreno, A., Osorio-Meléndez, C., González-Villalobos, D.
Laboratorio de Andrología, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zulia (LUZ), Venezuela.
E-mail: jorgeluis.rubio@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las membranas espermáticas son unas estructuras heterogéneas que participan en el reconocimiento y transporte de moléculas, con funciones que permiten que el espermatozoide adapte su metabolismo al medio circundante, proporcionándole, un sistema molecular para el reconocimiento del oocito. De aquí deriva que la evaluación estructural del espermatozoide hace énfasis en la valoración de la integridad de su membrana plasmática (MP) y acrosomal (MA); pudiendo en algunas casos evaluarlas juntas o por separado realizando tinciones sencillas. Esta integridad es fundamental para el metabolismo espermático e imprescindible para la fecundación (Bollwein et al., 2008).

La criopreservación seminal afecta directamente la MP y MA, produciendo efectos que menoscaban la motilidad y viabilidad espermática postdescongelación (Rubio, 2006). La integridad estructural y funcional de la MP y MA puede ser determinada usando pruebas que valoran el estado morfológico y la funcionalidad de las mismas, luego de someterse al proceso criogénico o cuando son expuestas a soluciones hiposmóticas (Rota et al., 2000). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la criopreservación sobre la integridad estructural y funcional de la MP y MA de espermatozoides bovinos, valorando para tal fin la vitalidad (VIT), los acrosomas dañados (DAR), y la respuesta a los tests de endósmosis (HOST) y de resistencia osmótica (ORT).

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un Centro de Inseminación Artificial, ubicado en Zulia, Venezuela. Se analizaron los eyaculados de 4 toros (5 muestras de semen fresco y 5 criopreservadas).

Para la valoración de la integridad estructural de la MP y MA se utilizó la tinción eosina-nigrosina. Se tomaron 10µL de semen fresco y descongelado; sobre una platina (Osaka, OK 51, España) a 37°C se mezclaron con 10µL del colorante, realizando un froto donde se evaluó la VIT y DAR. Para la valoración de la funcionalidad de la MP y MA se utilizaron los test HOST y ORT. En ambas pruebas se incubó el semen durante 30 minutos en un medio de citrato de sodio a 150 mOsm/ L en un Baño María (YCW-035, Taiwán) a 37°C, después se centrifugaron a 0,3 RCF por 2,5 min. De la centrifugación se tomaron los espermatozoides, se resuspendieron con una parte del sobrenadante y se tomaron 10 µL para realizar la tinción de eosina-nigrosina, luego en un microscopio óptico utilizando el objetivo de 100X se contabilizaron 200 espermatozoides por muestra. En el primer caso (HOST), se observaron las reacciones positivas al test, las cuales fueron medidas al verificar los flagelos de los espermatozoides enrollados parcial o totalmente. Para el segundo caso (ORT), las muestras fueron divididas en dos alícuotas e incubadas en dos medios, uno hiposmótico (150 mOsm/L) y otro isosmótico (300 mOsm/L) y se cuantificaron las reacciones acrosómicas en cada uno de los dos medios. El resultado final se expresaba en porcentaje, luego de aplicar una fórmula y obtener un cociente ($ORT = \frac{DAR \text{ medio hiposmótico} + DAR \text{ medio isosmótico}}{2}$). Las variables evaluadas (VIT, DAR, HOST, ORT) se analizaron utilizando el Proc GLM del SAS (se indican las LSMEANS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La integridad estructural de MP y MA se vio notablemente afectada por la criopreservación al comparar las muestras frescas y descongeladas de cada toro (Tabla 1). Se mostró en estas estructuras la acción deletérea del proceso criogénico, evidenciando un deterioro de la viabilidad de las muestras; empero, los resultados de estos dos parámetros de evaluación seminal no siempre están correlacionados con la fertilidad (Rubio, 2006), a menos que el daño que presenten los espermatozoides sea muy importante (Rodríguez-Martínez, 2003).

Las variables de integridad estructural de la MP y MA en las muestras de semen fresco, no mostraron diferencias entre toros. Sin embargo, las muestras descongeladas evidenciaron distintos patrones de resistencia a la criopreservación, lo que corrobora información aportada por otros (Januskaukas et al., 2003; Bollwein et al., 2008). Se demostró que las muestras resisten de manera distinta la congelación seminal, de allí que muchas veces se puede encontrar toros con excelentes parámetros de calidad seminal en los eyaculados frescos y que sean catalogados posteriormente como malos congeladores (Madrid-Bury, 2004, Rubio, 2006). Por ejemplo, el toro C mantuvo una excelente integridad de MP y MA y mostró el mejor desempeño al realizar las pruebas antes y después de la criopreservación ($P>0,05$), aunque evidenciando solo diferencias estadísticas a su favor, al evaluar el DAR en las muestras criopreservadas y compararlas con el toro A. Resultado lógico, ya que el ejemplar (A) fue el de peor respuesta. Este parámetro de calidad seminal resulta determinante para una fertilidad óptima en toros (Villanova y Gatica, 2002). La integridad de la MP, MA y la motilidad individual postcongelación reflejan la viabilidad espermática y la criopreservación tiene un efecto directo sobre estas variables, afectando las membranas celulares ocasionando daños como hinchamiento y disrupción, alteración del flujo de calcio, cambios en la fluidez y en la actividad enzimática que inducen una capacitación espermática anticipada y/o reacción acrosómica, afectando la fertilidad (Tartaglione y Ritta, 2004).

Las pruebas que evalúan la funcionalidad espermática de los toros se muestran en la Tabla 2. Se pudo evidenciar como la funcionalidad de la MA de los espermatozoides de cada toro se afectó notablemente debido a la criopreservación. Sin embargo, en semen fresco, no se evidenció diferencias estadísticas entre toros, al realizar el ORT. Empero, el toro C presentó un porcentaje de resistencia acrosomal de 91,90 y 66%, que estuvo por encima de los demás toros evaluados en los eyaculados frescos ($P>0,05$) y en los criopreservados, respectivamente ($P<0,05$). Lo que llevaría a hipotetizar que presentará una fertilidad óptima, debido a que el ORT ha sido correlacionado con la fertilidad (Rubio, 2006). Se ha referido que la congelación seminal puede afectar tanto la integridad estructural (Rota et al., 2006), como la función de las enzimas del acrosoma (Rodríguez-Martínez, 2003). La relación entre la funcionalidad acrosomal y la fertilidad parece ser suficientemente estrecha para sugerirla como prueba de predicción de fertilidad en toros (Prathalingam et al., 2005) o en su defecto, para complementar los parámetros rutinarios de valoración seminal. Los toros B y D luego de la criopreservación tuvieron un incremento en el porcentaje de DAR por encima del 40% ($P>0,05$), lo que hace pensar que estos dos toros perdieron viabilidad al ser sometidos a este proceso. La determinación de la presencia del acrosoma en semen descongelado se considera como un buen indicador de calidad seminal óptima (Villanova y Gatica, 2002).

En otro orden de ideas, se ha descrito que el daño criogénico sobre la cabeza y el flagelo espermático pueden ocurrir independientemente, y la presencia de la membrana flagelar intacta, no indica necesariamente MA íntegra (Zhu y Liu, 2000). Razón por la cual en este ensayo, se realizaron dos pruebas de evaluación de funcionalidad en dos partes distintas (MP y MA), para mejorar la fiabilidad y predictividad de los resultados, como lo sugieren otros autores (Zhu y Liu, 2000). Para el caso del HOST, no se evidenciaron diferencias entre toros, en las muestras frescas y criopreservadas. Sin embargo, los resultados contribuyeron a complementar las pruebas de valoración de la integridad morfológica de la MP y MA, debido a que el toro A también mostró con el HOST una propensión numérica desfavorable, al evidenciar el peor desempeño en las muestras frescas y criopreservadas ($P>0,05$). Este toro junto con el D, al realizar las pruebas de integridad estructural y funcional mostraron pobres desempeños, al compararlos con sus coetáneos; sin embargo, fueron los menos afectados en lo que respecta al efecto de la criopreservación sobre funcionalidad de la MP (menor al 15% ambos), esto pudiera deberse a que fueron mayormente afectados en la MA y que su MP no fue marcadamente afectada por el procesado. También pudiera ser que la presión de 150 mOsm/L usada en el test no fue lo suficientemente baja para inducir que los espermatozoides reaccionaran adecuadamente, debido a que, algunos investigadores han sugerido para el semen bovino, una presión osmótica de 100 mOsm/L (Rota et al., 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bollwein, H.; Fuchs, I.; Koess, C. 2008. *Reprod Dom Anim.* 43 (2): 189-195.
 Januskauskas, A.; Johannisson, A.; Rodríguez-Martínez, H. 2003. *Theriogenol.* 60: 743– 58.
 Madrid-Bury, N. 2004. Postgrado de Facultad de Veterinaria UCM. *Tesis Doctoral.* 1-164 pp.
 Prathalingam, N., Holt, W., Revell, S., Watson, P. 2005. *Anim Reprod Sci.* 91 (1-2): 11-22.
 Rodríguez-Martínez, H. 2003. *Reprod Dom Anim.* 38: 312–318.
 Rota, A.; Penzo, N.; Vicenti, L.; Mantovani, R. 2000. *Theriogenol.* 53: 1415-1420.
 Rubio, J. 2006. Facultad de Agronomía-LUZ. *Tesis de Maestría.* 1-103 pp.
 Tartaglione, C.M.; Ritta, M.N. 2004. *Theriogenol.* 62: 1245-1252.
 Villanova, L.; Gatica, R. 2002. *Rev. Científica FCV-LUZ.* XII (3): 202-208.
 Zhu, W.; Liu, X. 2000. *Asian J Androl.* 2: 135-138.

Tabla 1. Parámetros de integridad estructural de la membrana plasmática y acrosomal.

Parámetro	Tratamiento	Toros			
		A	B	C	D
VIT (%)	Fresco	92,50 ± 2,81 ^a	92,50 ± 2,81 ^a	95,16 ± 2,81 ^a	91,66 ± 2,81 ^a
	Descongelado	48,40 ± 3,08 ^b	81,40 ± 3,08 ^a	81,40 ± 3,08 ^a	80,00 ± 3,08 ^a
DAR (%)	Fresco	12,50 ± 3,01 ^a	9,83 ± 3,01 ^a	8,50 ± 3,01 ^a	9,16 ± 3,01 ^a
	Descongelado	49,60 ± 3,29 ^a	31,40 ± 3,29 ^b	28,40 ± 3,29 ^{bc}	31,60 ± 3,29 ^b

(a, b): letras diferentes en las filas denotan diferencias estadísticas significativas (P<0,05). VIT (%): porcentaje de espermatozoides vivos (negativos a la tinción eosina). DAR (%): porcentaje de acrosomas reaccionados o perdidos.

Tabla 2. Parámetros de integridad funcional de la membrana plasmática y acrosomal.

Parámetro	Tratamiento	Toros			
		A	B	C	D
ORT (%)	Fresco	86,40 ± 2,74 ^a	90,30 ± 2,74 ^a	91,90 ± 2,74 ^a	86,91 ± 2,74 ^a
	Descongelado	52,40 ± 2,74 ^b	50,00 ± 2,74 ^b	66,00 ± 2,74 ^a	44,00 ± 2,74 ^b
HOST (%)	Fresco	55,90 ± 6,62 ^a	86,00 ± 6,62 ^a	80,90 ± 6,62 ^a	64,60 ± 6,62 ^a
	Descongelado	43,10 ± 6,62 ^a	54,20 ± 6,62 ^a	56,20 ± 6,62 ^a	49,80 ± 6,62 ^a

(a, b): letras diferentes en las filas denotan diferencias estadísticas significativas (P<0,05). ORT (%): espermatozoides reaccionados al test de resistencia osmótica. HOST (%): espermatozoides positivos al test de endósmosis.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el CONDES-LUZ (Proyecto CC-0162-08).

EFFECT OF CRYOPRESERVATION ON INTEGRITY OF PLASMATIC AND ACROSOMAL MEMBRANE OF BULLS SPERM

ABSTRACT: Plasmatic and acrosomal membrane integrity has been used as valuable information for determining sperm quality, because is important to know the morphological and functional role as cellular delimitation and in effective cell interactions. The aim of this study was to determine cryopreservation effects on vitality (VIT), number of damaged acrosomes (DAR) and functional sperm plasma membrane integrity of bulls. The functional integrity of membrane was evaluated by osmotic tests (HOST and ORT). In all cases, there were used 5 fresh ejaculates and 5 thawed straws. The data was analysed by GLM procedure, and when differences were detected, LSMEANS was used to quantify the effects. Significant differences were found on seminal quality parameters (VIT, DAR, ORT and HOST) between fresh and thawed sperm. Freezing-thawing procedure had detrimental effect on the integrity structural and functional of MP and MA in the spermatozoa evaluated (P<0.05). However, it was possible to demonstrate that the spermatozoa have different pattern of resistance to the detrimental effects of cryopreservation. Then, this study confirms that cryodamage could happen indistinctly on the structural and functional MP and MA integrity, which would affect the fertilizing capacity of seminal samples destined for Artificial Insemination.

Key words: Cryopreservation, plasma membrane, acrosome, bull.

IDENTIFICACIÓN DE SUBPOBLACIONES ESPERMÁTICAS CON PATRONES DE MOVIMIENTO ESPECÍFICOS EN EYACULADOS DE TOROS HOLSTEIN. INFLUENCIA DE LA CRIOPRESERVACIÓN

Muiño¹ R., Tamargo² C., Hidalgo² C.O., Peña¹A.I.

¹ Unidad de Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria de Lugo (USC), 27002, Lugo, España. rodrigomuino@colvet.es

² Área de Selección y Reproducción Animal (SERIDA), 33203, Gijón, Asturias, España.

INTRODUCCIÓN

El uso de los sistemas CASA (Computer automated analyzer system) proporciona toda una serie de datos relativos a la velocidad y trayectoria de cada espermatozoide individual y ello permite identificar la existencia de subpoblaciones espermáticas con distintos patrones de movimiento que coexisten en la misma muestra de semen (Davis et al., 1995; Holt, 1996; Abaigar et al., 1999), lo cual es una visión más real que la motilidad media de la muestra, puesto que un eyaculado está constituido por una población heterogénea de espermatozoides. Existen numerosas evidencias de la existencia de subpoblaciones espermáticas con patrones de movimiento específicos en eyaculados de varias especies de mamíferos (Holt, 1996; Abaigar et al., 1999; 2001; Quintero-Moreno et al., 2003; 2004). Además, se ha observado que espermatozoides pertenecientes a distintas subpoblaciones responden de forma diferente ante procesos como la criopreservación o la exposición al efecto de agentes capacitantes (Holt, 1996; Abaigar et al., 1999). La presencia de estas subpoblaciones podría sugerir la existencia de alguna relación entre cambios en la estructura subpoblacional de una muestra de semen y su capacidad fecundante, pero esto todavía no se ha demostrado. Los objetivos de este estudio fueron:

Determinar la existencia de diferentes subpoblaciones espermáticas con patrones de movimiento específicos en eyaculados de toros Holstein: a) determinar la frecuencia de distribución de los espermatozoides en las distintas subpoblaciones; b) evaluar el efecto de la criopreservación del semen sobre la incidencia de las distintas subpoblaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 54 eyaculados procedentes de 9 toros Holstein (6 eyaculados por toro). Tras una valoración inicial de los eyaculados, se tomó una alícuota de semen fresco y se diluyó con Bioxcell[®] (IMV, L'Aigle, Francia) hasta obtener una concentración aproximada de 40×10^6 esp/ml, esta dilución fue utilizada para analizar la motilidad mediante el sistema CASA. Se valoró la motilidad total y se obtuvieron 8 parámetros cinéticos individuales que describían el movimiento de cada espermatozoide en particular: VCL (velocidad curvilínea), VSL (velocidad rectilínea), VAP (velocidad media), LIN (índice de linealidad), STR (índice de rectitud), WOB (índice de oscilación), ALH (amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza) y BCF (frecuencia de batida de la cabeza). De cada eyaculado se descongelaron 3 pajuelas simultáneamente, se mezcló su contenido en un tubo de 5 ml, y se mantuvo en incubación a 37°C durante 4 h. Al cabo de 0, 2 y 4 h de incubación, se tomó una alícuota y se analizó de nuevo la motilidad espermática mediante el sistema CASA.

Los datos de la motilidad espermática obtenidos de la evaluación de 54 eyaculados (9 toros x 6 eyaculados) y de 162 muestras de semen congeladas (9 toros x 6 eyaculados x 3 evaluaciones en el tiempo) fueron importadas como un único dato que representaba un total de 16.740 espermatozoides, cada uno definido por 8 parámetros descriptores de movimiento. Se realizó un análisis de clusters multivariante, utilizando el procedimiento k-medias. Dicho modelo utiliza distancias euclídeas calculadas a partir de las variables cuantitativas especificadas (en este caso los parámetros cinéticos) para separar el total de las observaciones en un número reducido de clusters.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el análisis de clusters multivariante realizado sobre 16.740 espermatozoides se identificaron cuatro subpoblaciones espermáticas con distintos tipos de movimiento (Tabla

1). Los resultados de este estudio demostraron que en eyaculados bovinos, al igual que en los de otras especies de mamíferos, se pueden diferenciar varias subpoblaciones espermáticas con distintos tipos de movimiento. Tanto en semen fresco como en congelado se identificaron 4 subpoblaciones espermáticas determinadas en base a 8 parámetros cinéticos. La subpoblación 1 estaba constituida por espermatozoides con una velocidad moderada pero de trayectoria muy progresiva, mientras que la subpoblación 2 estaba representada por espermatozoides con un movimiento muy activo pero no progresivo. Esta subpoblación 2 podría considerarse con un movimiento similar a la hipercinesis. La subpoblación 3 incluía espermatozoides que mostraban muy baja velocidad y trayectoria no progresiva y por último, la subpoblación 4 estaba constituida por aquellos espermatozoides con movimiento más rápido y progresivo.

El porcentaje de espermatozoides en cada subpoblación varió significativamente ($p < 0.01$) con la criopreservación del semen (Gráfico 1). En eyaculados frescos el 34,1% de los espermatozoides formaba parte de la subpoblación 4, pero tras la descongelación, solo el 20,6% de los espermatozoides fue asignado a esta subpoblación, y tras 2 y 4 h de incubación post-descongelación, esta subpoblación sólo estuvo representada por un 15,2% y un 7,3% del total de espermatozoides. Por el contrario, la subpoblación 3, que en eyaculados frescos representaba al 10,7% del total de los espermatozoides, tras la criopreservación, se incrementó hasta un 27,2%. El porcentaje de espermatozoides asignado a la subpoblación 1, sin embargo, no varió de forma significativa con la congelación o durante la incubación post-descongelación.

Los cambios (inducidos por la criopreservación) en la frecuencia de distribución de las distintas subpoblaciones fueron bastante similares para los nueve toros del estudio, y las diferencias entre individuos quedaron establecidas casi exclusivamente por el porcentaje de espermatozoides asignados a la subpoblación 4, tanto en semen fresco, tras la descongelación, o durante la incubación post-descongelación. Además, se encontró una correlación significativa ($p < 0.01$) entre la proporción de espermatozoides asignada a la subpoblación 4 en los eyaculados frescos y esa subpoblación en semen congelado a las 0 ($r = 0.473$), 2 ($r = 0.513$) y 4 h postdescongelación ($r = 0.450$). Ello indicó que los eyaculados que contenían la mayor proporción de espermatozoides rápidos y progresivos fueron también los de mayor resistencia a la congelación y los que mostraron mayor longevidad post-descongelación. Resultados similares se encontraron también en eyaculados humanos (Davis et al., 1995) y de perros (Nuñez-Martínez et al., 2006a y b) y se ha sugerido que los espermatozoides que pertenecen a los clusters de mayor velocidad y con movimiento más progresivo pueden ser considerados los de mayor capacidad fecundante (Quintero-Moreno et al., 2003; Cremades et al., 2005; Nuñez-Martínez et al., 2006).

Tabla 1. Valores medios (rangos) de los parámetros cinéticos que definen las 4 subpoblaciones identificadas en muestras de semen fresco y congelado.

Parámetros cinéticos	Subpoblaciones espermáticas			
	1	2	3	4
Nº spz (%)	3880 (23.2)	2688 (16.0)	5937 (35.5)	4235 (25.3)
VCL ($\mu\text{m/s}$)	70.1 a	118.4 b	29.5 c	131.0 d
VSL ($\mu\text{m/s}$)	48.3 a	44.6 b	8.9 c	95.6 d
VAP ($\mu\text{m/s}$)	54.3 a	76.8 b	15.0 c	107.5 d
LIN (%)	69.8 a	38.1 b	31.4 c	73.9 d
STR (%)	88.9 a	59.4 b	59.2 b	89.1 a
WOB (%)	78.2 a	65.4 b	51.5 c	82.8 d
ALH (μm)	2.3 a	4.6 b	1.5 c	3.7 d
BCF (Hz)	9.0 a	7.6 b	5.0 c	9.5 d

a, b, c, d: las diferentes letras indicaron diferencias significativas entre subpoblaciones ($P < 0.05$).

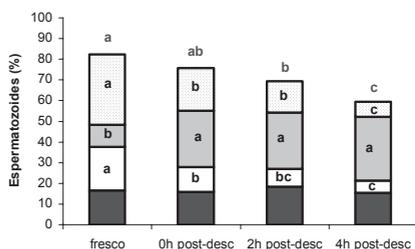


Gráfico 1: Frecuencia de distribución de espermatozoides móviles (porcentaje medio $n=54$) dentro de las subpoblaciones (1 columna negra, 2 columna blanca, 3 columna gris y 4 columna punteada) en semen fresco y congelado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaigar, T., Holt, W., Harrison, R., Del Barrio, G., 1999. *Biol. Reprod.* 60, 32-41.
- Abaigar, T., Cano, M., Pickard, A.R., Holt, W.V. 2001. *Reproduction* 122, 265-273.
- Cremades, T., Roca, J., Rodríguez-Martínez, H., Abaigar, T., Vázquez, J.M., Martínez, E.A. 2005. *J. Androl.* 26, 610-618.
- Davis, R.O., Drobnis, E.Z., Overstreet, J.W. 1995. *Fertil. Steril.* 63, 1051-1057.
- Holt, W.V., 1996. *Reprod. Dom. Anim.* 31, 17-24.
- Núñez-Martínez, I., Moran, J.M., Peña, F.J., 2006a. *Reprod. Dom. Anim.* 41, 408-415.
- Núñez-Martínez, I., Moran, J.M., Peña, F.J., 2006b. *J. Androl.* 27, 596-603.
- Quintero-Moreno, A., Miró, J., Rigau, A.T., Rodríguez-Gil, J.E., 2003. *Theriogenology* 59, 1973-1990.
- Quintero-Moreno, A., Rigau, T., Rodríguez-Gil, J.E., 2004. *Theriogenology* 61, 673-690.

IDENTIFICATION OF SPERM SUBPOPULATIONS WITH DEFINED MOTILITY PATRON IN EJACULATES FROM HOLSTEIN BULLS: INTERACTION OF CRYOPRESERVATION.

ABSTRACT: Six ejaculates were collected from each of 9 Holstein bulls and cryopreserved following a standard protocol. Overall sperm motility and the individual kinematic parameters of motile spermatozoa, determined using a CASA system, were evaluated before freezing and after 0, 2 and 4 h of post-thaw incubation at 37°C. Data from 16,740 motile spermatozoa, defined by VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH and BCF, were analysed using a multivariate clustering procedure to identify and quantify specific subpopulations within the semen samples. The statistical analysis clustered all the motile spermatozoa into four separate subpopulations with defined patterns of movement: Subpopulation (Subp.) 1) moderately slow but progressive spermatozoa (23.2%), Subp. 2) highly active but non-progressive spermatozoa (16.0%), Subp. 3) poorly motile non-progressive sperm (35.5%), and Subp. 4) highly active and progressive sperm (25.3%). Subpopulations 2 and 4 significantly ($P<0.01$) decreased during cryopreservation and post-thaw incubation (Subp. 2: 21.1%, 18.1%, 8.7% and 5.9%; and Subp. 4: 34.1%, 20.6%, 15.2% and 7.3%, respectively, for fresh, 0, 2 and 4 h post-thaw) whereas Subp. 3 significantly ($P<0.01$) increased (10.7%, 27.2%, 27.2% and 30.7%, respectively, for fresh, 0, 2 and 4 h post-thaw). The frequency distribution of spermatozoa within subpopulations was quite similar for the 9 bulls, either in fresh or frozen-thawed semen, and differences among bulls were mainly due to differences in the Subp. 4. Significant correlations ($P<0.01$) were found between the proportions of spermatozoa assigned to Subp. 4 in the fresh ejaculates and those in frozen-thawed semen after 0 ($r=0.473$), 2 ($r=0.513$) and 4 h post-thaw ($r=0.450$). This indicated that the ejaculates with the highest subpopulations of rapid and progressive sperm were also the most resistant to cryopreservation and showed the best post-thaw sperm longevity.

Key words: bull semen, cryopreservation, kinematic parameters, sperm subpopulations.

ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES DILUYENTES: ANDROMED®, BIOCIPHOS PLUS® Y BILADYL®. EVALUACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA Y LONGEVIDAD ESPERMÁTICAS POST-DESCONGELACIÓN DE ESPERMATOZOIDES BOVINOS

Muiño¹ R., Peña¹ A.I.

¹ Unidad de Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria de Lugo (USC), 27002, Lugo. España. rodrigomuino@colvet.es

INTRODUCCIÓN

En este experimento se realizó un estudio comparativo de tres diluyentes comerciales previamente utilizados por otros autores para la crioconservación del semen bovino. Dos de los diluyentes comerciales utilizados en el experimento 1, Biociphos Plus® (IMV, L'Aigle, France), y Andromed® (Minitüb, Tiefembach, Germany), están elaborados a partir de extractos de soja. Los fosfolípidos vegetales extraídos de la soja actúan como sustancias protectoras de las membranas celulares frente al efecto de las bajas temperaturas. Difieren entre ellos en el tipo de azúcares, en la naturaleza de las sustancias que actúan como tampón, y en los antibióticos que contienen, pero dado que son diluyentes comerciales, su composición exacta es desconocida. Ambos diluyentes se compararon frente al uso de Biladyl® (Minitüb, Tiefembach, Germany), en el que los fosfolípidos y lipoproteínas de la yema de huevo actúan como principales protectores de las membranas espermáticas frente al shock por frío. Los tres diluyentes contienen glicerol como crioprotector.

El objetivo del trabajo fue comparar la supervivencia y longevidad espermática post-descongelación del semen bovino congelado con tres diluyentes distintos: Andromed® y Biociphos Plus®, que contienen fosfolípidos extraídos de la soja como principales sustancias protectoras de las membranas espermáticas frente al shock por frío, y Biladyl®, en el que la yema de huevo es la principal sustancia protectora frente al shock por frío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 eyaculados procedentes de 10 toros Holstein (6 eyaculados por toro). Cada eyaculado fue dividido en 3 volúmenes iguales, que se depositaron en 3 tubos de centrifuga, y a los que posteriormente se añadió el volumen apropiado de los respectivos diluyentes para alcanzar una concentración final de 80×10^6 esp/ml.

El Biladyl® fue añadido en 2 pasos: la solución A (libre de glicerol) se añadió en una primera fase, a temperatura ambiente, hasta alcanzar una concentración de 160×10^6 esp/ml. Una vez diluido con la solución A, el semen se dejó equilibrar a 4°C durante 18 horas, y aproximadamente 1 hora antes de la congelación, se adicionó el mismo volumen de Biladyl® solución B (que contenía un 14% de glicerol) a 4°C en 3 etapas, a intervalos de 20 min, para obtener una concentración espermática final de 80×10^6 esp/ml., mientras que el Biociphos Plus® y el Andromed® fueron adicionados en un solo paso, a temperatura ambiente. Las tres suspensiones espermáticas se mantuvieron a 4°C durante 18 h.

La descongelación del semen se realizó en un baño de agua a 37°C durante 20 segundos. De cada diluyente se descongelaron 3 pajuelas simultáneamente, su contenido se vació en un tubo falcon de 5 ml, y el semen se mantuvo en incubación postdescongelación a 37°C durante un periodo de 9 h. Al cabo de 0, 3, 6 y 9 h de incubación, una alícuota de 100 µl se utilizó para evaluar la viabilidad espermática mediante citometría de flujo, utilizando la triple tinción fluorescente descrita por Nagy y col (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de semen procesadas con Biladyl® mostraron mayor supervivencia y longevidad espermática ($P < 0,001$) que las procesadas con los diluyentes elaborados a base de extractos de soja. En las muestras procesadas con Biladyl®, el porcentaje de espermatozoides vivos con el acrosoma intacto fue de 47,9% a las 0 h post-descongelación, y de 30,3% tras 9 h de incubación. En cambio, las muestras procesadas con Andromed® mostraron valores de 38,5% y 17,3%, tras 0 y 9 h de incubación, respectivamente, y las procesadas con Biociphos Plus® mostraron una viabilidad espermática de 34,9% y 21,6%, tras 0 y 9 h de incubación, respectivamente (Gráfica 1).

La proporción de espermatozoides vivos con el acrosoma intacto, en muestras congeladas con Biladyl® o con Biociphos Plus®, no sufrió variaciones significativas durante 6 h de incubación post-descongelación. Las muestras de semen congeladas con Andromed®, en cambio, a las 6 h post-descongelación mostraron un descenso significativo de la viabilidad espermática. No obstante, el descenso más drástico de la viabilidad, con los 3 diluyentes, se registró al cabo de 9 h de incubación a 37°C.

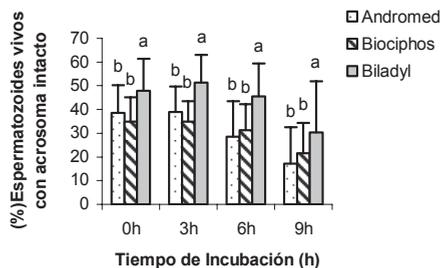
El toro tuvo un efecto significativo ($P < 0,001$) sobre la integridad de las membranas plasmática y acrosomal, pero la interacción entre toro y diluyente no fue significativa. También el replicado tuvo un efecto significativo ($P < 0,001$) sobre la integridad de las membranas plasmática y acrosomal, pero la interacción entre replicado y diluyente no fue significativa (Gráfica 2).

Varios estudios diseñados para evaluar el efecto de añadir el glicerol al semen bovino antes, durante, o al final de un periodo de refrigeración de entre 4 y 18 h a 5°C en uno o en varios pasos, llevaron a la conclusión de que el glicerol podía ser adicionado al semen en cualquier momento de este periodo sin que la calidad espermática o la fertilidad del semen se viesen afectadas (revisado por Pickett y Berndtson, 1978). Recientemente, se ha propuesto un nuevo mecanismo de crioprotección de las membranas espermáticas por parte de la fracción de lipoproteínas de baja densidad de la yema de huevo. Manjunath et al. (2002) demostraron que las lipoproteínas de la yema de huevo tienen una gran afinidad por las proteínas del plasma seminal bovino (BSP: proteínas del plasma seminal bovino); esta unión se produce de forma rápida, específica, saturable y estable, y se mantiene durante la congelación y la descongelación.

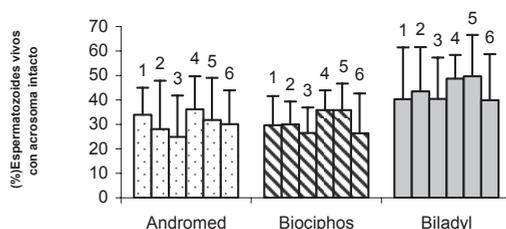
Las BSP se sabe que durante la eyaculación, se unen a la membrana plasmática de los espermatozoides recubriéndola superficialmente (Manjunath et al., 1994), e inducen la salida de fosfolípidos y colesterol de la membrana provocando su desestabilización (Thérien et al., 1998, 1999). La pérdida de fosfolípidos y de colesterol, inducida por la exposición a las proteínas del plasma seminal, hace que se desestabilice la membrana y se reduzca su resistencia a la congelación (Darin-Bennet y White, 1977). Las lipoproteínas de baja densidad de la yema de huevo, al unirse a las proteínas del plasma seminal presentes en el semen, neutralizarían su efecto perjudicial sobre las membranas espermáticas protegiéndolas durante el enfriamiento y la congelación (Manjunath et al., 2002).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Darin-Bennet A, White IG. 1977. *Cryobiology* 14 466-477.
- Manjunath P, Chandonnet L, Leblond E, Desnoyers L. 1994. *Biol. Reprod.* 50 977-987.
- Manjunath P, Nauc V, Bergeron A, Ménard M. 2002. *Biol. Reprod.* 67 1250-1258.
- Nagy S, Jansen J, Topper EK, Gadella BM. 2003. *Biol. Reprod.* 68 1828-1835.
- Pickett BW, Berndtson WE. 1978. In: Salisbury GW, VanDemark NL, Lodge JR (eds), pp 494-589.
- Thérien I, Moreau R, Manjunath P. 1998. *Biol. Reprod.* 59 768-776.
- Thérien I, Moreau R, Manjunath P. 1999. *Biol. Reprod.* 61 590-598.



Gráfica 1. Porcentajes medios (\pm desviaciones típicas) de espermatozoides vivos con acrosoma intacto. a, b indican diferencias significativas entre diluyentes a los distintos tiempos de evaluación.



Gráfica 2. Porcentajes medios de espermatozoides vivos con acrosoma intacto después de la descongelación (datos de todas las evaluaciones postdescongelación) para muestras de toros congeladas durante los 6 días

COMPARASION STUDY OF THREE EXTENDERS: ANDROMED®, BIOCIPHOS PLUS® Y BILADYL®. EVALUATION POST-THAW SURVIVAL AND LONGEVITY OF BOVINE SPERMATOZOA

ABSTRACT: Six ejaculates from each of 10 Holstein bulls were collected using artificial vagina. Ejaculates were evaluated for volume, sperm concentration and motility, divided in 3 equal volumes, and diluted, respectively, with the 3 extenders specified above. Extended semen was equilibrated for 18 h at 4°C and frozen in 0.25-ml straws.

After thawing, 100 μ l-aliquots of semen were labelled with SYBR-14, PI and PE-PNA (Phycoerythrin-conjugated Peanut agglutinin) and analysed by flow cytometry at 0, 3, 6 and 9 h after incubation at 37° C. A General Lineal Model procedure for repeated measures was used to determine the effects of extender, bull, replicate and the interaction between them, on sperm viability and acrosomal integrity. Semen samples frozen with Biladyl® showed higher ($P < 0.001$) sperm survival after 0h (47.9%) and 9h (30.3%) of incubation than those frozen with Andromed® (38.5% and 17.3%, after 0 and 9h, respectively) or Biociphos Plus® (34.9% and 21.6%, after 0 and 9h, respectively). The bull and replicate had significant effects ($P < 0.001$) on both sperm viability and acrosomal integrity, but the interactions between bull and extender and between replicate and extender were not significant. It was concluded that, when holding the semen overnight before freezing, the use of Biladyl® results in higher sperm survival and longevity than the use of Andromed® or Biociphos Plus®.

Keywords: extenders, viability, acrosomal integrity

REGULACIÓN DE LA MOTILIDAD DE ESPERMÁTOZOIDES OVINOS POR CALCIO

C. Colás, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.

Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.

Universidad de Zaragoza. E-mail: muino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El espermatozoide de mamíferos recién eyaculado no puede fecundar al ovocito. Para que adquiera capacidad fecundante ha de sufrir una serie de procesos de tipo bioquímico (capacitación) así como cambios en el patrón del movimiento del flagelo (hiperactivación) que le permiten al espermatozoide alcanzar la capacidad de sufrir la reacción acrosómica, mediante la cual liberará el contenido del acrosoma para poder fusionarse con el ovocito (Benoff 1993; De Jonge 1999; Yeagle 1991). En estudios previos hemos comprobado que calcio y bicarbonato son necesarios para la capacitación in vitro del espermatozoide de morueco, mientras que la albúmina sérica bovina no parece esencial (Grasa *et al.* 2006). Asimismo, hemos demostrado que el incremento artificial de cAMP produce un aumento significativo de la proporción de espermatozoides capacitados (Colas, James *et al.* 2008). Sin embargo, en estas condiciones no se logra la hiperactivación flagelar. Dado que la cafeína, a alta concentración, es inductora de la hiperactivación flagelar en espermatozoides bovinos (Marquez y Suarez 2007), estudiamos el efecto de dicho compuesto en espermatozoides ovinos. En esta comunicación describimos un nuevo protocolo con el cual, mediante alta concentración de cafeína, se inducen simultáneamente capacitación e hiperactivación, determinadas valorando motilidad (mediante un Sistema Computerizado de Análisis Seminal), integridad de membrana (doble tinción con CFDA/PI), y estado de capacitación (tinción con clorotetraciclina, CTC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención del semen, mediante vagina artificial, se emplearon moruecos adultos entre 2 y 4 años, pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa Aragonesa pertenecientes a ANGRA, estabulados en la Facultad de Veterinaria bajo condiciones nutricionales uniformes. Con el objetivo de eliminar las diferencias individuales, para cada ensayo, se utilizó una mezcla de los segundos eyaculados de cuatro moruecos. Los experimentos se realizaron manteniendo los animales con un periodo de abstinencia de dos días, de acuerdo con estudios previos (Ollero *et al.* 1996).

La metodología utilizada para la obtención de espermatozoides libres de plasma seminal por un método de swim-up/dextrano, la evaluación de la viabilidad, y su valoración mediante la tinción con CTC, fue la descrita previamente (Perez-Pe *et al.* 2002). Los espermatozoides obtenidos mediante swim-up se diluyeron en medio TALP y se incubaron en condiciones capacitantes, tal y como se describe en (Colas *et al.* 2008). La muestra control de la capacitación contenía calcio 3 mM, bicarbonato 25 mM, y BSA 5 mg/ml, y para inducir la hiperactivación flagelar se añadió cafeína 10 mM.

La motilidad espermática se valoró en el transcurso de la incubación y utilizó un Sistema Computerizado de Análisis Seminal (PROISER): en un portaobjetos previamente atemperado se colocó una gota de 6 μ l de la dilución seminal, se cubrió con un cubreobjetos también atemperado. La visualización se realizó con un microscopio de contraste de fase con platina térmica atemperada a 37°C, conectado a una cámara de video, a su vez conectada a un ordenador con el programa de análisis seminal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 1 refleja el estado de capacitación de espermatozoides seleccionados por un proceso de swim-up/dextrano en condiciones control, así como en presencia de cafeína 10 mM.

Puede observarse que tras 3 horas de incubación en medio TALP (condiciones control), una proporción pequeña aunque significativamente estadística sufrió capacitación y reacción acrosómica ($P < 0.001$ para los tres estados fisiológicos). La proporción de

espermatozoides capacitados y reaccionados aumentó considerablemente con respecto a la condición control ($P < 0.001$ para los tres estados fisiológicos) en presencia de cafeína 10 mM. El cambio en el patrón de CTC estuvo acompañado por una pérdida significativa de viabilidad ($P < 0.001$).

El análisis de la motilidad espermática mediante sistemas computerizados permite una evaluación objetiva de una serie de parámetros relacionados con la misma, algunos de los cuales nos permiten caracterizar el tipo de movimiento que muestra la célula espermática. La motilidad activada es típica de espermatozoides eyaculados frescos, y se caracteriza por ondas simétricas de baja amplitud. Cuyo el espermatozoide llega al lugar de fertilización, su flagelo se mueve con ondas mucho más profundas y asimétricas, provocando así un movimiento en círculos o en forma de ocho (Yanagimachi 1969; Yanagimachi 1994; Ho y Suarez 2001; Ishijima *et al.* 2002). Evidencias actuales sugieren que el papel de la motilidad activada es la de propulsar al espermatozoide a través del tracto reproductor femenino hacia el oviducto, mientras que la motilidad hiperactivada tendría otras funciones: permitir que el espermatozoide atravesara la capa viscoelástica del moco cervical (Yanagimachi 1994), así como la penetración mecánica del *cumulus oophorus* y la zona pelúcida que rodean al ovocito (Ho y Suarez 2001; Suarez y Dai 1992). Además, en aquellas especies en las que el istmo del oviducto constituye un reservorio de espermatozoides, la hiperactivación es importante para la "liberación" del esperma de los pliegues y criptas del epitelio oviductal (Demott and Suarez 1992).

Para la evaluación de la hiperactivación, se utilizan habitualmente dos parámetros: ALH, que mide el desplazamiento lateral de la cabeza, y LIN, que expresa linealidad y se expresa en porcentaje ya que indica la relación porcentual entre la velocidad rectilínea y la curvilínea. Las células con un patrón de hiperactivación presentan trayectorias muy curvilíneas (y por tanto, valores bajos de LIN) y movimientos de cabeza de gran amplitud (valores elevados de ALH) como consecuencia del movimiento tan frenético del flagelo. La evolución de ambos parámetros en el transcurso de la incubación en condiciones control y en presencia de cafeína 10 mM se muestra en la figura 2, y de ella se deduce que la cafeína provoca hiperactivación, siendo significativo el efecto desde el inicio de la incubación.

En conclusión, describimos un nuevo protocolo con el que es posible inducir simultáneamente capacitación (evaluada por la tinción de CTC) e hiperactivación de espermatozoides ovinos. En estas condiciones, la hiperactivación se observa desde el inicio de la incubación, siendo máxima en el minuto ocho, momento a partir del cual la hiperactivación comienza a suavizarse. Mientras que la linealidad se mantiene en todo momento por debajo del control, el parámetro ALH alcanza los valores control a las dos horas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benoff S (1993) Preliminaries to fertilization. *Hum Reprod* 8, 2001-6.
- Colas C, James P, Howes L, Jones R, Cebrian-Perez JA, Muino-Blanco T 2008 *Reprod Fertil Dev* 20, 649-58.
- De Jonge C 1999 *J Androl* 20, 463-73.
- Demott RP, Suarez SS 1992 *Biol Reprod* 46, 779-85.
- Grasa P, Cebrian-Perez JA, Muino-Blanco T 2006 *Reproduction* 132, 721-32.
- Ho HC, Suarez SS 2001 *Reproduction* 122, 519-26.
- Ishijima S, Baba SA, Mohri H, Suarez SS 2002 *Mol Reprod Dev* 61, 376-84.
- Marquez B, Suarez SS 2007 *Biol Reprod* 76, 660-5.
- Ollero M, Muino-Blanco T, Lopez-Perez MJ, Cebrian-Perez JA 1996. *Int J Androl* 19, 287-92.
- Perez-Pe R, Grasa P, Fernandez-Juan M, Peleato ML, Cebrian-Perez JA, Muino-Blanco T 2002. *Mol Reprod Dev* 61, 226-33.
- Suarez SS, Dai X 1992. *Biol Reprod* 46, 686-91.
- Yanagimachi R 1969. *J Reprod Fertil* 18, 275-86.
- Yanagimachi R 1994. Raven Press: New York
- Yeagle PL 1991. *Biochimie* 73, 1303-10.

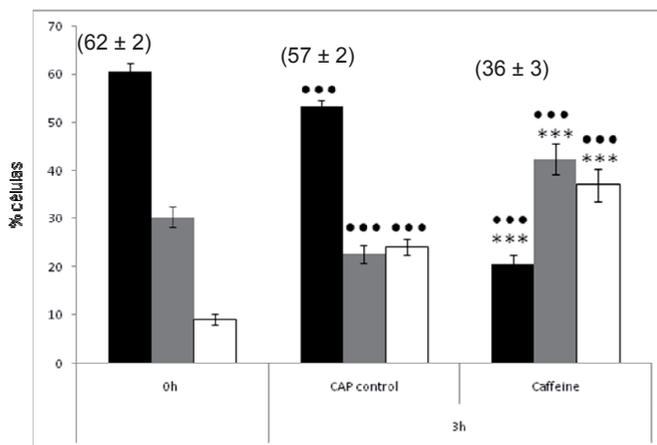


Fig. 1.- Valoración con CTC del estado de capacitación de espermatozoides ovinos tras 3 horas de incubación en condiciones capacitantes. Porcentaje de no capacitados (■), capacitados (▣) y reaccionados (□) en muestras control o incubadas con cafeína 10 mM. Valores medios (% ± SEM; control, n=32; cafeína, n=20). ***P<0,001 respecto a muestras control a 0 h; ***P<0,001 respecto a muestras control a 3 h. Arriba entre paréntesis, % viables (promedio ± SEM).

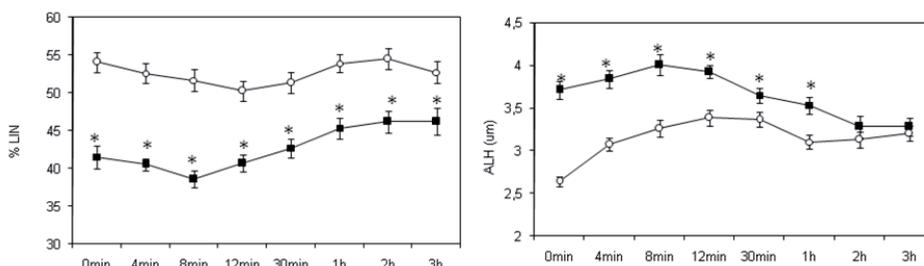


Fig. 2.- Evolución de los parámetros de motilidad en el transcurso de la incubación en condiciones capacitantes control —○— o en presencia de 10 mM cafeína —■—. Valores medios (% ± SEM; control, n=32; cafeína, n=20). * Indica diferencia significativa respecto del control.

Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL 2007-61229, CICYT-FEDER AGL 2008-01476, DGA A-26 y DGA 040/08. Los autores agradecen a ANGRA el suministro de sementales.

REGULATION OF RAM SPERM MOTILITY BY CALCIUM

ABSTRACT: Capacitated sperm display hyperactivated motility, characterized by deep and asymmetric waves, because of that they swim in circles or in figure-of-eight. Although capacitation and hyperactivation occurs at the same time, they might be regulated by different second messengers. Here, we report that caffeine, at a high concentration, can induce strongly hyperactivation and capacitation in ram sperm, according to motility, viability and CTC parameters.

Keywords: ram sperm, hyperactivation, caffeine.

PUESTA A PUNTO DE UN MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE ESPERMATOZOIDES CON CASPASAS ACTIVAS EN SEMEN OVINO

N. Mendoza, R. Pérez-Pé, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza. muino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La presencia de espermatozoides apoptóticos en las dosis seminales se ha relacionado con problemas de infertilidad en la especie humana (Said *et al.*, 2006) o de baja fertilidad en algunas especies como la bovina (Anzar *et al.*, 2002). Por ello, el estudio de la apoptosis en una muestra espermática resultaría de gran interés para la predicción de la capacidad fertilizante de dicha muestra.

Nuestro grupo de investigación ha sido pionero en el estudio del proceso apoptótico en espermatozoides ovinos, demostrando que fenómenos relacionados con la apoptosis, como la translocación de la fosfatidilserina o la fragmentación del DNA, existen en semen ovino fresco (Martí *et al.*, 2008). Asimismo hemos evidenciado la presencia de las caspasas 3 y 7 mediante inmunofluorescencia y western-blot (Martí *et al.*, 2008), pero hasta ahora no habíamos analizado el porcentaje de espermatozoides con caspasas activas en muestras de semen ovino. Por ello, el primer objetivo de este trabajo consistió en la puesta a punto de un protocolo adecuado para la evaluación simultánea de actividad de caspasas y de integridad de membrana en espermatozoides ovinos. Y el segundo objetivo fue su aplicación al análisis de muestras de semen fresco, refrigerado y con apoptosis inducida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención del semen, mediante vagina artificial, se emplearon moruecos adultos de entre 2 y 4 años, pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa Aragonesa pertenecientes a ANGRA, estabulados en la Facultad de Veterinaria.

Para la determinación de la actividad de caspasas se utilizó el kit Vibrant FAM Caspase-3 and -7 Assay (Invitrogen). Básicamente consiste en un péptido con una secuencia que reconoce específicamente las caspasas 3 y 7 unido a un compuesto fluorescente (FAM-DEVD-FMK), que es permeable y sirve de marcador in situ de apoptosis. Previamente se realizó una dilución del semen en PBS (10^6 cels/ml) y, siguiendo el protocolo indicado por la casa comercial, se añadieron 10 μ l de la solución de tinción y se incubaron las muestras durante 1 hora en estufa a 37°C y 5% CO₂, protegiéndolas de la luz. Posteriormente se realizaron dos lavados con el tampón de lavado suministrado por el kit, centrifugando a 400 xg durante 5 minutos a temperatura ambiente, resuspendiendo finalmente el pellet en el tampón. Para la valoración simultánea de la viabilidad se añadieron 2 μ l de yoduro de propidio a la suspensión. Las muestras se analizaron usando un microscopio de fluorescencia o un citómetro de flujo.

El estudio de la actividad caspasa se realizó sobre muestras de semen fresco, muestras refrigeradas y mantenidas durante 3 horas a 15°C y posteriormente lavadas en colchón de sacarosa para eliminar el diluyente, y muestras con apoptosis inducida mediante Ácido Betulínico (60 μ g/ml, 30 min, t^a ambiente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados de este trabajo se describen las modificaciones llevadas a cabo respecto al protocolo original para su adaptación, tanto a microscopía, como a citometría de flujo, aplicadas a semen ovino. En primer lugar se sustituyó el yoduro de propidio por homodímero de ethidio, probando con diferentes cantidades (2 μ l, 1,5 μ l y 1 μ l). Se comprobó que la cantidad óptima era 1 μ l que permitía obtener una buena visualización de las células

y la distinción de cuatro subtipos celulares (Fig. 1): espermatozoides con membrana plasmática intacta y sin actividad caspasa (C-/Et-), espermatozoides con actividad caspasa, con (C+/Et+) o sin membrana plasmática dañada (C+/Et-) y espermatozoides con daño en la membrana plasmática pero sin actividad caspasa (C-/Et+).

Para el análisis de las muestras por citometría, además del uso del homodímero de etidio, se redujo la cantidad de tinción de FAM-DEVD-FMK a 3 μ l, se eliminaron las centrifugaciones durante el proceso, posteriormente se fijaron las muestras con 3 μ l de FADO, y finalmente se resuspendieron las muestras en 400 μ l de Low Talp o TALP con baja concentración de bicarbonato (Parrish *et al.*, 1988) para evitar la aglutinación celular. De esta manera, tras su paso por el citómetro, podemos evaluar los porcentajes de las cuatro subpoblaciones celulares diferentes descritas anteriormente. Aplicando este protocolo se compararon por citometría muestras de semen ovino frescas, refrigeradas y mantenidas a 15° y con apoptosis inducida (Fig. 2).

La Figura 3 refleja el efecto de la inducción de la apoptosis y la refrigeración sobre la activación de las caspasas. Este efecto consistió en un descenso significativo de los espermatozoides intactos (C-/Et-) respecto a la muestra fresca, lo que se refleja en un aumento del porcentaje de espermatozoides con actividad caspasa (C+/Et- y C+/Et+), siendo de un 67,4% en las muestras con inducción y de un 96,92% en las refrigeradas, respecto al 2,82% en la muestra fresca.

Los resultados de este estudio parecen indicar que la refrigeración a 15°C y la inducción de apoptosis producen una activación significativa de caspasas, siendo aún mayor en los espermatozoides sometidos a refrigeración, y revelan la importancia de los estudios de la apoptosis en relación con el proceso de criopreservación espermática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzar M, He L, Buhr MM, Kroetsch TG & Pauls KP (2002). *Biol. Reprod.* 66, 354-60.
- Martí E, Pérez-Pé R, Colás C, Muiño-Blanco T & Cebrián-Pérez JA (2008). *Anim Reprod Sci.* 106, 113-132
- Parrish, JJ, Susco-Parrish J, Winer MA & First NL. (1988). *Biol. Reprod.* 38, 1171-1180
- Said T, Agarwal A, Grunewald S, Rasch M, Baumann T, Kriegel C, Li L, Glander HJ, Thomas AJ & Paasch U (2006). *Biol. Reprod.* 74, 530-537

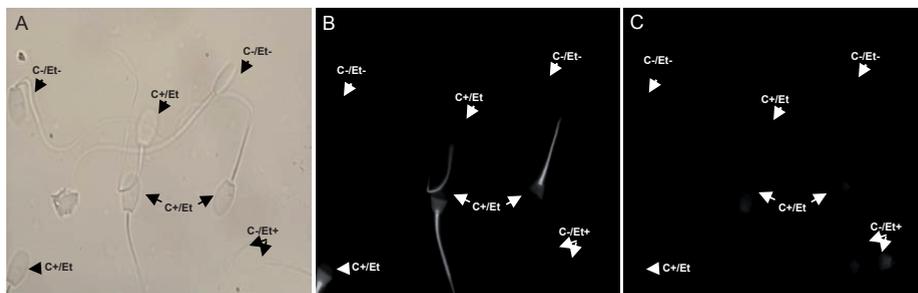
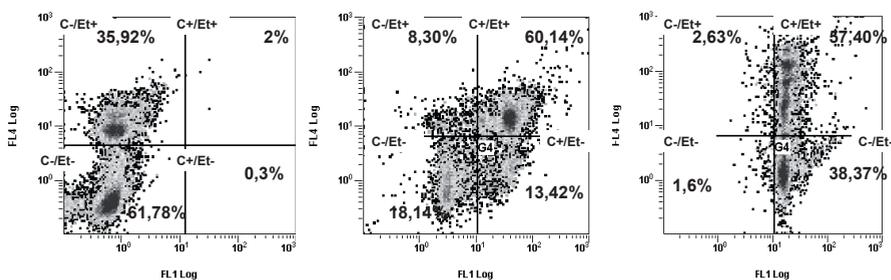


Figura 1.- Imagen representativa al microscopio óptico de las diferentes subpoblaciones de espermatozoides teñidos con indicador de actividad caspasa FAM-DEVD-FMK combinado con homodímero de etidio. En la imagen A se observan las células en campo claro; en la imagen B, los espermatozoides con actividad caspasa presentan fluorescencia verde bajo el filtro estándar de fluoresceína; en la imagen C, los espermatozoides con la membrana plasmática dañada se observan con fluorescencia roja con el filtro estándar de rodamina.



a) muestra fresca b) con apoptosis inducida c) muestra refrigerada

Figura 2.- Citogramas representativos de citometría de flujo de una muestra fresca, con apoptosis inducida (ácido betulínico, 60µg/ml, 30 min.), y refrigerada (15°, 3 horas), con los porcentajes de cada una de las subpoblaciones descritas.

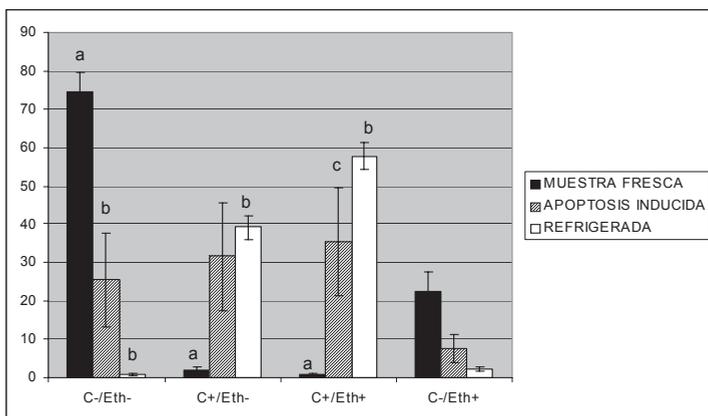


Figura 3.- Valoración de la actividad caspasa y del daño de membrana en espermatozoides ovinos (% espermatozoides). Media ± S.E. (n=4). a,b: P<0,001; a,c: P<0,05. Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL 2007-61229, CICYT-FEDER AGL 2008-01476, DGA A-26 y DGA 040/08. Los autores agradecen a ANGRA el suministro de sementales.

A NEW PROTOCOL FOR THE ASSESSMENT OF ACTIVE CASPASES IN RAM SPERMATOZOA

ABSTRACT: In this study we describe the development of a protocol for simultaneous assessment of caspase activity and membrane integrity of ram spermatozoa, which is applied to fresh, refrigerated and induced-apoptosis (with betulinic acid) semen samples by both fluorescence microscopy and flow cytometry. We distinguished four sperm subpopulations: containing intact-membrane with no caspase activity (C-/Et-, intact sperm), with active caspases either with (C+/Et+) or without (C+/Et-) damaged-membrane, and sperm with damaged-membrane and no caspase activity (C-/Et+). Flow cytometry analysis revealed that refrigeration and betulinic acid induced a significant decrease in the proportion of intact sperm. The proportion of caspase-active sperm was 67.4% in apoptosis-induced and 96.92% in refrigerated samples, while only 2.82% was found in the fresh ones.

Keywords: ram spermatozoa, apoptosis, flow cytometry

CUANTIFICACIÓN DE MELATONINA, LÍPIDOS Y PROTEÍNAS OXIDADOS EN SEMEN OVINO DE ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO REPRODUCTIVA

A. Casao, C. Luna, E. Serrano, R. Pérez-Pé, T. Muiño-Blanco y J.A. Cebrián-Pérez.
¹ Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. adriana@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los espermatozoides de mamíferos son extremadamente sensibles al estrés oxidativo, que se puede definir como una alteración del equilibrio entre prooxidantes y antioxidantes, a favor de los prooxidantes. Es decir, se produce un aumento de *Especies Reactivas de Oxígeno* (ROS) que se encuentran en el tracto genital masculino (Lemkecher et al. 2005). Esta excesiva producción de ROS afecta a las membranas lipídicas de los espermatozoides a causa de la lipoperoxidación y también a la oxidación proteica y al DNA. En cuanto a los agentes antioxidantes, la melatonina ha sido utilizada en forma de implantes exógenos en moruecos y se ha observado, entre otras acciones, un efecto protector del daño oxidativo en espermatozoides (Gavella y Lipovac 2000).

La reproducción en la especie ovina es altamente estacional. Durante la estación no reproductiva, con niveles bajos de melatonina plasmática, la calidad espermática desciende. Aunque este descenso en la calidad espermática se suele relacionar con el descenso de actividad del eje hipotálamo-hipofisario, la presencia de melatonina en plasma seminal humano (Luboshitzky *et al.* 2002), y de receptores en el espermatozoide humano (van Vuuren *et al.* 1992), sugieren una acción directa de esta hormona en la célula espermática. Por tanto, el primer objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de melatonina en el plasma seminal de morueco, y sus posibles variaciones estacionales. Y el segundo, estudiar las diferencias en la cantidad de lípidos y proteínas oxidadas, tanto en plasma como en espermatozoides ovinos, en época reproductiva y no reproductiva, y analizar si estas diferencias guardan relación con las variaciones en la cantidad de melatonina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención del semen, mediante vagina artificial, se emplearon moruecos adultos entre 2 y 4 años, pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa Aragonesa (ANGRA), estabulados en la Facultad de Veterinaria.

El plasma seminal analizado se obtuvo del primer eyaculado de dichos sementales, recogido conjuntamente para evitar diferencias individuales. El semen se centrifugó inmediatamente a 13.000 rpm durante 10 minutos. La centrifugación se realizó dos veces para eliminar cualquier resto de células, y el plasma seminal obtenido se congeló a -20°C en oscuridad hasta su evaluación conjunta.

La determinación de los niveles de melatonina en plasma seminal se realizó mediante un método de ELISA directo con un kit comercial (Direct Saliva Melatonin ELISA Kit, Bühlmann Laboratories AG, Switzerland), siguiendo el protocolo descrito por la casa comercial. Al final del proceso se determinó la absorbancia de las placas a 450 nm (TECAN Spectrafluor plus, Suiza). Los resultados se expresaron como media \pm S.E., y los valores semanales de melatonina se agruparon por estaciones. Las diferencias entre grupos se estudiaron mediante ANOVA (SPSS, versión 14.0).

La acumulación de proteínas oxidadas, tanto en espermatozoides como en plasma seminal se evaluó por el contenido en grupos carbonilos, que se cuantificó espectrofotométricamente a 360 nm mediante la reacción con DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazina) (Morte et al. 2008). El contenido en grupos carbonilos se calculó usando un coeficiente de extinción molar de $2,2 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ para el DNPH, y se expresó en nmoles de DNPH/10⁶ espermatozoides en el caso de las muestras espermáticas, y como nmoles de DNPH/mg de proteína en el caso de plasma seminal.

La peroxidación lipídica se determinó determinando las especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) formadas, que se cuantificaron espectrofotométricamente a 530 nm y se calcularon utilizando un coeficiente de extinción molar de $1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (Morte et al. 2008). Los resultados se expresaron como nmoles de TBARS/10⁶ espermatozoides en el

caso de muestras espermáticas y como nmoles de TBARS/mg de proteína en el caso de plasma seminal. En ambos procedimientos, la determinación de la cantidad de proteínas en plasma seminal se llevó a cabo mediante el método de Bradford.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al estudio de la presencia de melatonina en plasma seminal ovino, en esta fase inicial del estudio se analizaron únicamente dos muestras mensuales por duplicado para realizar una primera aproximación de los niveles anuales de melatonina, y los resultados obtenidos se agruparon por estación. El test de ELISA detectó la presencia de melatonina en todas las muestras de plasma seminal analizadas, muchas de ellas con valores superiores al rango superior detectado por el test (50 pg/ml), por lo que, inicialmente, los resultados se calcularon mediante la extrapolación de la curva patrón obtenida con los calibradores. Posteriormente, las muestras se diluirán para un estudio más preciso. El análisis de todas las muestras se realizó en una única placa de ELISA, y el coeficiente de variación intra-ensayo fue del 10,98%.

Los valores obtenidos indican que la concentración de melatonina en plasma seminal fue significativamente inferior en primavera que en otoño ($P < 0,05$) e invierno ($P < 0,01$) (Tabla 1). Esta variación es similar a las variaciones estacionales de melatonina en plasma sanguíneo en el morueco (Sheikheldin *et al.* 1992), lo que indicaría que la cantidad de melatonina en plasma seminal es reflejo de los niveles de melatonina sanguínea, con diferencias estacionales. Esta variación en los niveles de melatonina en plasma seminal podría ser en parte responsable de las diferencias en fertilidad y calidad seminal observadas entre época reproductiva y no reproductiva o en tratamientos con melatonina exógena (Casao *et al.* 2008; Palacín *et al.* 2008).

Curiosamente, la cantidad de proteínas y lípidos oxidados en plasma seminal fue significativamente mayor en época reproductiva que en no reproductiva (0.48 y 0.17 vs. 0.28 y 0.09 para proteínas y lípidos respectivamente). Sin embargo, este aumento no se tradujo en diferencias significativas en la oxidación de proteínas y lípidos en las células espermáticas (Figura 1). Sin olvidar el hecho de que estos son resultados preliminares, y que el número de muestras analizadas no es muy elevado, se podría sugerir que una mayor cantidad de melatonina en plasma seminal en época reproductiva es capaz de evitar que aumenten los niveles de oxidación en los espermatozoides a pesar de que la cantidad de proteínas y lípidos oxidados son mayores en plasma seminal de esta época.

Finalmente, el análisis de melatonina en plasma seminal podría ser un método no invasivo para determinar cambios hormonales en animales donantes de semen, evitando que un manejo excesivo pudiera afectar a la calidad del semen, y permitiría correlacionar variaciones hormonales con cambios en la calidad seminal de un mismo animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casao, A., Vega, S., Palacín, I., Pérez-Pe, R., Laviña, A., Quintín, F. J., Sevilla, E., Abecia, J. A., Cebrián-Pérez, J. A., Forcada, F. & Muiño-Blanco, T. (2008). *Reprod. Domest. Anim.* In press.
- Gavella, M. & Lipovac, V. (2000). *Arch. Androl.* 44: 23-27.
- Lemkecher, T., Dartigues, S., Vaysse, J., Kulski, O., Barraud-Lange, V., Gattegno, L. & Wolf, J. P. (2005). *Gynecol Obstet Fertil* 33: 2-10.
- Luboshitzky, R., Shen-Orr, Z. & Herer, P. (2002). *Arch. Androl.* 48: 225 - 232.
- Morte, M. I., Rodrigues, A. M., Soares, D., Rodrigues, A. S., Gamboa, S. & Ramalho-Santos, J. (2008). *Anim. Reprod. Sci.* 106: 36-47.
- Palacín, I., Abecia, J. A., Forcada, F., Casao, A., Cebrian-Perez, J. A., Muino-Blanco, T., Palacios, C. & Pontes, J. M. (2008). *Ital. J. Anim. Sci.* 7: 199-206.
- Sheikheldin, M. A., Howland, B. E. & Palmer, W. M. (1992). *J. Pineal Res.* 12: 58-63.
- van Vuuren, R. J., Pitout, M. J., van Aswegen, C. H. & Theron, J. J. (1992). *Clin Biochem.* 25: 125-7.

Tabla 1. Niveles de melatonina (pg/ml) en plasma seminal de morueco de raza Rasa Aragonesa según la estación del año. Superíndices distintos indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Estación	n	Melatonina (pg/ml)
Invierno	14	72,8 ± 21,6 ^b
Primavera	12	23,8 ± 4,2 ^a
Verano	10	40,4 ± 10,5
Otoño	10	83,3 ± 25,1 ^b

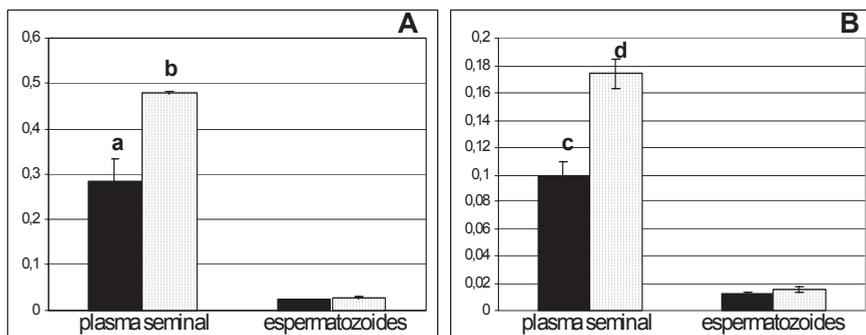


Fig. 1.- Cuantificación de proteínas (A) y lípidos (B) oxidados en plasma seminal y en muestras espermáticas, en época no reproductiva (■) y en época reproductiva (□). Los resultados de proteínas oxidadas están expresados en nmoles DNP/mg de proteína en plasma seminal y en nmoles DNP/10⁶ espermatozoides en muestras espermáticas (A) y los resultados de lípidos oxidados están expresados en nmoles TBARS/mg de proteína en el plasma seminal y en nmoles TBARS/10⁶ espermatozoides en muestras espermáticas. En todos los casos como valores medios ± S.E. (n=3). a,b: $P < 0,05$; c,d: $P < 0,01$.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL 2007-61229, CICYT-FEDER AGL 2008-01476, DGA A-26 y DGA 040/08. Los autores agradecen a ANGRA el suministro de sementales.

QUANTIFICATION OF MELATONIN AND OXIDIZED PROTEINS AND LIPIDS IN RAM SEMEN IN BREEDING AND NON-BREEDING SEASON

ABSTRACT: The aim of this study was to investigate the presence of melatonin in ram seminal plasma throughout the year. Weekly seminal plasma samples from nine Rasa Aragonesa rams were collected for one year, and in an initial step of this study two samples per month were measured in duplicate with a commercial melatonin competitive ELISA test. Preliminary results showed that melatonin concentration in ram seminal plasma was higher in autumn ($P < 0.05$) and winter ($P < 0.01$) (breeding season in Rasa Aragonesa rams) than in spring, showing seasonal variations similar to blood melatonin. Surprisingly, the levels of protein and lipid oxidation in seminal plasma were significantly higher in the breeding season than in the non-breeding one ($P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively). However, the level of oxidized sperm proteins and lipids was similar in both seasons. Further studies must be done to confirm these results which suggest a possible role of melatonin in protecting sperm membranes against oxidative damage. Our results also showed that melatonin concentration in ram seminal plasma can be easily measured, and it might be correlated with variations in sperm quality.

Keywords: melatonin, oxidation, ram, seminal plasma.

BIOMETRIA DE LA CABEZA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CERDO DOMÉSTICO SEGÚN SU EDAD

Quintero-Moreno, A., Carvalho J., González, D., Morales, B., Mejía, W., Osorio, C., Rubio, J. Laboratorio de Andrología, Facultad de Veterinaria, Universidad del Zulia (LUZ). Venezuela.
E-mail: arturo93@cantv.net (A. Quintero-Moreno).

INTRODUCCIÓN

El análisis automatizado de la morfología espermática (ASMA) determina el tamaño y la forma del espermatozoide de una manera objetiva y reproducible (Buendía et al., 2002), siendo utilizada de manera experimental para determinar las dimensiones individuales de los espermatozoides de cerdos (Thruston et al., 2001; Kondracki et al., 2004; Peña et al., 2005); además de hacer posible la separación de los espermatozoides de una muestra seminal en subpoblaciones (Thruston et al., 2001; Peña et al., 2005).

La producción de semen y su calidad se pueden ver notablemente afectada por la edad del verraco (Bussiere y Bariteau, 1992). Los parámetros de calidad seminal mejoran paulatinamente a medida que el cerdo completa su madurez sexual, lo cual está asociado con el desarrollo de los testículos que determina el número de espermatozoides (Clark et al., 2003; Kondracki et al., 2004).

En esta investigación y mediante el ASMA se busca describir y comparar las dimensiones de la cabeza espermática de cerdos domésticos clasificados en 2 categorías según su edad. Como segundo objetivo, se agruparán los espermatozoides valorados en 2 subpoblaciones (SP), de acuerdo a sus dimensiones de la cabeza, con el fin de observar si hay cambios según el incremento de la edad del cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja comercial (PROPORCA) ubicada en el municipio San Francisco del estado Zulia, Venezuela; coordenadas 10°30'45"N y 71°45'42"O. Se utilizaron eyaculados de 20 verracos de la línea genética Dalland Tempo (TOPIGS), alojados en ambiente controlado de confort higrotérmico (Chore time 2529,676, modelo 8-B1.5) y agrupados en 2 categorías según su edad (A: ≥ 10 meses y ≤ 18 meses, B: >18 meses y ≤ 30 meses). Los eyaculados que cumplieron con el mínimo de requerimientos establecido para su uso en IA (motilidad >3 , contaje total $>20 \times 10^9$ espermatozoides y $<$ del 20 % de anomalías morfológicas), se diluyeron con el producto comercial MR-A (Kubus, Majadahonda, España). Para valorar la biometría de la cabeza espermática se prepararon frotis de cada muestra seminal y se tiñeron con HEMACOLOR (Merck, Darmstadt, Alemania, Cat. No. 11661), en un procedimiento descrito por Buendía et al. (2002).

El ASMA se realizó mediante un software disponible comercialmente (*Sperm-class Analyzer*®, Microptic, Barcelona, España). Las imágenes fueron grabadas en formato de vídeo y digitalizadas con 256 niveles de grises. Las dimensiones morfométricas del espermatozoide como la longitud (L), el ancho (W), el área (A), y el perímetro (P) fueron tomadas de 150 imágenes por frotis. Todos los datos obtenidos fueron analizados mediante el *Statistical Analysis System software* 8,2, para Windows (SAS Inst. Inc.; Carry, NC. EUA. 2002). Los efectos de la edad del animal sobre las dimensiones de la cabeza de los espermatozoides se analizaron utilizando el procedimiento GLM. En los resultados se expresan las medias mínimo-cuadráticas (LSMEANS), su separación con una probabilidad de error inferior al 0.1% y el error estándar. Para agrupar los espermatozoides en subpoblaciones se utilizó el procedimiento FASTCLUS, usado anteriormente al agrupar descriptores de motilidad en cerdos (Quintero-Moreno et al., 2004). Las diferencias entre subpoblaciones se determinaron mediante Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos demuestran que los espermatozoides de cerdos domésticos miden entre 8,5 y 9,0 μm de largo y entre 4,2 y 4,5 μm de ancho (Tabla 1). Los espermatozoides provenientes de cerdos con edades entre 18 y 30 meses tienen mayor longitud en 0,11 μm al compararlos con los cerdos menores de 18 meses de edad

($P < 0,001$); sin embargo, el W, el A y el P presentaron valores inferiores en los cerdos de mayor edad (Tabla 1). Hallazgos previos mencionan que el espermatozoide de cerdo presenta dimensiones de 8 μm de L y 5 μm W (Cummins y Woodal, 1985). Otro estudio observó dimensiones de L, W y A de 8,0 μm , 4,0 μm , y 27,5 μm^2 , respectivamente (Peña et al., 2005); mientras que otros autores han reportado una media de 8,56 y 4,62 para la L y W en cerdos jóvenes de fertilidad comprobada (Thurston et al., 2001). En verracos de fertilidad alta (>86%), las dimensiones de la cabeza espermática corresponden a 8,97 μm , 4,73 μm y 35,1 μm^2 para L, W y A respectivamente (Hirai et al., 2001). Es posible conseguir diferencias en cuanto a las dimensiones de la cabeza del espermatozoide de cerdos al comparar los hallazgos de trabajos recientes (Hirai et al., 2001; Thurston et al., 2001; Kondracki et al., 2004 y 2005), lo cual, podría deberse al método de procesado de la muestra (fijación y tinción).

Los resultados indican que las dimensiones de la cabeza de espermatozoides experimentan cambios asociados al desarrollo sexual del cerdo. Los espermatozoides de un animal mayor de 18 meses de edad son más elongados al tener mayor L y menor dimensión en cuanto al W. En otro experimento similar, no se encontraron diferencias en cuanto a la L y W del espermatozoide asociados a la edad del animal (Kondracki et al., 2005). Las dimensiones de la cabeza del espermatozoide de toro (*Bos taurus*) se asocian a la variabilidad existente en cuanto a la estructura de la cromatina (Sailer et al., 1996). Existe un estudio hecho en espermatozoides de gato (*Felis catus*), que sería interesante hacerlo en el porcino (*Sus scrofa doméstica*), que relaciona una distribución anormal de la densidad intracelular del espermatozoide a anomalías o daños en la estructura de la cromatina (Hingst et al., 1995).

El análisis de agrupamiento permitió separar la población espermática obtenida mediante el ASMA en 2 SP (Tabla 2). El mayor número de espermatozoides conforman la subpoblación 1 (SP₁), que corresponden a los espermatozoides más pequeños (64,68%), seguidos de la subpoblación 2 (SP₂) representada por espermatozoides de mayor tamaño (35,32%). El origen de estas SP no está claro, sin embargo, es probable que se deba a los diferentes grados de maduración que tiene la célula espermática en el epidídimo, y que se observa al momento de la eyaculación, lo que puede reflejarse en variaciones sutiles en la morfología de la célula espermática (Thurston et al., 2001; Peña et al., 2005). Estos últimos separaron la población de espermatozoides muestreada en 4 SP, mientras que Thurston et al. (2001) establecieron 3 SP.

En el presente caso se determinó que agrupando los espermatozoides en 2 SP, se podían identificar de una manera precisa las diferencias biométricas esperadas.

Se pudo evidenciar que en verracos menores de 18 meses de edad, existe un 58,39 % de espermatozoides que corresponden a la SP₁ y 41,61 % a la SP₂. Esta última población contiene espermatozoides de mayor tamaño; sin embargo, a medida que el cerdo completa su desarrollo sexual y supera los 18 meses de edad, se evidencia que la población que contienen los espermatozoides de mayor dimensión (SP₂) disminuye hasta un 20,83 %, lo cual deriva en un 79,22 % de espermatozoides con menores dimensiones, correspondiente a la SP₁. La edad del animal afecta significativamente ($P < 0,0001$) a la distribución de los espermatozoides dentro de las 2 SP, existiendo una disminución de las dimensiones de la cabeza espermática cercana al 21 %. En la actualidad, no existen reportes similares de cambios en las SP establecidas biométricamente, producto de la edad del cerdo doméstico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buendía, P., Soler, C., Paolicchi, F., Gago, G., Urquieta, B., Pérez-Sánchez G., Bustos-Obregón, E. 2002. *Theriogenol.* 57: 1207-1218.
- Bussiere, J., Bariteau, U, F. 1992. *24^{es} Journess de la Reserche Porcine en France. París.* 02/4-6. Francia: 357-362.
- Clark, S. G., Schaeffer, D. J., Althouse, G. C. 2003. *Theriogenol.* 60: 1011-1023.
- Cummins, J. M., Woodall, P. F. J. 1985. *Reprod. Fertil.* 75: 153-175.

- Hingst, O., Blottner, S., Franz, C. 1995. *Androl.* 27: 275-279.
- Hirai, M., Boersma, A., Hoeflich, A., Wolf, E., Foll, J., Aumuller, R., Braun, J. 2001. *J. Androl.* 22: 104–110.
- Kondracki, S., Banaszewska, D., Wysokinska, A., Kosieradzka, J. *J. Agrobiol. Ecol.* 2004. 1: 112-117.
- Kondracki, S., Banaszewska, D., Mielnicka, D. 2005. *Cell&Mol Biol Lett.* 10: 3-13.
- Peña, F.J., Saravia, F., García, M., Núñez, I., Tapia, J.A., Johannisson, A., Wallgren, M., Rodríguez-Martínez, H. J. 2005. *Androl.* 26:716-723.
- Quintero-Moreno, A., Rigau, T., Rodríguez-Gil, J.E. 2004. *Theriogenol.* 61: 673-690.
- Sailer, B. L., Jost, L. K., Evenson, D. P. 1996. *Cytometry.* 24: 167-173.
- Thurston, L.M., Watson, P.F., Mileham, A.J., Holt, W.V. 2001. *J. Androl.* 22: 382-394.

Tabla 1. Características Biométricas de los espermatozoides de verraco según su edad

Parámetro (LSMEANS±EE)	Grupo A	Grupo B
	(≥ 10 y ≤ 18 meses)	(>18 y ≤ 30 meses)
Longitud de la cabeza, µm	8,84 ± 0008 ^b	8,95 ± 0,01 ^a
Ancho de la cabeza, µm	4,44 ± 0,005 ^a	4,32 ± 0,009 ^b
Área de la cabeza, µm ²	33,33 ± 0,05 ^a	32,39 ± 0,06 ^b
Perímetro de la cabeza, µm	27,65 ± 0,04 ^a	26,33 ± 0,04 ^b

Letras variadas (a, b) en cada fila indica diferencias significativas (P<0,001).

Tabla 2. Características Biométricas de los espermatozoides de verraco según subpoblación

Parámetro (LSMEANS±EE)	Subpoblaciones espermáticas	
	SP ₁	SP ₂
Longitud de la cabeza, µm	8,65 ± 0,41 ^b	9,10 ± 0,41 ^a
Ancho de la cabeza, µm	4,28 ± 0,243 ^b	4,55 ± 0,27 ^a
Área de la cabeza µm ²	31,69 ± 1,89 ^b	35,33 ± 1,88 ^a
Perímetro de la cabeza, µm	26,37 ± 1,9 ^b	28,85 ± 2,1 ^a
Grupo A, % (nº espermatozoides)	58,39 (1593) ^a	41,61 (1135) ^b
Grupo B, % (nº espermatozoides)	79,22 (934) ^a	20,78 (245) ^b
Diferencia Grupo A – Grupo B, %	- 20,83	+ 20,83

Letras variadas (a, b) en cada fila indica diferencias significativas (P<0,001).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia (proyectos CC-0858-08/ CC-0045-06).

BIOMETRY OF SPERM HEAD IN DOMESTIC PIG ACCORDING THEIR AGE

ABSTRACT: Assisted Sperm Morphometry Analysis (ASMA) was used to determine the sperm head biometry (SHB) of 20 Daland domestic boars classified by age, and then the data set clustered in sperm subpopulations (SP). The boar age was classified in 2 categories, A: under 18 months old and B: over 18 months old. The SHB (Length, µm/ Width, µm/, Area, µm²/ and Perimeter, µm) were analyzed in slides stained with Hemacolor® by the Sperm-Class Analyser®. Spermatozoa collected from older boar (A) had head length larger than younger boar (B), however, the width, area, and perimeter were smaller in older boar than younger boar. Two SP were clustered to ratify the differences between A and B categories. The mean values of each SHB among the SP were significantly different (P<0.001). Thus, the percentage of representation of the SP that includes those spermatozoa whose dimensions are the largest decreased from 41.61 in boars under 18 months old to 20.78% in boars over 18 months old. Whereas, the percent of representation of the SP containing the smallest spermatozoa increased from 58.39% in boars under 18 months old to 79.22% in pigs over 18 months old.

Keywords: Boar, sperm, biometry, subpopulations.

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE COLESTEROL AL SEMEN DE VERRACO Y EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO A 16°C SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN CONGELADO

Blanch¹, E., Tomás¹, C., Mocé², ML., Viudes de Castro¹, MP., Vicente³, JS., Mocé^{1α}, E.
¹CITA-IVIA, Segorbe (Castellón), España. ²UCH-San Pablo CEU, Moncada (Valencia), España. ³ICTA-UPV, Valencia, España.
^αE-mail: moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

Los espermatozoides de verraco son especialmente sensibles a los fenómenos asociados con los procedimientos de congelación (Polge, 1956). Esta sensibilidad es debida, en parte, al bajo ratio colesterol:fosfolípidos que presentan en su membrana (Darin-Bennet y White, 1977). En otras especies con bajo ratio colesterol:fosfolípidos (toros, moruecos, caballos, burros y machos cabríos) se ha observado que la supervivencia de los espermatozoides al proceso de criopreservación mejora cuando son tratados con ciclodextrinas saturadas de colesterol (Combes et al., 2000; Purdy y Graham, 2004; Morrier et al., 2004; Barrera-Compean et al., 2005; Alvarez et al., 2006).

El protocolo de congelación más utilizado para los espermatozoides de verraco es el descrito por Westendorf et al. (1975), en el que los espermatozoides son incubados o equilibrados durante 3h a 16°C con su plasma seminal previamente a la congelación. Se ha observado que el periodo de incubación con plasma seminal confiere a los espermatozoides resistencia al "cold-shock" (Pursel et al., 1972, 1973; Tamuli y Watson, 1994), pudiendo llegar a incubarlos durante 24h sin que ello repercuta negativamente sobre la calidad espermática pre y post-congelación (Guthrie y Welch, 2005). Este largo periodo de incubación o equilibrado permitiría un traslado del semen desde el punto de recolección hasta un laboratorio de congelación relativamente lejano.

Los objetivos de este trabajo son determinar si el tratamiento de los espermatozoides de verraco con ciclodextrinas saturadas de colesterol previamente a la congelación mejora su supervivencia a la criopreservación y determinar si el periodo de equilibrado de los espermatozoides con plasma seminal tiene influencia en los resultados obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron las fracciones ricas de 15 eyaculados recolectados mediante masaje manual procedentes de 9 verracos de raza Pietrain. Se diluyeron 1:1 con solución BTS a 37°C. El protocolo de congelación utilizado fue el descrito por Westendorf et al. (1975) y modificado por Gadea et al. (2005). El semen fue atemperado hasta 22°C durante 1-3 h. Se determinó la motilidad, concentración y volumen. Las ciclodextrinas saturadas de colesterol (CLC) se prepararon según la técnica descrita por Purdy y Graham (2004). Todas las muestras CLC se trataron con 1,5 mg de metil-β-ciclodextrina saturada de colesterol/120 x 10⁶ espermatozoides.

El semen fue dividido en 2 grupos de muestras: A y B. El grupo A estaba formado por 2 muestras, una tratada con CLC antes del periodo de equilibrado (CLC 2h) y otra muestra no tratada (CTRL 2h), ambas sometidas a un periodo equilibrado (PE) de 2h. El grupo B estaba formado por 3 alícuotas, una tratada con CLC antes del PE (CLC 24h A), otra tratada con CLC después del PE y antes de la centrifugación (CLC 24h B) y otra muestra no tratada (CTRL 24h). Las tres alícuotas del grupo B fueron sometidas a un PE de 24h. Al terminar el PE todas las muestras se centrifugaron a 800g durante 10 min a 16°C, se descartó el plasma seminal y el pellet fue resuspendido en medio lactosa-yema de huevo (Westendorf et al., 1975) hasta una concentración de 225 x 10⁶ espermatozoides/mL.

Posteriormente, las muestras fueron enfriadas lentamente hasta 5°C durante 2 h, y después fueron diluidas (2:1; v:v) con diluyente lactosa-yema de huevo con 1,5% de Orvus es Paste y 9% de glicerol hasta una concentración final de 150 x 10⁶ espermatozoides/mL y 3% de glicerol. El semen fue congelado en pajuelas de 0,5 mL a 4 cm sobre la superficie del nitrógeno líquido durante 20 min y almacenado en nitrógeno líquido.

La descongelación se realizó en baño de agua a 39°C durante 30 seg. La viabilidad se evaluó siguiendo el protocolo descrito por Purdy y Graham (2004) mediante un citómetro de flujo Coulter Epics XL-MCL (Beckman Coulter Inc., Miami, FL) con un láser argón de 488 nm y tiñendo los espermatozoides con SYBR 14 y yoduro de propidio. La motilidad total y progresiva se evaluó tras un periodo de equilibrado a 39°C durante 10 min, mediante un sistema computerizado de análisis de la movilidad (ISAS versión 1.0.17, Proiser, Valencia, España) diluyendo las muestras hasta 25×10^6 espermatozoides/mL con solución BTS suplementada con 6% BSA. Las observaciones se realizaron en semen fresco y después del PE (motilidad total y progresiva) e inmediatamente tras la descongelación (viabilidad, motilidad total y progresiva). El efecto de la adición de CLC y el periodo de equilibrado (5 niveles) sobre los porcentajes de espermatozoides vivos, móviles totales y móviles progresivos se analizaron mediante un procedimiento MIXED (SAS) con el efecto eyaculado como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la criopreservación se produce una desorganización lipídica en la membrana plasmática del espermatozoide. La presencia de altos niveles de colesterol en membrana reduce este fenómeno (Watson, 1981). Al contrario de lo que se ha observado en otras especies con bajo ratio colesterol:fosfolípidos (Purdy y Graham, 2004; entre otros), ninguno de los tratamientos con CLC mejoró el porcentaje de espermatozoides vivos ni el de móviles totales tras la descongelación (Tabla 1, $P > 0,05$). No obstante, la motilidad progresiva tras finalizar el PE a 16°C mejoró tras el tratamiento con CLC antes de periodo de equilibrado (CTRL=38,86±5,75 vs CLC2h=48,27±5,75 y CLC24h=57,27±5,75, $P < 0,05$, Tabla 1). Sin embargo, este efecto no se mantuvo tras la descongelación (Tabla 1, $P > 0,05$), quizá porque la concentración de CLC ensayada o el momento de adición no fueron los adecuados.

De acuerdo con otros estudios se ha observado que prolongar el PE hasta las 24h no tiene un efecto negativo sobre los resultados post-descongelación (Guthrie y Welch, 2004). Así, no se observaron diferencias significativas entre los dos PE (2h ó 24h) para los parámetros evaluados tras la descongelación en ninguno de los tipos de muestra (CTRL o CLC, $P > 0,05$, Tabla 1). Sin embargo, se observó un porcentaje significativamente mayor de espermatozoides móviles progresivos a 16°C al prolongar el PE hasta 24h en las muestras tratadas con CLC antes del PE ($P < 0,05$, Tabla1). Por otro lado, Eriksson et al. (2001) describieron una mejora en el porcentaje de viabilidad al utilizar un PE de 10h o 20h y un descenso de la motilidad total tras someter a los espermatozoides a un PE de 20h, sin embargo no observaron influencia del PE prolongado sobre la capacidad de penetración de los espermatozoides descongelados.

En conclusión, contrariamente a lo esperado, el tratamiento con colesterol no mejoró la supervivencia de los espermatozoides de verraco tras la congelación. Por otro lado, prolongar el PE hasta 24h parece no afectar a la calidad postdescongelación del semen, aunque en ambos casos sería necesario realizar estudios complementarios sobre la capacidad funcional de los espermatozoides tales como el test de interacción entre gametos o pruebas de fertilidad in vivo y desarrollo embrionario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A.L., Serres, C., Torres, P., Crespo, F., Mateos, E., Gómez-Cuétara, C. 2006. *Anim Reprod Sci* 94:89-91.
- Barrera-Compean, M.H., Purdy, P.H., Dzakuma, J.M., Newton, G.R., Nuti, L.C. 2005. *J Anim Sci Suppl* 83; suppl 1; 153.
- Combes, G.B., Varner, D.D., Schroeder, F., Burghardt, R.C., Blanchard, T.L. 2000. *J Reprod Fertil Suppl* 56:127-132.
- Darin Bennett, A., White, IG. 1977. *Cryobiology* 14:466-470.
- Eriksson, B.M., Vázquez, J.M., Martínez, E.A., Roca, J., Lucas, X., Rodríguez-Martínez, H. 2001. *Theriogenology* 55:1593-1605.

- Gadea, J., Gumbao, D., Matas, C., Romar, R. 2005. J Androl 26:749-756.
- Guthrie, H.D., Welch, G.R. 2005. Theriogenology 63:396-410.
- Morrier, A., Thériault, M., Castonguay, F., Bailey, J. 2004. Proceedings of the Society for the Study of Reproduction Meeting. Vancouver, Canadá. P239 Abstract 636.
- Polge, C. 1956. Vet Rec 68:62-76.
- Purdy, P.H., Graham, J.K. 2004. Cryobiology 48:36-45.
- Pursel, V.G., Johnson, L.A., Schulman, L.L. 1972. J Anim Sci 35:580-584.
- Pursel, V.G., Johnson, L.A., Schulman, L.L. 1973. J Anim Sci 37:528-531.
- Tamuli, M.K., Watson, P.F. 1994. Vet Rec 135:60-162.
- Watson PF. 1981. Effects of low temperatures on biological membranes. Academic Press, 189-218.
- Westendorf, P., Richter, L., Treu, H. 1975. Dtsch Tierarztl Wochenschr 82:261-267.

Tabla 1. Porcentajes de espermatozoides móviles totales, móviles progresivos y vivos tras ser sometidos a dos fases de incubación a 16°C (2h ó 24h) y tras ser tratados con ciclodextrinas saturadas de colesterol antes o después de terminar la fase de incubación a 16°C (clc A, clc B, respectivamente) o no ser tratados (ctrl). ^{A, B, C} Medias en la misma columna con superíndices no coincidentes, son diferentes (P < 0,05).

	TRAS INCUBACIÓN 16°C		TRAS DESCONGELACIÓN		
	M. Total	M. Progresiva	Viabilidad	M. Total	M. Progresiva
ctrl 2h	72,07 ± 5,6	38,86 ± 5,75 ^C	52,47 ± 2,14	24,07 ± 3,37	20,87 ± 3,14
clc 2h	67,67 ± 5,6	48,27 ± 5,75 ^B	53,62 ± 2,20	21,89 ± 3,41	17,52 ± 3,18
ctrl 24h	68,00 ± 5,6	46,07 ± 5,75 ^{BC}	52,74 ± 2,14	23,87 ± 3,37	20,80 ± 3,14
clc 24h A	70,13 ± 5,6	57,27 ± 5,75 ^A	51,50 ± 2,14	24,13 ± 3,37	20,67 ± 3,14
clc 24h B	64,20 ± 5,6	46,27 ± 5,75 ^{BC}	52,95 ± 2,14	20,67 ± 3,37	17,33 ± 3,14

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por los proyectos AGL 2006-07769 y GV/2007/163 y fondos FEDER.

EFFECT OF CHOLESTEROL ADDITION TO BOAR SPERM MEMBRANES AND LENGTH OF STORAGE AT 16 °C PRIOR TO FREEZING ON SPERM CRYOSURVIVAL

ABSTRACT: Treating sperm with cholesterol-loaded cyclodextrins (CLC) prior to freezing improved sperm cryosurvival in cold shock sensitive species. The resistance of boar sperm to cold shock could be increased by prolonging the holding time at 16°C before cooling. In this study, the effect of cholesterol addition to boar sperm and the effect that holding time (HT) at 16°C have on sperm quality after thawing were investigated. Sperm were frozen with lactose-egg yolk-glycerol extender. Each ejaculate was split in two aliquots with different HT at 16°C: 2h or 24h. The sample with HT of 2h was split in two sub-samples: control and CLC-treated before the HT. The sample with HT of 24h was split in three sub-samples: control, CLC-treated before HT 24h and CLC-treated 15 min before centrifugation. Treatment with CLC did not improve boar sperm quality after thawing. On the other hand, prolonging holding time at 16°C from 2h to 24h did not affect freezing results. However, these data are not conclusive and it would be necessary to check fertility and embryonic development in the future.

Keywords: boar sperm, cryopreservation, clc

EVALUACIÓN DE LA MOTILIDAD DURANTE EL PROCESO DE CRIOCONSERVACIÓN TRAS LA ADICIÓN O ELIMINACIÓN DE COLESTEROL DE LAS MEMBRANAS PLASMÁTICAS DE ESPERMATOZOIDES DE VERRACO

Tomás, C., Blanch, E., y Mocé, E¹.

¹ CITA-IVIA. Polígono de la Esperanza N° 100. Apartado de correos 187. 12400- Segorbe (Castellón). España. E-mail: moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de crioconservación, los espermatozoides sufren modificaciones que provocan una disminución de su calidad y, en consecuencia, una alteración de su funcionalidad (Holt, 2000). Estos cambios tienen lugar principalmente a nivel de la membrana plasmática, donde los fosfolípidos sufren un cambio de estado de líquido a gel, formando agregados lipídicos que dejan espacios a través de los cuales se facilita el paso de sustancias y se produce una redistribución de proteínas (Amann, 1999).

Las especies más resistentes al "cold shock" presentan un mayor ratio de colesterol: fosfolípidos en su membrana (Darin-Bennett y White, 1977). Además, los espermatozoides descongelados se encuentran en un estado muy similar a los espermatozoides capacitados en medios *in vitro*, donde se observa una pérdida de colesterol de la membrana plasmática, probablemente como mecanismo o señal de desencadenamiento de todo el proceso de capacitación y finalmente de la reacción acrosómica (Travis y Kopf, 2002).

A priori, si aumentase la cantidad de colesterol en las membranas plasmáticas de los espermatozoides antes de la congelación, éstos deberían ser más resistentes al descenso de temperatura y presentar mejores características post- descongelación. El colesterol puede añadirse a las membranas por medio de ciclodextrinas, que son capaces de transferirlo cuando han sido saturadas previamente de colesterol (Christian et al., 1997).

La adición de colesterol a las membranas de distintas especies con bajo ratio colesterol: fosfolípidos (toros, caballos, burros, moruecos y machos cabríos) previamente a la congelación mejora la calidad de los espermatozoides crioconservados (Combes et al., 2000; Morrier et al., 2004; Purdy y Graham, 2004; Barrera-Compean et al., 2005; Moore et al., 2005; Álvarez et al., 2006; Mocé y Graham, 2006; Torres et al., 2006; Tomás et al., 2008). Sin embargo, los resultados publicados en porcino son contradictorios (Zeng y Terada, 2000; 2001a; 2001b; Galantino-Homer et al., 2006). El objetivo de este estudio es evaluar la motilidad de los espermatozoides durante el proceso de crioconservación y si la adición de colesterol a la membrana plasmática de los espermatozoides puede mejorar su motilidad pre y post-descongelación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los reactivos utilizados fueron adquiridos de Sigma-Aldrich (Madrid, España). En este estudio se han utilizado un total de 10 eyaculados recuperados de 4 verracos de raza Pietrain. La fracción rica de los eyaculados fue recuperada de forma manual y diluida 1:1 en una solución comercial de Beltsville Thawing Solution (BTS; Minitüb, Alemania). Las muestras se mantuvieron a 22 °C hasta su tratamiento. Para este trabajo se utilizó la Methyl- β -ciclodextrina (MBCD) saturada previamente de colesterol (CLC) según el protocolo descrito por Purdy y Graham (2004) y se preparó una solución de trabajo (50 mg/mL) en BTS. Cada eyaculado fue dividido en tres alícuotas: control (C; no tratado), control negativo (N-1; tratado con 1 mg de MBCD/120 x 10⁶ de espermatozoides) y tratado con CLC (CLC-1; tratado con 1 mg de CLC/120 x 10⁶ de espermatozoides).

Tras la incubación durante 15 min a 22 °C con MBCD o CLC, las muestras fueron enfriadas hasta 16 °C durante dos horas y a continuación fueron crioconservadas según el método desarrollado por Westendorf et al. (1975). Una vez a 16 °C las muestras fueron centrifugadas (16°C, 800 g, 10 min), el sobrenadante eliminado y el pellet resuspendido en un medio de Lactosa-yema de huevo [LEY; 80% (v:v) de β -lactosa y 20% de yema de huevo] a una concentración final de 225 x 10⁶ de espermatozoides/mL. A continuación, fueron enfriadas hasta 5 °C durante 2 h y diluidas (2:1; v:v) en un medio de LEY-Glicerol-

Orvus Es Paste [LEYGO; 89.5% de LEY + 9% de glicerol + 1.5% de Equex STM (Nova Chemical Sales Inc., Scituate, MA, USA)] a una concentración final de 150×10^6 de espermatozoides/mL y 3% glycerol. Tras 15 min de equilibrado con el medio LEYGO, las muestras fueron envasadas en pajuelas de 0.5 mL (French Straws; Minitüb, Alemania) y congeladas a 4 cm sobre vapor de nitrógeno líquido durante 20 min en una caja de poliestireno expandido, antes de ser sumergidas en nitrógeno líquido.

Se tomaron alícuotas en 6 pasos del proceso para estudiar la evolución de la motilidad: 1) tras el tratamiento con MBCD o CLC; 2) después de la fase de enfriamiento hasta 16 °C; 3) tras la centrifugación; 4) después de la fase de enfriamiento hasta 5 °C; 5) transcurridos los 15 min de equilibrado con el medio LEYGO; 6) tras la descongelación (en un baño de agua a 37 °C durante 30 s). Las muestras fueron diluidas hasta una concentración de 25×10^6 espermatozoides/mL en BTS-BSA (6 mg/mL) se incubaron durante 10 min a 37 °C y se analizó la motilidad mediante un sistema CASA (Computer-Assisted Sperm Analysis System; ISAS version 1.0.17, Proiser; Valencia, España). Para cada análisis se depositaron 5 μ L de la muestra sobre una cámara Makler (Sefi Medical Instruments, Haifa, Israel) atemperada a 39 °C y se analizaron un mínimo de 200 células. Sólo el porcentaje de espermatozoides móviles totales (% MT) y móviles progresivos (% MP) fueron considerados en los resultados.

Los datos fueron analizados por un procedimiento MIXED (The SAS System for Windows 9.0) incluyendo la variable macho como efecto aleatorio y el tratamiento y momento del proceso de congelación como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo (Figura 1) demuestran que la motilidad de los espermatozoides durante el proceso de criopreservación se mantiene constante ($P > 0,05$) hasta antes de la congelación (87-93 % MT y 71-78 % MP). Pero tras la descongelación se observa un descenso significativo (54-62 % MT y 50-56 % MP; $P < 0,0001$) de la motilidad, independientemente del tratamiento recibido. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cremades et al. 2005, donde las motilidades se mantuvieron constantes tanto en la fase de descenso a 17 °C como en la de descenso a 5 °C, pero disminuyeron de forma brusca tras la descongelación. En porcino Zeng y Terada (2000) obtuvieron mejores motilidades tras la descongelación en espermatozoides tratados previamente con ciclodextrinas sin saturar de colesterol (33 % vs. 57 %). Estas diferencias con respecto a nuestros resultados pueden ser debidas a diferencias en la concentración de yema de huevo utilizada (2 % vs. 20 %), ya que el efecto crioprotector de la yema de huevo podría enmascarar el efecto positivo o negativo de la adición o eliminación de colesterol de las membranas plasmáticas previamente a la congelación en nuestro trabajo.

En conclusión, la adición (CLC-1) o eliminación de colesterol (N-1) de la membrana plasmática, previamente a la congelación no mejora el porcentaje de espermatozoides móviles ni tras el descenso de temperatura a 5 °C (fase 4), ni tras la descongelación (fase 6), y por lo tanto no parece mejorar la calidad de los espermatozoides tras la descongelación. Sin embargo, son necesarias más pruebas para valorar la funcionalidad de estos espermatozoides y su capacidad fecundante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. L., Serres, C., Torres, P., Crespo, F^a, Mateos, E., Gómez-Cuétara, C. 2006. *Anim Reprod Sci.* 94: 89-91.
- Amman, R. P. 1999. *Encyclopedia of Reproduction* 1: 773-783.
- Barrera-Compean, M. H.. 2005. *J Anim Sci Suppl.* 1: 153
- Combes, G.B., Varner, D. D., Schroeder, E., Burghardt, R.C., Blanchard, T. L. 2000. *J Reprod Fertil Suppl.* 56: 127-132.
- Christian, A. E., Haynes M. P., Phillips, M. C., Rothblat, G. H. 1997. *J Lipid Res.* 38: 2264-2272.
- Cremades, T., Roca, J., Rodríguez-Martínez, H., Abaigar, T., Vázquez, J. M., Martínez, E. 2005. *J Androl.* 26: 610-618
- Darin-Bennett, A., White, I. G. 1977. *Cryobiology* 14: 466-470.
- Galantino-Homer, H. L., Zeng, W. X., Megee S. O., Dallmeyer, M., Voelkl, D., Dobrinski, I. 2006. *Mol Reprod Dev.* 73: 638-650.
- Holt, W. V. 2000. *Anim Reprod Sci.* 62: 3-

22. • Mocé, E., Graham, J. K. 2006. *J Anim Sci.* 84: 826-833. • Moore, A. I., Squires, E. L., Graham, J. K. 2005. *Cryobiology* 51: 241-249. • Morrier, A., Thériault, M., Castonguay, F., Bailey, J. 2004. *Proceedings of the Society for the study of reproduction meeting. Vancouver, Canadá.* P 239 Abstract 636. • Purdy, P. H., Graham, J. K. 2004. *Cryobiology* 48: 36-45. • Tomás, C., Blanch, E., Mocé, E. 2008. *Reprod Domest Anim.* 43: 53-53. • Torres, P., Serres, C., Gómez-Cuétara, C., Santiago, I., Mateos, E., Álvarez, A. L. 2006. • Travis, A. J., Kopf, G. S. 2002. *J Clin Invest.* 110: 731-736. *Anim Reprod Sci.* 94: 148-151. • Westendorf, P., Richter, L., Treu, H. 1975. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 82:261-267. • Zeng, W., Terada, T. 2000. *Reprod fertil dev.* 12: 223-228. • Zeng, W., Terada, T. 2001a. *Theriogenology* 55: 615-627. • Zeng, W., Terada, T. 2001b. *J Androl.* 22: 111-118.

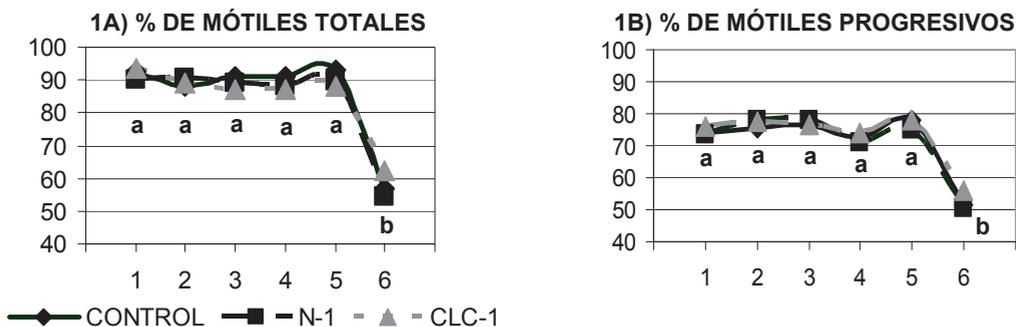


Figura 1: Evolución del % de espermatozoides móviles totales (1A) y % de espermatozoides móviles progresivos (1B) durante el proceso de crioconservación: 1) tras el tratamiento con MBCD o CLC; 2) después de la fase de enfriamiento hasta 16 °C; 3) tras la centrifugación; 4) después de la fase de enfriamiento hasta 5 °C; 5) transcurridos los 15 min de equilibrado con el medio LEYGO; 6) tras la descongelación. Los índices a y b indican diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre pasos de la congelación.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por AGL2006-07769/GAN, GV/2007/163 y fondos FEDER.

MOTILITY ANALYSIS DURING CRYOPRESERVATION OF BOAR SPERM ENRICHED IN OR DEPRIVED OF CHOLESTEROL

ABSTRACT: During cryopreservation spermatozoa suffer changes in their plasmatic membrane which cause a decrease in sperm quality and finally in their fertilizing ability. There are differences between species in their sperm cryoresistance. This is partly due to differences in plasma membrane composition, sperm from species cold-shock resistant present higher ratio cholesterol: phospholipids. In addition, after thawing sperm are in a state similar to capacitation, in which cholesterol is lost from the membrane. Increasing the cholesterol content of sperm plasma membrane could protect sperm during cryopreservation. The cholesterol can be added to plasmatic membrane by means of cholesterol-loaded cyclodextrin (CLC). With this technique, sperm cryosurvival increased in many domestic species, although results reported for boar sperm are contradictory. The objective in this study is to evaluate the motility during the cryopreservation process in boar sperm enriched in or deprived of cholesterol. The percentage of total motile spermatozoa (% TMS) and rapid progressive spermatozoa (% RPS) remained high until the equilibration with glycerol (87-93 % TMS; 71-78 % RPS) for all treatments. However, motility abruptly decreased after thawing (54-62 % TMS; 50-56 % RPS; $P < 0.0001$), regardless of the treatment. In conclusion, neither cholesterol addition nor deprivation improves boar sperm quality after cryopreservation.

Keywords: Sperm, cryopreservation, methyl-β-cyclodextrin, motility

ENTRADA DE CALCIO EN ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS PORCINOS CAPACITADOS IN VITRO

C. Matás, M. Sansegundo, N.T. Atucha¹, L. Vieira, K. Avilés-López y S. Ruiz
Dpto. Fisiología (Facultad de Veterinaria. ¹Facultad de Medicina).
Universidad de Murcia. E-mail: cmatas@um.es <http://www.um.es/grupo-fisiovet>

INTRODUCCIÓN

Entre los sistemas de capacitación *in vitro* se encuentran los lavados espermáticos en distintos gradientes para seleccionar los espermatozoides de mayor calidad, la centrifugación para eliminar restos de plasma seminal, o la preincubación en el medio de FIV (Matás et al., 2003). Otros estudios realizados para optimizar la FIV se han basado en el uso de espermatozoides de distinto origen (epididimarios y eyaculados) y con distintos sistemas de conservación (frescos, refrigerados y congelados) (Rath y Niemann, 1997). Según algunos investigadores, los espermatozoides de epidídimo son más fáciles de capacitar que los eyaculados al no haber estado expuestos a los factores “decapitantes” del plasma seminal. Sin embargo, otros autores consideran que este hecho no es importante si, previo a la FIV, se elimina el plasma seminal (Yanagimachi, 1994). Estudios recientes sugieren que estos factores modulan el estado de capacitación espermática; sin embargo, sus efectos en la funcionalidad espermática, no están del todo claros debido a la alta variabilidad de la composición del plasma seminal entre especies, entre machos de la misma especie y entre eyaculados del mismo macho (Zhu et al., 2000).

De todos los mecanismos de señalización intracelular, el mejor estudiado es la movilización de Ca^{2+} . Esta vía consiste en aumentos transitorios de la concentración de calcio citosólico [Ca^{2+}] producidos por numerosos mensajeros intercelulares (señales de Ca^{2+}). La acción del Ca^{2+} sobre enzimas efectoras involucradas en la señal de transducción espermática (adenilato ciclasa, fosfodiesterasas nucleótido cíclicas) sugieren que este catión va a jugar un papel importante en la capacitación (Dragileva et al., 1999; Ho y Suarez, 2001). Muchos autores han mostrado la importancia del Ca^{2+} en la funcionalidad espermática (DasGupta et al., 1993; Fraser et al., 1995) y en la fosforilación de la tirosina de proteínas espermáticas (Visconti et al., 1995).

El objetivo de este trabajo fue determinar si las señales de Ca^{2+} en los espermatozoides epididimarios porcinos se encuentran afectadas por el procesado espermático previo a la FIV y/o por factores individuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los espermatozoides procedían de cola de epidídimo de testículos de 7 verracos sacrificados en matadero. El transporte al laboratorio se realizó en recipiente isoterma en 1 h desde el sacrificio. Los testículos fueron lavados en solución salina atemperada procediéndose a la disección de la cola del epidídimo. Con una aguja (21G) en una jeringuilla de 5 ml se canalizó el conducto y se procedió a la introducción de aire para la obtención de los espermatozoides. Seguidamente se realizó una dilución 1:5 en PBS para su procesado. La vitalidad espermática se evaluó antes del inicio de cada experiencia siendo siempre superior al 95%.

Procesado de los espermatozoides para inducir la capacitación.

Las muestras espermáticas se procesaron según se describe a continuación:

- 1.- Espermatozoides no tratados (**NL**).
- 2.- Espermatozoides lavados en PBS (**PBS-BSA**), sometidos a 3 centrifugaciones (900 g x 10 min) y resuspendidos en PBS con 0.3% de BSA (fracción V, A-9647).

3.- Espermatozoides lavados en gradiente de Percoll® (**Percoll**). Las muestras espermáticas, se depositaron sobre columna de Percoll® de doble banda (45/70) y se centrifugaron (700 g x 30 min) a Tª ambiente.

En los tres casos se ajustó la concentración a 300x10⁶ esp/ml en PBS.

Determinación de la entrada de Ca²⁺ al espermatozoide por espectrofluorimetría.

Los espermatozoides se incubaron con Fura-2AM (2.5 µM) en PBS (45 min, 37°C). El Fura-2AM extracelular que no había ingresado en la célula se eliminó mediante centrifugación (700 g x 5 min). El *pellet* se resuspendió en PBS ajustando la concentración a 3 x 10⁶ esp/ml y se incubó durante 15 min, 37°C en ausencia de luz. Los espermatozoides se centrifugaron de nuevo (700 g x 5 min) y se resuspendieron en el medio capacitante TALP; la muestra se depositó en espectrofluorímetro (60 min) para la cuantificación de la fluorescencia (Sansegundo, 2008) y la posterior determinación de la concentración de Ca²⁺ (Gryniewicz et al., 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento de la [(Ca²⁺)_i] se vio afectado por el tratamiento y por el macho utilizado (p<0.001). Además, también hubo interacción del tratamiento x macho (p<0.001). La [(Ca²⁺)_i] (nM) en el grupo NL y Percoll fueron similares (116.77±3.49 y 121.67±3.53, respectivamente) siendo el grupo PBS-BSA el que presentó los niveles más bajos (83.49±3.55). Sin embargo, hubo dos machos en los que los valores de Ca²⁺ en el grupo PBS fueron más elevados que en los otros dos grupos. En estudios previos hemos demostrado que los niveles de Ca²⁺ en espermatozoides eyaculados sin lavar son similares a los epididimarios (lavados o no) y que los lavados en PBS-BSA o en Percoll son 10 veces superiores a los epididimarios (Sansegundo, 2008). Este hecho se puede atribuir a la presencia de ciertas proteínas de las glándulas accesorias que se unen al espermatozoide y facilitan la entrada de Ca²⁺ y otras proteínas que la inhiben y que serían eliminadas en su mayor parte mediante los lavados (Lusignan et al., 2007).

No obstante, al no estar presente esta secreción en los espermatozoides de epidídimo, no esperábamos que el tratamiento afectara a la cinética del Ca²⁺ tal y como ocurrió para los grupos NL y Percoll aunque nos sorprendió el resultado en el grupo PBS-BSA. Los motivos exactos que puedan explicar estos resultados no son conocidos, aunque podemos hipotetizar que la BSA en espermatozoides epididimarios modula la fluidez de la membrana de forma diferente a los eyaculados puesto que la composición proteica de la membrana de espermatozoides eyaculados y epididimarios es diferente y posiblemente se vea interferida de alguna manera la apertura de los canales de Ca²⁺. Por ello creemos necesaria la realización de más estudios que nos ayuden a comprender el efecto de la BSA sobre la membrana del espermatozoide epididimario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DasGupta S, Mills CL, Fraser LR. J Reprod Fertil. 99: 135-143. 1993.
- Dragileva E, Rubinstein S, Breitbart H. Biol Reprod. 61: 1226-34. 1999.
- Fraser LR, Abeydeera LR, Niwa K. Mol Reprod Dev. 40: 233-41. 1995.
- Gryniewicz G, Poenie M, Tsien RY. J Biol Chem. 260: 3440-50. 1985.
- Ho HC, Suarez SS. Biol Reprod. 65: 1606-15. 2001.
- Lusignan MF, Bergeron A, Crête MH, Lazure C, Manjunath P. Biol Reprod. 76: 424-32. 2007.
- Matás C, Coy P, Romar R, Marco M, Gadea J, Ruiz S. Reproduction. 125: 133-41. 2003.
- Rath D, Niemann H. Theriogenology. 47: 785-93. 1997.

- Sansegundo M. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 2008.
- Visconti PE, Bailey JL, Moore GD, Pan D, Olds-Clarke P, Kopf GS et al. Development. 121: 1129-1137. 1995.
- Yanagimachi R. The Physiology of Reproduction. Knobil E, Neill JD (eds.) pp. 189-317. 1994.
- Zhu J, Xu X, Cosgrove JR, Foxcroft GR. Theriogenology. 54: 1443-1452. 2000.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por AGL 2006-03-495 y por Fundación Séneca 08752/PI/08.

CALCIUM UPTAKE IN PORCINE EPIDIDYMAL SPERMATOZOA CAPACITATED IN VITRO

ABSTRACT: Recent studies suggest that decapacitation factors of seminal plasma could modulate sperm capacitation. Nevertheless, its effects in spermatid functionality are not completely clear due to the high variability of the composition of seminal plasma. Some enzymes involved in sperm transduction suggest that Ca^{2+} plays an important role in sperm capacitation. The aim of this work was to determine if Ca^{2+} signs in porcine epididymal sperm are affected by sperm process before IVF and/or by individual factors. Sperm samples were obtained of 7 epididymus boar, divided in 3 groups: 1. Not washed. 2. Washed in PBS. 3. Washed in Percoll's gradient. Samples were settled in spectrofluorimeter for $[(Ca^{2+})_i]$ determination. $[(Ca^{2+})_i]$ increase was affected by treatment and boar and there was interaction treatment x boar ($p < 0.001$). $[(Ca^{2+})_i]$ (nM) in groups 1, 3 were similar (116.77 ± 3.49 & 121.67 ± 3.53). Group 2 presented lowest levels (83.49 ± 3.55). Nevertheless, $[(Ca^{2+})_i]$ values in PBS group for 2 boars were higher than groups 1,3. Some sexual glands proteins could facilitate Ca^{2+} intake and others that disable them and that would be eliminated by washing. BSA in epididymal sperm could modulate fluency of membranes in different ways from ejaculated sperm and interfered the opening of Ca^{2+} channels.

Keywords: Calcium, epididymus, sperm, porcine

INMUNOLocalización DE LAS MOLÉCULAS DE ADN EXÓGENO EN LOS ESPERMATOZOIDES PORCINOS SOMETIDOS A DIFERENTES TRATAMIENTOS

F García-Vázquez, D Gumbao, ¹A Gutiérrez-Adán y J Gadea

Dept. Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.

¹Dept. Reproducción Animal, INIA, Madrid. E-mail: fagarcia@um.es.

<http://www.um.es/grupo-fisiovet>

INTRODUCCIÓN

La transgénesis ha sido uno de los más recientes e importantes avances en la biotecnología animal, existiendo aplicaciones en diversas áreas tales como la investigación biológica, biomédica, genética (genes implicados en el cáncer, regulación del sistema inmunológico, control del crecimiento), agropecuaria (mejora de la producción, resistencia a enfermedades), modelos animales como donadores de órganos, etc. Bracket et al. (1971) fueron los primeros en demostrar que los espermatozoides de los mamíferos tienen la habilidad intrínseca de unirse a ADN exógeno. En 1989, Lavitrano et al. usando el ratón como modelo, publican que la capacidad de los espermatozoides de unirse a ADN podría ser usada para introducir ADN exógeno en los ovocitos durante la fecundación para conseguir producir animales transgénicos. Esta publicación generó un gran interés en la comunidad científica porque “la transferencia de ADN por los espermatozoides” era un proceso simple y de bajo coste. Sin embargo, las dificultades en la reproducibilidad y la baja eficiencia en la integración de los transgenes en el genoma del animal, provocó una considerable controversia durante numerosos años (Brinster et al. 1989). No obstante, numerosos trabajos han sido publicados en los últimos años confirmando que los espermatozoides de numerosas especies, incluidas las de granja, y peces, pueden ser usados como vectores para llevar transgenes dentro del genoma del animal (Smith y Spadafora 2005).

El propósito de esta experiencia fue en primer lugar identificar el porcentaje de unión y en qué lugar específico del espermatozoide se une el transgén. Para ello, el ADN utilizado había sido marcado previamente con digoxigenina (DIG), para posteriormente ser detectado con el uso de anticuerpos anti-DIG. Y en segundo lugar se estudió que efecto presentaban diferentes grados de alteración de las membranas espermáticas (intactos, espermatozoides sometidos a un proceso de congelación rápida y criopreservados) sobre la localización del transgén en el espermatozoide.

MATERIAL Y MÉTODOS

Preparación espermatozoides: Se ajustó la concentración de la suspensión espermática a 10^8 células espermáticas/ml a los que se le añadió 5 μ g del ADN exógeno/ml. El gen utilizado fue eGFP marcado con digoxigenina. Los tratamientos espermáticos llevados a cabo fueron los siguientes:

- **Semen fresco con membranas en su mayoría intactas (In):** El semen fue preparado por el método descrito por Lavitrano *et al.* (2003). Tras la recogida de la fracción rica del eyaculado y la dilución del semen 1:1 en medio SFM sin BSA, fue trasladado al laboratorio a 37° C. Posteriormente, se diluyó de nuevo en medio SFM (37° C) en una proporción de 1:10, y se centrifugó dos veces a 800g durante 10 min a 25° C. Se eliminó el sobrenadante y se resuspendió en SFM con BSA.

- **Congelación de espermatozoides (C-D):** Las pajuelas de semen porcino de 0.5 ml fueron descongeladas en un baño a 52° C durante 12 segundos, y resuspendidas en SFM (atemperado a 37° C, ratio 1:5). Se lavó la muestra dos veces mediante centrifugación 10 min (800g y 25° C) para eliminar el medio de congelación y los restos celulares. Finalmente, el pellet fue resuspendido en medio SFM.

- **Rotura de las membranas por congelación/descongelación rápida (CR):** los espermatozoides intactos se sometieron a un proceso de congelación rápida sumergiendo las muestras en nitrógeno líquido durante 20 seg, seguido de una inmediata descongelación por inmersión en un baño de agua atemperada a 37° C. Este proceso se repitió 3 veces.

Inmunocitoquímica: El ensayo con peroxidasa consistió en el uso de un anticuerpo frente al antígeno digoxigenina (DIG) marcado con la enzima HRP (antidigoxigenin-POD, *Roche*[®]) que en presencia de un agente oxidante como el peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) genera una señal de coloración marrón. En primer lugar los espermatozoides fueron incubados con el plásmido marcado con DIG. Se realizaron extensiones con los espermatozoides que fueron secadas al aire. Para el bloqueo de la actividad peroxidasa celular endógena, se preparó una solución de 1 ml de H_2O_2 en 100 ml de PBS. Previamente a la incubación con el anticuerpo se sumergieron los portaobjetos en PBS al 1% de BSA durante 15 min con el fin de evitar posibles uniones inespecíficas del anticuerpo. A continuación, una vez realizado el bloqueo, las muestras se incubaron haciendo uso de una cámara húmeda a temperatura ambiente, con el anticuerpo antiDIG-HRP diluido previamente 1:100 en PBS-1% BSA, durante 1 h. Una vez finalizado el tiempo de incubación procedimos al revelado de la HRP mediante el empleo de una solución que contenía: 90 μ l Diaminobencidina (DAB), 100 ml de PBS y 100-200 μ l de H_2O_2 . Para realizar el revelado las muestras se mantuvieron en la solución de revelado por un periodo de 30 min. La valoración de los espermatozoides se realizó empleando el microscopio óptico de contraste de fases (*Leica*[®] modelo DM LS) bajo objetivo de inmersión (100X).

Se realizaron 3 replicados de espermatozoides intactos, para espermatozoides congelados-descongelados 7 replicados y 3 para congelación rápida, además del control (espermatozoides no incubados con ADN y sometidos al mismo proceso de preparación que los demás grupos). Una vez marcados los espermatozoides, estos se clasificaron según la localización del ADN: 1) ADN en región acrosomal, 2) ADN en región post-acrosomal, 3) ADN en región acrosomal y post-acrosomal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espermatozoides sin ninguna alteración de sus membranas (In) se unen en menor proporción al ADN que los espermatozoides sometidos a un proceso de C-D y a su vez menos que los espermatozoides con alteraciones de sus membranas por CR (51.08 \pm 6.79% vs. 71.47 \pm 4.44% vs. 82.33 \pm 5.74%, $p < 0.01$, respectivamente) (Tabla 1). En relación al patrón de unión hemos expresando en la Tabla 1 el porcentaje de unión al ADN en su totalidad, seguido de la manera proporcional en la que se produce la unión en cada una de las zonas (de este modo el porcentaje de unión a los acrosomas, sumado a la unión en la región post-acrosomal y al de unión a toda la cabeza espermática suma el 100%). La localización del transgén predomina en la región post-acrosomal, que se mantiene en valores similares sin ninguna diferencia significativa para los tres grupos experimentales (61.93 \pm 5.23 vs. 63.04 \pm 3.72 vs. 45.16 \pm 7.71, $p = 0.06$). No obstante, en los espermatozoides sometidos a un proceso de CR hay un mayor porcentaje de unión en el acrosoma (acrosomas + ambas) (51.89 \pm 7.24 + 2.94 \pm 0.87) que en los otros dos grupos restantes (In: 27.03 \pm 5.31 + 11.03 \pm 3.06; C-D: 30.10 \pm 3.17 + 6.85 \pm 1.73 (Tabla 1). Observamos que en la mayoría de los espermatozoides que tenían los acrosomas dañados (sobre todo por procesos de congelación), la tinción se encontraba localizada concretamente en el contenido acrosomal.

En general, y para todos los procesos espermáticos, la localización del ADN exógeno tiene lugar principalmente en la región post-acrosomal, tal y como han descrito previamente otros autores (Gandolfi et al. 1996). Cuando se usa el proceso de CR de los espermatozoides, hay una mayor tendencia de unión a la región acrosomal. Estos resultados están en concordancia con los descritos por Perry et al. (1999), quienes analizan mediante microscopía electrónica los espermatozoides de ratón con las membranas alteradas en diferentes grados (Tritón X-100, congelación rápida, congelación-secado), observando que con estos tratamientos el lugar donde se producía mayor alteración en el espermatozoide era la región acrosomal, por lo que se deduce que los lugares donde las membranas están permeabilizadas se produce en mayor medida la unión. Además, observamos que cuando realizamos los tratamientos de congelación-descongelación y congelación rápida, la mayoría de los espermatozoides presentan los acrosomas alterados o reaccionados, estando el transgén localizado propiamente en el contenido acrosomal, por lo

que la reacción acrosómica no tiene una influencia negativa en la habilidad de las moléculas de ADN para unirse a los espermatozoides de porcino (Horan et al. 1992).

En conclusión, los espermatozoides con un alto grado de alteración de sus membranas mejoran la interacción con el transgén y cambia el patrón de unión del ADN dependiendo del tratamiento usado, presentando una tendencia de unión a la región post-acrosomal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brackett BG, Boranska W, Sawicki W, Koprowiski H. PNAS 1971, 68:353-57.
- Brinster RL, Sandgren EP, Behringer RR, Palmiter RD. Cell. 1989, 59:239-41.
- Gandolfi F, Terqui M, Modena S, Brevini T, et al. Reprod. Fert. Dev. 1996, 8:1055-60.
- Horan R, Powell R, Gannon F, Houghton JA. Arch Androl 1992, 29:199-206.
- Lavitrano M, Camanioni A, Fazio VM, Dolci S, et al. Cell 1989, 57: 717-23.
- Lavitrano M, Forni M, Bacci ML, Di Stefano C, et al. Mol Reprod Dev 2003, 64:284-91.
- Perry AC, Wakayama T, Kishikawa H, Kasai T, Okabe M, et al. Science 1999, 284:1180-3.
- Smith K, Spadafora C. Bioessays 2005, 27:551-62

Tabla 1. Localización del ADN exógeno, mediante HRP, en espermatozoides sometidos a diferentes grados de permeabilización de sus membranas (intactos, congelación-descongelación, congelación rápida).

Tratamiento espermático	% Unión	Acrosoma	Post-acrosomal	Ambas
Intactos	51.08±6.79 ^a	11.03±3.06 ^a	61.93±5.23	27.03±5.31 ^a
Congelación-descongelación	71.47±4.44 ^b	6.85±1.73 ^{ab}	63.04±3.72	30.10±3.17 ^a
Congelación rápida	82.33±5.74 ^b	2.94±0.87 ^b	45.16±7.71	51.89±7.24 ^b
P	<0.01	0.04	0.06	<0.01

^{a, b} en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por 10BIO2005/01-6463 y AGL2006-03495GAN.

IMMUNOLOCATION OF THE INTERACTION BETWEEN EXOGENOUS DNA AND SPERMATOZOA UNDER DIFFERENT TREATMENTS

ABSTRACT: Sperm mediated DNA transfer can be used to transfer exogenous DNA into the oocyte for the production of transgenic animals. The main objective of this study was to compare the degree of binding and localization of exogenous DNA in boar sperm under different degrees of permeabilisation of their membranes, whether intact sperm or cryopreservation or structural alteration of sperm membranes through repeated process of freezing/thawing into liquid nitrogen without cryoprotectants. The results showed that fresh spermatozoa presents the lower percentage of binding to the DNA, and when we observed frozen-thawed or quick frozen spermatozoa, it increases the proportion of DNA bound spermatozoa (51.08 ± 6.79% vs. 71.47 ± vs. 4.44%. 82.33 ± 5.74%, $p < 0.01$, respectively). The binding to the sperm post-acrosomal region predominates in three experimental groups (61.93 ± 5.23 vs. 63.04 ± 3.72 vs. 45.16 ± 7.71, $p = 0.06$). In conclusion, sperm with a higher degree of alteration of their membranes improve the interaction with the transgene and changes the DNA binding pattern depend on treatment used, since it tends to be bound to the post-acrosomal region.

Keywords: spermatozoa, exogenous DNA, SMGT, transgenic pig.

**VALORACIÓN DEL DILUYENTE DE EXTRA-LARGA DURACIÓN DURAGÉN®:
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN CERDAS INSEMINADAS
CON SEMEN DE 1, 12 ó 15 DÍAS**

Gómez-Rincón, C¹., Dahmani, Y¹., García-Tomás, M¹., Mozo-Martín, R¹.,
Jiménez, S²., Berges, AC²., Grandía, J².

1 Dpto. I+D+i Magapor S.L. Martín Blesa, 37, 50600, Ejea Caballeros, Zaragoza.
biotecnologia@magapor.com; 2 Agrotest-Control S.L Zaragoza, Spain

INTRODUCCIÓN

El manejo reproductivo constituye un factor determinante en la rentabilidad de las explotaciones porcinas. La implementación de nuevas técnicas de inseminación artificial junto con el alto grado de tecnificación en los centros de inseminación (CIAS) han contribuido de manera decisiva a la optimización de los resultados reproductivos. Por este motivo, la productividad en la industria porcina es altamente dependiente de la producción y transporte de semen. En este contexto, la elección de un diluyente adecuado resulta fundamental para garantizar la calidad espermática y minimizar los fallos reproductivos (Flowers, 1997).

Tradicionalmente, los diluyentes para la refrigeración de semen de verraco se han clasificado en tres grupos en función de su capacidad para garantizar la supervivencia y calidad espermática a lo largo del tiempo: corta (2-3 días), media (3-5 días) y larga duración (5-7 días). A esta clasificación hay que añadir los nuevos diluyentes de extra-larga duración como Duragen® (Magapor S.L.) que garantizan la viabilidad de las dosis seminales hasta 12 días.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia *in vivo* del diluyente de extra-larga duración Duragen® en la conservación de la capacidad fecundante del semen de verraco tras 1, 12 y 15 días de conservación a 17°C.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en una explotación porcina comercial ubicada en Ejea de los Caballeros (Zaragoza). Se utilizaron un total de 84 cerdas múltiparas (2-5 partos) Landrace x Large White que fueron divididas al azar en 4 grupos de inseminación experimental en función de dos factores: diluyente y tiempo de conservación de las dosis seminales (Tabla 1).

Tabla 1: Diseño experimental

Grupo	Diluyente	Conservación (días)
B1	BTS	1
D1	Duragen	1
D12	Duragen	12
D15	Duragen	15

Las dosis seminales fueron elaboradas a partir de la fracción rica de los eyaculados de 10 animales de raza Pietrain, procedentes de un centro de inseminación comercial (CINSE SL). Únicamente se utilizaron aquellos eyaculados que cumplieron los estándares de calidad del CIA: Motilidad masal =1; Motilidad individual ≥80%; Ausencia de aglutinación; Formas anormales ≤15%. Los eyaculados fueron diluidos en BTS o Duragen® y procesados para la elaboración de dosis heterospérmicas de 3×10^9 espermatozoides / 90 ml. Las dosis fueron conservadas a 17°C conforme al diseño experimental descrito en la Tabla 1.

Todos los animales fueron inseminados según la pauta habitual de la explotación: inseminación cervical con catéter de espuma a 0 y 24 h después de la observación de signos externos de celo (presencia de reflejo de inmovilidad y aumento de la viscosidad del flujo vaginal). Veintiún días después de la inseminación se realizó el diagnóstico de la gestación mediante ecografía, en función del cual se determinó la fertilidad total. Todos los animales fueron sacrificados a los 35 días de gestación. Los genitales fueron procesados individualmente determinándose el número total de embriones presentes los cuernos uterinos.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante regresión logística y análisis de la varianza para determinar el efecto del tratamiento (grupo) sobre las variables fertilidad total y embriones totales respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos obtenidos en el presente trabajo puso de manifiesto un claro efecto del grupo de inseminación sobre las variables fertilidad y embriones totales.

En los grupos B1, D1 y D12 los porcentajes de fertilidad fueron claramente compatibles con la producción en granja (Tabla 2). Incluso, en el grupo de animales inseminados con dosis refrigeradas durante 15 días (D₁₅), la fertilidad superó el 50%.

No se observaron diferencias significativas entre los grupos B₁, D₁ y D₁₂ en el número de embriones totales sin embargo, el almacenamiento de las dosis seminales durante 15 días afectó negativamente a esta variable ($p < 0.005$) (Tabla 2).

Tabla 2: Porcentaje de fertilidad total y Nº de Embriones totales (Media \pm e.e), de acuerdo con el grupo de inseminación. Distinto superíndice en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0,005$).

Grupo	Fertilidad total (%)	Nº embriones totales
B1	100	13,3 \pm 1,17 ^a
D1	100	15,4 \pm 0,88 ^a
D12	76	14,4 \pm 1,14 ^a
D15	53	9,1 \pm 0,85 ^b

El tiempo de conservación de las dosis incrementa los daños estructurales y funcionales del espermatozoide porcino (Glogowski et al., 1998; De Ambrogi et al., 2006; Guthrie y Welch, 2007). En consecuencia, el riesgo de fallo reproductivo aumenta con la edad del semen (Alexopoulos et al., 1996; Lyczynski y Kolat, 1996; Haugan et al., 2005), especialmente a partir del octavo día de conservación (Anil et al., 2004). Los resultados obtenidos en el presente ensayo contrastan con estos datos y ponen de manifiesto que el diluyente Duragen® permite conservar la funcionalidad espermática y obtener resultados reproductivos adecuados hasta 12 días después de la extracción.

Por otro lado, los valores de fertilidad y embriones totales tras 12 días de preservación, fueron superiores a los obtenidos con semen congelado por otros autores (Eriksson et al. 2002). Los resultados reproductivos obtenidos junto a la simplicidad en el procesamiento del eyaculado y el transporte de las dosis, ponen de manifiesto la utilidad de los diluyentes de extra-larga duración para el transporte internacional de dosis seminales.

Finalmente, aunque la mayoría de los expertos aconsejan la elección de un diluyente de larga duración únicamente para momentos puntuales debido a su mayor coste, los resultados obtenidos sugieren que Duragen® podría mejorar los resultados reproductivos obtenidos con BTS a corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexopoulos C, Boscoes C, Saratsis, PH, Saoulidis C, Kyriazakis, S. 1996. *Animal Science*, 62: 599-604.
- Anil SS, Larriestra A, Deen J, Morrison RB, Minion L. 2004. *Theriogenology*. 62 (3-4):425-36.
- De Ambrogi M, Ballester J, Saravia F, Caballero I, Johannisson A, Wallgren M, Andersson M, Rodriguez-Martinez H 2006. *Int J Androl*. 29(5):543-52.
- Eriksson BM, Petersson H, Rodriguez-Martinez H. *Theriogenology*. 58 (6):1065-79.
- Flowers WL. 1997. *J Rep Fert Supp*. 52:67-78.
- Glogowski, J, Demianowicz, W., Piros, B., Ciereszko, A., 1998. *Theriogenology*. 50: 861-872.
- Guthrie, H.D., Welch, G.R., 2007. *Journal of Animal Science* 85:1402-1411.
- Haugan T, Reksen O, Gröhn YT, Gaustad AH, Hofmo PO. 2005. *Theriogenology*. 64(4):891-901.
- Kuster CE, Althouse GC 1999. *Theriogenology* 52:365-376.
- Lyczynski A, Kolat K. 1996. *Reprod Dom Anim* 31:271-272.

EVALUATION OF EXTRA-LONG SEMEN EXTENDER DURAGÉN: REPRODUCTIVE PARAMETERS IN SOWS INSEMINATED WITH SEMEN GIVE 1, 12 ó 15 DAYS

ABSTRACT: The productivity of swine industry is highly dependent on the production and transport of boar semen. For this reason, developing an extender that preserves semen for long time is a major goal in swine reproductive technologies. The present study was performed to evaluate the potential of extra-long term extender Duragen® to keep the fertilization capability of semen after 1, 12 and 15 days of preservation.

The sperm rich fraction of fertile boar ejaculate was collected, evaluated and pooled. Seminal doses of 3 billions spermatozoa in 90 ml were prepared and stored at 17°C before being used for 1, 12 and 15 days for Duragen® and 1 day for BTS extended semen. 84 multiparous sows were randomly divided in four groups according to semen processing: B₁ (control group); D1; D12; D15. Cervical insemination was performed at 0 and 24 hours after the observance of external *estrus* signs. Pregnancy rate (PR) was evaluated 21 days after insemination. The sows were slaughtered at 35 days of pregnancy, their genital tracts were removed and total embryos (TE) were counted.

Pregnancy rate values were clearly compatible with farm production in BTS1; D1 and D12 groups (100%; 100% 75.6%). Even sows inseminated with 15 days preserved doses (D15) showed PR values over 50 %. No significant difference was found in TE between BTS1, D1 and D12 (13.3 ± 1.17 ; 15.4 ± 0.88 ; 14.4 ± 1.14) but semen storage for 15 days clearly decreases this variable ($p < 0.005$) (9.1 ± 0.85).

In summary, Duragen® extra-long semen extender maintained a high degree of sperm fertility for more than 12 days. On the other hand, data suggested that using Duragen® as short term extender may increase the farrowing rate in farm conditions.

Keywords: *boar semen, extender, fertility*

CALIDAD SEMINAL EN GALLO: EFECTO DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN Y DEL DILUYENTE.

García-Tomás, M.¹, Dahmani, Y.¹, Francesch, A.² y Gómez-Rincón, C.¹

¹Dpto. de I+D+i Magapor S.L. Martín Blesa, 37, 50600, Ejea Caballeros, Zaragoza.

biolab@magapor.com. ²Dpto de Genética Avícola del IRTA. Crta. de Reus - El Morell, Km 4,5, 43120, Constante, Tarragona.

INTRODUCCIÓN

El éxito reproductivo es un factor clave para la rentabilidad de la industria ganadera. En el sector del broiler la eficiencia reproductiva se empieza a considerar un factor de coste importante, debido a que la selección por velocidad de crecimiento está produciendo problemas de monta y fertilidad (Bakst and Wishart, 1995). El uso de la inseminación en la industria del broiler permitiría, al igual que en la industria del pavo, mantener unos niveles adecuados de fertilidad. A pesar del progreso obtenido respecto al desarrollo de nuevos diluyentes y los protocolos de conservación, la inseminación artificial se encuentra limitada a los núcleos genéticos debido a los requerimientos de manejo y a la ausencia de un método apropiado para la conservación de semen.

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de 4 diluyentes respecto a la conservación de la calidad seminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este ensayo se utilizaron 20 gallos de la raza “*Empordanesa Roja*”. Los gallos estaban colocados en baterías individuales, alimentados *ad limitum* con una dieta estándar, y sometidos a un fotoperiodo de 16h de luz por día.

La recogida de semen se realizó mediante el método de Burrows y Quinn (1935) en viales individuales mantenidos a 37.5°C para evitar el choque térmico. Los eyaculados que tenían restos de sangre o excrementos fueron desechados. Posteriormente se procedió a hacer un homogenizado con todos los eyaculados. El *pool* resultante se dividió en 5 partes iguales. Una de las partes no se diluyó (Puro) y las restantes fueron diluidas 1:1 con uno de los siguientes diluyentes: MAGAPOR_1®, MAGAPOR_2®, COMERCIAL_0®, COMERCIAL_6®. Los diluyentes fueron atemperados a 37.5°C antes de usarlos.

Cada tratamiento se dividió en 3 réplicas que fueron muestreadas tras la dilución (0h) y después de su conservación en una cámara frigorífica a 4°C, a 6 y 24 horas. De cada réplica se evaluaron las siguientes variables: motilidad masal (MM); porcentaje de espermatozoides viables (PVi), porcentaje de espermatozoides con normalidad morfológica (PNr), porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas de cola (PCo) y porcentaje de espermatozoides con reacción positiva al test HOST (PHOST). La movilidad masal fue evaluada bajo microscopio de campo claro a x100 y de acuerdo con una escala subjetiva entre 0 y 5. La viabilidad, normalidad morfológica y anormalidad de cola se determinaron a partir de una tinción vital eosina-nigrosina (Bamba, 1988), examinando 150 espermatozoides bajo microscopio de campo claro a x1000. El test HOST se realizó mediante una dilución 1:3 de las muestras en una solución hipoosmótica 50 mOsm. Las muestras se incubaron a temperatura ambiente 30 minutos y se realizó una extensión con nigrosina-eosina. Se contaron 150 espermatozoides.

Las variables de calidad seminal fueron estudiadas mediante un análisis de la varianza de acuerdo con un modelo que incluyó los factores tiempo de conservación y diluyente y la doble interacción tiempo de conservación x diluyente. Los datos expresados como porcentajes fueron transformados al arco seno antes de los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores obtenidos de las variables de calidad seminal de acuerdo con el tiempo de conservación y el diluyente utilizado. El tiempo de conservación, el diluyente y la doble interacción tuvieron un efecto significativo sobre todas las variables estudiadas, excepto sobre el porcentaje de espermatozoides viables.

Tabla 1: Medias \pm e.e. de las variables de calidad seminal de acuerdo con el tiempo de conservación y el tipo de diluyente. Los datos se expresan como arco seno en todas las variables excepto para la motilidad masal (MM).

		MAGAPOR_1	MAGAPOR_2	COMERCIAL_0	COMERCIAL_6	Puro
MM ¹	0	3.33 \pm 0.33 ^{a,g}	4.33 \pm 0.17 ^{b,g}	3.33 \pm 0.33 ^{a,i}	4.17 \pm 0.33 ^{b,i,g}	3.17 \pm 0.17 ^{a,i,g}
	6	3.83 \pm 0.17 ^{a,g}	4.83 \pm 0.17 ^{b,g}	4.67 \pm 0.17 ^{b,g}	4.83 \pm 0.17 ^{b,g}	3.83 \pm 0.33 ^{a,g}
	24	1.83 \pm 0.17 ^{b,f}	3.83 \pm 0.17 ^{b,f}	4.33 \pm 0.17 ^{a,g}	4.00 \pm 0.29 ^{b,f}	2.5 \pm 0.29 ^{a,f}
PVi	0	0.88 \pm 0.13	1.15 \pm 0.12	1.15 \pm 0.10	1.10 \pm 0.05	1.08 \pm 0.26
	6	1.21 \pm 0.16	1.15 \pm 0.06	1.13 \pm 0.13	1.14 \pm 0.13	1.20 \pm 0.13
	24	1.13 \pm 0.22	1.13 \pm 0.12	1.20 \pm 0.10	1.18 \pm 0.06	1.13 \pm 0.08
PNr	0	1.05 \pm 0.02 ^{b,i}	1.34 \pm 0.06 ^{a,i}	1.40 \pm 0.09 ^{a,i}	1.38 \pm 0.05 ^{a,i}	1.41 \pm 0.02 ^{a,i}
	6	1.23 \pm 0.58 ^{a,f}	1.28 \pm 0.06 ^{a,f}	1.28 \pm 0.09 ^{a,g}	1.38 \pm 0.04 ^{a,f}	0.74 \pm 0.08 ^{b,g}
	24	1.09 \pm 0.032 ^{b,f}	0.92 \pm 0.04 ^{c,g}	1.28 \pm 0.04 ^{a,f,g}	1.16 \pm 0.06 ^{a,b,g}	0.37 \pm 0.02 ^{d,h}
PCo	0	0.003 \pm 3.5E ⁻⁴ ^{a,i}	0.003 \pm 0.001 ^{a,i}	4.94 \pm 2.5E ⁻⁴ ^{a,i}	0.001 \pm 3.5E ⁻⁴ ^{a,i}	0.001 \pm 0.001 ^{a,i}
	6	0.01 \pm 0.01 ^{a,f}	0.002 \pm 0.001 ^{a,f}	0.003 \pm 0.002 ^{a,f}	0.001 \pm 0.001 ^{a,f}	0.03 \pm 0.008 ^{b,g}
	24	0.006 \pm 0.01 ^{a,f}	0.012 \pm 0.002 ^{a,g}	0.004 \pm 0.002 ^{a,f}	0.005 \pm 0.001 ^{a,f}	0.04 \pm 0.001 ^{b,h}
PHOST	0	0.96 \pm 0.07 ^{b,c,i}	1.05 \pm 0.04 ^{c,i}	0.55 \pm 0.06 ^{b,i}	0.84 \pm 0.05 ^{a,i}	
	24	0.71 \pm 0.08 ^{a,f}	0.73 \pm 0.04 ^{a,g}	0.55 \pm 0.10 ^{a,g}	0.099 \pm 0.02 ^{b,g}	

a,b,c,d indican diferencias significativas entre diluyentes (fila)

f,g,h indican diferencias significativas entre tiempos de conservación (columnas)

¹MM: motilidad masal; PVi: porcentaje de espermatozoides viables; PNr: porcentaje de espermatozoides con normalidad morfológica; PCo: porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas de cola; PHOST: porcentaje de espermatozoides con reacción positiva al test HOST.

%PVi = seno (PVi)*100, %PNr = seno (PNr)*100, %PCo = seno (PCo)*100, %PHOST = seno (PHOST)*100

Respecto a la MM, los valores en general se encontraron por encima de los estándares aceptados para la inseminación, únicamente el diluyente MAGAPOR_1 presentó a 24 h de conservación una MM por debajo de los niveles considerados adecuados. En función de los valores y la evolución en el tiempo se distinguían dos grupos de muestras: las diluidas en MAGAPOR_1 y el semen puro, y las diluidas en MAGAPOR_2, COMERCIAL_6 y COMERCIAL_0. Siendo los valores de MM más altos en el segundo grupo (valores medios alrededor de 3 y valores medios alrededor de 4, respectivamente). Del segundo grupo es subrayable que COMERCIAL_0 parece necesitar un periodo de adaptación antes de llegar a sus valores más altos.

Cabe destacar la estabilidad que presentan los valores de PVi durante el período de estudio. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Dumpala et al. (2006), quienes encontraban un decremento lineal del porcentaje de espermatozoides vivos con el tiempo de conservación cuando el semen se almacenaba por un período de 8 h a diferentes temperaturas (4°C, 21°C y 41°C). Los resultados obtenidos en este trabajo podrían estar relacionados con una baja sensibilidad de la tinción eosina-eosina para la determinación de la vitalidad espermática en esta especie.

Las muestras diluidas presentaron en todos los casos un PNr adecuado para la inseminación hasta las 24 h de conservación (80-90%), por el contrario las muestras de semen puro mostraron una importante disminución del PNr ya desde las 0 h. La evolución del PNr fue inversamente proporcional a la evolución del PCo. A medida que incrementaba

el tiempo de conservación aumentaba el porcentaje de defectos morfológicos (mayoritariamente colas), estos resultados coincidieron con los encontrados por Clarke et al. (1984).

La variable PHOST sólo se pudo estudiar a 0 y 24 h de conservación sobre las muestras diluidas. La poca cantidad de semen hizo que no pudieran hacerse replicas a 6 h de conservación ni con semen puro. Los diluyentes MAGAPOR_1, MAGAPOR_2 y COMERCIAL_6 presentaron unos valores iniciales adecuados para la inseminación artificial. A 0h de conservación MAGAPOR_2 presentaba el valor más alto (86.7%) y COMERCIAL_0 el valor más bajo (52.3%), mientras que MAGAPOR_1 (81.9%) y COMERCIAL_6 (74.5%) se encontraban en una situación intermedia. A 24 h de conservación todas las muestras, a excepción de COMERCIAL_0, presentaron una disminución del parámetro. Las muestras diluidas en COMERCIAL_6 presentaron una disminución importante de PHOST (alrededor de un 65%), obteniéndose unos valores no aptos para la inseminación. MAGAPOR_1 y MAGAPOR_2, por el contrario, presentaron unos valores de PHOST a 24 h de conservación (65.2% y 66.7%, respectivamente) suficientemente elevados para su utilización en inseminación artificial.

No se han encontrado en la bibliografía científica unos valores estándares de los parámetros de calidad seminal para la inseminación artificial en broiler. A pesar de ello, se podría concluir que a 0 h de conservación todos los diluyentes estudiados presentaban una calidad seminal adecuada para la inseminación, mientras que a 24 h únicamente las muestras diluidas en MAGAPOR_2 mostraban en todos los parámetros estudiados unos valores competentes para la inseminación artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakst, M.R. & Wishart, G.J. 1995. Proceedings First International Symposium on the Artificial Insemination of Poultry. Poultry Science Association Savoy, Illinois.
- Bamba, K. 1988. Theriogenology 29:1245-1251.
- Burrows, W.H. & Quinn, J.P. 1935. Poult Sci 14: 251-254.
- Clarke, R.N., Bakst, M.R. & Ottinger, M.A. 1984. Poult Sci 63: 801-805.
- Dumpala, P.R., Parker, H.M. & McDaniel, C.D. 2006. Intern J Poult Sci 5: 838-845.

COCK SEMEN QUALITY: EFFECT OF TIME STORAGE AND SEMEN EXTENDER.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of 4 cock semen extenders on semen quality parameters. Abdominal massage technique was used to collect cock's semen of "*Empordanesa roja*" (n=20) breed. Semen was pooled and diluted (1:2) in MAGAPOR_1, MAGAPOR_2, COMERCIAL_0 or COMERCIAL_6. Each semen samples were evaluated at 0, 6 and 24 hours of storage at 5°C. The traits studied were: mass motility, percentages of viable and normal spermatozoa, and percentage of spermatozoa with membrane integrity. Data were analyzed using GLM procedures according to a model that included the fixed factors of breed and storage time and the double interaction breed x storage time. Semen extender, storage time and double interaction showed a significant effect on semen quality parameters, except on the percentage of viable spermatozoa. It could be concluded that all studied semen extenders showed, at 0 hours of storage, an adequate conservation capacity. However, at 24 hours of storage only samples diluted in MAGAPOR_2 showed values of semen quality fitted to artificial insemination.

Keywords: cock, extender, semen quality

Jornada satélite:
II Simposio metodologías
aplicadas al estudio
de la microbiología digestiva

MICROBIOTA INTESTINAL, METABOLISMO E INMUNIDAD¹

Sanz, Y.

Eco-fisiología Microbiana y Nutrición. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), (CSIC), Apartado 73, 46100 Valencia. yolsanz@iata.csic.es

La microbiota intestinal constituye un complejo ecosistema, que evoluciona con el hospedador, estableciendo relaciones de comensalismo y mutualismo que favorecen su supervivencia. La colonización del tracto intestinal comienza tras el nacimiento y, tanto el tipo de bacterias, como el tiempo de colonización, se consideran decisivos para el desarrollo de las funciones metabólicas e inmunológicas del individuo y para su salud. Estas interacciones son dinámicas, especialmente en los primeros estadios de la vida, y están influenciadas por numerosos factores ambientales y en particular por la dieta.

El genoma de la microbiota (microbioma) tiene una capacidad codificante 100 veces superior a la del genoma humano, por lo que se considera que el humano es un superorganismo cuyo metabolismo representa la fusión de las características de ambos, el genoma humano y el microbiano. La microbiota intestinal desarrolla una actividad metabólica equiparable a la de un órgano, contribuyendo a la digestión de componentes no digeribles de la dieta (polisacáridos complejos), al aporte de (micro) nutrientes (vitamina K y grupo B) y a la degradación de xenobióticos y anti-nutrientes (fitato). Además, la microbiota intestinal regula la expresión de genes del hospedador implicados en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, como el co-transportador de monosacáridos y sodio del epitelio intestinal y enzimas implicadas en la síntesis *de novo* de lípidos en el hígado y en la β -oxidación de ácidos grasos en el hígado y el músculo. De este modo, la microbiota intestinal globalmente aumenta la capacidad del hospedador para extraer y almacenar la energía de la dieta, favoreciendo su supervivencia. No obstante, los principales componentes de la microbiota intestinal (*Firmicutes* y *Bacteroidetes*) parecen ejercer distintos efectos sobre el balance energético y mantener una relación opuesta con el peso corporal.

La microbiota intestinal también desempeña una función fundamental en la regulación de diversos aspectos de la inmunidad innata y adquirida, a través de su interacción con el epitelio intestinal y el sistema linfóide asociado al intestino. Globalmente, la microbiota intestinal fortalece las defensas del hospedador frente a patógenos y alérgenos de la dieta y del ambiente y, a su vez, favorece el desarrollo de tolerancia oral (ausencia de respuesta) a la microbiota comensal y a los antígenos inocuos. La microbiota comensal puede (i) inducir la síntesis de IgA secretora, mucina, y péptidos antimicrobianos (defensinas, etc.), que constituyen una primera barrera de defensa de la mucosa intestinal, (ii) regular el desequilibrio de las sub-poblaciones linfocitarias Th1 y Th2, asociado al desarrollo de enfermedades intestinales inflamatorias crónicas (enfermedad de Crohn y enfermedad celíaca) y alergias, respectivamente, y (iii) favorecer el desarrollo de tolerancia y reducir las reacciones de hipersensibilidad mediante la inducción de la síntesis de citoquinas anti-inflamatorias y linfocitos T reguladores.

Las evidencias sobre la repercusión de la microbiota intestinal en el metabolismo, la inmunidad y el estado de salud han dado lugar al desarrollo de estrategias de intervención nutricional basadas en la administración de bacterias probióticas, prebióticos y su combinación (simbióticos), para favorecer la prevalencia de bacterias beneficiosas para la salud. Su administración ha demostrado ejercer efectos positivos en la prevención o tratamiento de infecciones gastrointestinales, eczema atópico, regulación de los niveles de colesterol, y algunas enfermedades inflamatorias intestinales crónicas. Su utilización se considera especialmente atractiva en estadios tempranos de la vida en los que la composición de la microbiota es más fácilmente manipulable, así como su influencia sobre el metabolismo y función inmune. En este sentido, los avances en el conocimiento de los componentes del ecosistema intestinal a través de la aplicación de técnicas de secuenciación masiva, así como de sus funciones e interacciones con el hospedador

¹ Proyecto CONSOLIDER Ref. CSD-2007-00063; Título: Nuevos ingredientes de alimentos funcionales para mejorar la salud (FUN C FOOD). Coordinador: F.A. Tomás Barberán

mediante el uso de sistemas biológicos modelo y Gnotobiología permitirán desarrollar estrategias nutricionales cada vez más efectivas para prevenir la enfermedad y mejorar el estado de salud.

PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE RECOGIDA DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HECES DE PERRO

González-Ortiz, G.¹, Adelantado, C.², Gómez de Segura, A.¹, Hervera, M.¹, Arosemena, E.L., Calvo, MA.² y Baucells, MD.¹

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNiBA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. ²Departament de Sanitat i d'Anatomia Animals. Facultat de Veterinària. Edifici V, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona gemma.gonzalez@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los estudios de la microbiota intestinal realizados en perros suelen utilizar metodologías de recogida de heces poco estandarizadas (Simpson et al., 2002; Baillon, et al., 2004). Los protocolos de recogida de muestras varían en función del objetivo de los ensayos que se realizan, como el estudio de la microbiota habitual, la detección de patógenos en heces o la determinación del efecto de un prebiótico, probiótico o simbiótico en la población microbiana intestinal, entre otros. En muchas ocasiones, el procesado y el análisis microbiológico de las heces se retrasa por diferentes causas como la distancia entre la perrera y el laboratorio o la dificultad de recogida cuando se trabaja con un gran número de animales.

Con este trabajo pretendemos establecer un protocolo de recogida de heces para el estudio de la microbiota fecal en perros. Nuestros objetivos fueron evaluar la repetibilidad en la determinación de la microbiota fecal habitual, en una misma muestra, entre días de muestreo y analizar el efecto de la conservación en frío sobre dichas determinaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos pruebas experimentales. En la primera prueba, se emplearon 5 perros Beagle adultos y sanos. Los animales se alojaron en las instalaciones de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona y se mantuvieron bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo. Durante dos días consecutivos, se recogieron heces inmediatamente después de la defecación voluntaria de los animales. Las muestras se remitieron al laboratorio de microbiología para el estudio de la microbiota fecal habitual: *Enterobacteriaceae* spp, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y Bacterias ácido lácticas (BAL). Las muestras fecales se dividieron en dos alícuotas. Una alícuota se analizó de inmediato tras la recepción y la segunda se mantuvo 24 h a 4° C antes de ser analizada.

En la segunda prueba experimental se incluyeron 4 de los perros utilizados en la primera prueba. Se recogieron heces frescas durante tres días consecutivos. Las muestras se dividieron en varias alícuotas con el fin de someterlas a diferentes condiciones de procesado y refrigeración. Se estudió la repetibilidad de la microbiota en la misma porción de heces previa homogenización de la muestra. Del día 1 y 2 de recogida, se separó materia fecal que se mantuvo a 4° C durante 24 h. Una de las alícuotas del día 1 se refrigeró durante 48 h. De cada animal se realizó una mezcla de heces frescas del día 2 y heces refrigeradas del día 1 (*pool* 0+24). Similarmente, se constituyó un "pool" de los tres días de recogida mezclando heces frescas del día 3, heces refrigeradas 24 h del día 2 y heces refrigeradas 48 h del primer día de muestreo (*pool* 0+24+48).

Se utilizó microbiología tradicional para cuantificar los diferentes grupos de bacterias que forman parte de la microbiota habitual de las heces de los animales. Los medios de cultivo empleados fueron agar MacConkey en el caso de las Enterobacterias, agar TSN (triptona sulfito neomicina) para el recuento de *Clostridium perfringens* y agar MRS (Man Rogosa y Sharpe) para BAL.

Los datos obtenidos se han analizado mediante un test ANOVA con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002).

La incorporación de cebada en la dieta incrementó la concentración de protozoos ruminales en el grupo control ($3,7 \cdot 10^4$ vs $1,4 \cdot 10^6$ protz./ml; $P < 0,01$). Las eficiencias de amplificación de la PCR cuantitativa fueron del 98, 90, 84, 93, 92, 91, 96, 96 y 74% para bacterias totales, *R.albus*, *R.flavefaciens*, *F.succinogenes*, *P.ruminicola*, *S.ruminantium*, *S.bovis*, Metanógenos y hongos anaerobios respectivamente, obteniendo en todos los casos un único producto de la amplificación. Las especies cultivables representan una baja proporción del total de microorganismos ruminales, en concreto los grupos microbianos estudiados únicamente supusieron el 8.7% de las bacterias ruminales, siendo *F.succinogenes* la más abundante con el 3.35%, seguida de *P.ruminicola* (2.26%), *R.flavefaciens* (1.47%) y *S.ruminantium* (1.29%), mientras que el resto de microorganismos mostró una baja concentración a nivel ruminal ($< 0.13\%$). Las especies celulolíticas, representadas por *R.albus*, *R.flavefaciens* y *F.succinogenes*, constituyen alrededor del 5% del total de secuencias bacterianas, lo que sugiere que una importante digestión de la fibra es llevada a cabo por células eucariotas (hongos y protozoos) o por bacterias celulíticas actualmente desconocidas. Una característica de las bacterias celulolíticas es el escaso efecto que la dieta ejerce sobre su concentración, mientras que la presencia de protozoos puede ocasionar diferentes respuestas en función de la especie, reduciendo la abundancia de *R.albus* e incrementando la de *F.succinogenes* ($P < 0,05$). Por el contrario, las bacterias amilolíticas manifestaron una mayor sensibilidad a la presencia de concentrado, incrementando la abundancia de *S.ruminantium* (0,16 vs 2,69%, $P < 0,01$) y *S.bovis*, mientras que *P.ruminicola* mostró sus máximas concentraciones en los corderos que ingirieron sólo alfalfa (3.24 vs 1.74%), mostrando así su faceta proteolítica y su consiguiente preferencia por dietas ricas en proteína. Además, la ausencia de ciliados incremento la disponibilidad de substrato fácilmente fermentable, lo que potenció la proliferación de *P.ruminicola* (0,70 vs 3,00%, $P < 0,05$) y *S.bovis* (0,015 vs 0,020%, $P < 0,05$), mientras *S.ruminantium* mostró una buena simbiosis con los protozoos, que estimularon su presencia (1,99 vs 2,15%, $P = 0,08$). Los metanógenos presentaron sus máximos niveles en el grupo control recibiendo dietas forrajeras (0,36% interacción $P \times D < 0,05$), mostrando su dependencia de los protozoos y de dietas ricas en carbohidratos estructurales. Los hongos anaerobios, que fueron expresados respecto a bacterias totales debido a la dificultad de su aislamiento, incrementaron su concentración en presencia de protozoos (0,07 vs 0,17%, $P < 0,01$) y bajo dietas completamente forrajeras (0,03 vs 0,17%, $P < 0,01$). El origen de la muestra (rumen, abomaso, BAL y BAS) afectó al perfil poblacional. La constitución BAL y BAS estuvo determinada por la fisiología de los microorganismos, así las tres especies celulolíticas presentaron un tropismo por los substratos sólidos, donde representaron hasta el 17% de las bacterias, mientras que *S. ruminantium* mostró una mayor predilección por la fase líquida (3,3%). De esta forma, la concentración ruminal de cada especie estuvo comprendida entre los límites marcados por los extractos de referencia. Los hongos anaerobios presentaron sus máximas concentraciones en las muestras sin procesar (rumen y abomaso) evidenciando su alta sensibilidad a la presencia de oxígeno. Finalmente, salvo *P.ruminicola*, la concentración abomasal de las especies estudiadas no mostró diferencias con la ruminal, descartando así una posible retención selectiva de bacterias en el rumen. Incluso las bacterias metanogénicas y los hongos mostraron una mayor presencia a nivel post-ruminal, posiblemente debido a una elevada persistencia de sus secuencias de ADN. El presente trabajo muestra que la PCR cuantitativa es una valiosa herramienta para estudiar el ecosistema ruminal y las interacciones entre los diferentes grupos microbianos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Denman S.E., Tomkins N.W. & McSweeney C.S. 2007. *FEMS Microbiol Ecol.* 62: 313-22. ● Koike, S. & Kobayashi, J. 2001. *FEMS Microbiol. Let.* 204(2) 361-366 ● Maeda, H. et al. 2003, *FEMS, In. Med. Mic.* 39, 81-86 ● Martín-Orúe, S.M. Balcells, J. Zakraoui, F. & Castrillo, C. 1998, *Anim. Feed .Sci. Technol.* 71: 269-282 ● Stevenson, D.M. & Weimer, P.J. 2007, *App. Microbiol. Biotech.* 75(1) 165-174 ● Tajima, K. Animov, R.I. Nagamine, T. Matsui, H. Nakamura, M. & Benno, J. 2001, *App. Environ. Microbiol.* 67(6) 2766-2774 ● Zhang, CM. Guo, Y.Q. Yuan, Z.P. Wu, Y.M. Wang, J.K. Liu, J.X. Zhu, W.Y. 2008. *Anim.Feed Sci.Technol.* 146, 259-269

Tabla 1. Efecto de la defaunación y el tipo de dieta sobre la abundancia relativa de diferentes grupos microbianos en rumen, abomaso y extractos bacterianos aislados de la fracción líquida (BAL) y sólida (BAS) del contenido ruminal.

	(100·E ^{ACT})	Control		Defaunados		SEM n=5	Significación		
		Alfalfa	Mixta	Alfalfa	Mixta		Protz.	Dieta	PxD
<i>R.albus</i>	Rum.	0.02	0.04	0.18	0.13	0.062	T		
	Abo.	0.03	0.22	0.07	0.06	0.059	*		T
	BAL	0.01	0.02	0.21	0.12	0.064	*		
	BAS	0.14	0.50	0.99	1.19	0.486			
<i>R.flave.</i>	Rum.	2.30	0.90	1.50	2.04	0.625			
	Abo.	0.52	0.60	0.30	0.22	0.160	T		
	BAL	0.75	0.77	0.29	1.31	0.422			
	BAS	6.12	4.57	3.15	6.59	1.808			
<i>F.succi.</i>	Rum.	7.77	2.17	0.02	5.05	1.745			**
	Abo.	4.68	1.38	0.01	1.62	0.792	*		**
	BAL	5.22	1.47	0.00	2.54	1.215			*
	BAS	10.62	2.96	0.01	10.60	3.597			*
<i>P.rumin.</i>	Rum.	0.94	0.46	5.55	3.03	1.311	*		
	Abo.	1.20	0.47	3.86	1.05	0.759	*	*	
	BAL	2.78	1.28	2.94	1.35	0.816		T	
	BAS	1.64	1.22	2.59	2.96	1.077			
<i>S.rumin.</i>	Rum.	0.32	3.98	0.00	1.40	0.767	T	**	
	Abo.	0.08	0.58	0.00	0.10	0.109	*	*	T
	BAL	0.76	12.43	0.00	1.45	1.995	**	**	*
	BAS	0.16	1.98	0.00	0.69	0.332	*	**	
<i>S.bovis.</i>	Rum.	0.01	0.01	0.02	0.02	0.003	*		
	Abo.	0.01	0.02	0.01	0.01	0.002			*
	BAL	0.01	0.02	0.02	0.04	0.003	***	**	
	BAS	0.01	0.02	0.01	0.04	0.004	**	***	*
Metang.	Rum.	0.36	0.07	0.06	0.11	0.059	*	T	*
	Abo.	0.65	0.16	0.05	0.12	0.082	**	*	**
	BAL	0.62	0.04	0.05	0.03	0.099	**	**	*
	BAS	0.30	0.11	0.05	0.09	0.058	*		T
Hongos	Rum.	0.28	0.06	0.07	0.00	0.043	**	**	
	Abo.	0.37	0.08	0.08	0.00	0.074	*	*	
	BAL	0.04	0.00	0.01	0.00	0.008	T	**	T
	BAS	0.09	0.01	0.00	0.00	0.008	***	***	*

EFFECT OF DEFAUNATION AND DIET ON RUMEN MICROBIAL POPULATIONS

ABSTRACT: This assay studied the effect of defaunation and diet on relative abundance of several microorganisms using real time PCR. Cellulolytic species represented 5% of rumen bacteria and were not affected by the diet. Defaunation incremented the abundance of *P. ruminicola* and *S.bovis* while barley supplementation increased the *S.ruminantium* presence. Rumen protozoa and fibre were essential to improve the methanogens in the rumen and anaerobic fungi represented around 0.1%. However, the abundance of each microorganism was always affected by the origin of the sample (rumen, abomasum, LAB or SAB).

Keywords: rumen, bacteria, defaunation, real time PCR.

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE tRFLP PARA EVALUAR LAS VARIACIONES EN LAS COMUNIDADES BACTERIANAS DEL RUMEN ASOCIADAS A LA INCLUSIÓN DE ACEITES DE GIRASOL Y PESCADO EN LA DIETA DE OVEJAS

Belenguer¹, A., Toral¹, P.G., Frutos¹, P., Rabanal², B. y Hervás¹, G.

¹ Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-ULE, Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León.
A.Belenguer@eae.csic.es ² Laboratorio de Técnicas Instrumentales, ULE, Campus de Vegazana, 24071 León.

INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (CLA) ha suscitado un enorme interés en la comunidad científica debido a los numerosos efectos beneficiosos que puede presentar para la salud del consumidor (Williams, 2000). Los productos derivados de los rumiantes constituyen la principal fuente de este tipo de ácidos grasos (AG) en la dieta humana, por lo que un incremento de su concentración en la leche o carne mejoraría su calidad nutricional.

Se ha demostrado que la inclusión en la dieta de suplementos lipídicos ricos en ácido linoleico, como el aceite de girasol, y en AG poliinsaturados de cadena larga, como el aceite de pescado, produce un incremento de la concentración de CLA en la leche, tanto en ganado vacuno (Palmquist y Grinarii, 2006) como en ovino (Toral et al., 2009). Sin embargo, los AG insaturados son factores antimicrobianos que pueden inhibir el crecimiento de las comunidades ruminales. Así, algunos microorganismos son capaces de llevar a cabo una biohidrogenación (BH) de los AG insaturados como mecanismo de protección, dando lugar a una acumulación en el rumen de determinados metabolitos intermedios, como el CLA o el ácido vacénico (precursor del CLA). Por tanto, la composición microbiana ruminal es un factor clave para incrementar la concentración de AG beneficiosos en los productos derivados de los rumiantes. Diversos estudios han tratado de identificar los principales microorganismos implicados en la BH (Jenkins et al., 2008). Sin embargo, todavía existe un gran desconocimiento sobre éstos y sobre el efecto que la suplementación de la dieta con diferentes tipos de lípidos puede ejercer sobre ellos.

Actualmente, las nuevas técnicas de biología molecular basadas en el análisis del gen del ARN ribosómico 16S están permitiendo avanzar en el conocimiento del ecosistema microbiano ruminal. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar en ovejas el efecto de la inclusión en la dieta de aceite de girasol y aceite de pescado sobre las comunidades microbianas del rumen mediante la utilización de una técnica molecular cualitativa, el polimorfismo de la longitud de los fragmentos terminales de restricción (tRFLP).

MATERIAL Y MÉTODOS

En este experimento, se utilizaron 4 ovejas adultas de raza merina, provistas de cánula ruminal y alojadas individualmente, que fueron alimentadas dos veces al día con una dieta completa (relación forraje:concentrado 35:65; 37 g MS/kg PV^{0.75}). Tras un periodo de adaptación de 10 días, los animales recibieron la misma dieta suplementada con un 2% de aceite de girasol y un 1% de aceite de pescado durante un periodo de 12 días.

Se tomaron muestras del contenido ruminal tras 0 (día 1), 3 (día 4) y 11 (día 12) días de la administración de la dieta suplementada con lípidos, a través de la cánula ruminal, que fueron congeladas inmediatamente a -80°C y posteriormente liofilizadas.

El ADN del contenido ruminal liofilizado se extrajo siguiendo el método descrito por Yu y Morrison (2004), con la modificación de una mayor temperatura (95°C) en la lisis celular. Para el análisis de las muestras mediante tRFLP se utilizaron cebadores específicos para amplificar el gen del ARN ribosómico 16S bacteriano (Hongoh et al., 2003), estando uno de ellos marcado con fluorescencia (FAM). El producto de la PCR fue purificado, cuantificado y a continuación digerido (95 ng) utilizando la enzima de restricción HhaI (10 U; 37°C, 12 h). Los productos de dicha digestión fueron purificados y finalmente los fragmentos de restricción se analizaron en un secuenciador capilar automático Megabace 500 (Amersham Biosciences, Reino Unido), utilizando 22 fragmentos de entre 50 y 550 pares de bases (pb) como patrones.

El perfil de picos se analizó mediante el programa *GeneMarker* (Softgenetics, EEUU) y tras estandarizar los datos se procedió a la construcción de un dendograma con el programa informático *Community Analysis Package 4* (Pisces Conservation Ltd, Reino Unido). El análisis estadístico del número de fragmentos detectados y de los porcentajes del área de ciertos fragmentos sobre el área total de los picos obtenidos se realizó mediante análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1. (SAS Institute Inc., EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación dietética con aceites de girasol y de pescado provocó cambios en los perfiles microbianos de los animales, observándose un agrupamiento de las muestras en función del tipo de dieta. En el dendograma que se presenta en la Figura 1 se observa que el ADN de las muestras tomadas tras 11 días de administración de la dieta suplementada (día 12) se situó en todos los animales de forma separada a las muestras iniciales (día 1), indicando la existencia de un efecto esperable de la adición de lípidos sobre la microbiota ruminal, lo que coincide con un estudio previo en ganado vacuno en el que se utilizaron porcentajes similares de inclusión lipídica (Kim et al., 2008). Tras el análisis de las muestras del día 4 (para evaluar una posible respuesta rápida), se observó que en la mitad de los animales (2 y 4) éstas se localizaron en el mismo grupo que las tomadas tras 11 días, a diferencia de lo que ocurrió con las otras dos ovejas, en las que estas muestras se agruparon con las iniciales. Estos resultados podrían indicar que el tiempo necesario para que se produzca la adaptación del ecosistema microbiano del rumen a la suplementación con aceites de girasol y pescado posiblemente dependa de la composición microbiana inicial de cada individuo.

El número de fragmentos obtenidos mediante tRFLP se puede considerar como una medida de la diversidad bacteriana, no observándose en nuestro estudio ningún efecto de la suplementación lipídica sobre el número de fragmentos ($P > 0,10$), a diferencia del descenso encontrado en el número de bandas con la electroforesis en gel con gradiente desnaturizante (técnica molecular cualitativa) con dietas suplementadas con un 3% de aceite de pescado en ganado vacuno (Kim et al., 2008).

Mediante herramientas disponibles en la red, como la TAP-tRFLP del programa *Ribosomal Database Project II*, es posible hacer una asignación teórica de especies o grupos bacterianos a los fragmentos detectados en función de su longitud, utilizando las secuencias depositadas en las bases de datos, aunque un mismo fragmento podría corresponder a varias especies distintas, por lo que esta inferencia debe considerarse con cautela. En nuestros resultados se observó que los fragmentos mayoritarios eran aquellos que presentaban una longitud de 65 (7–20% del área total de los picos) y 100 (22–42%) pb, que corresponderían a especies bacterianas pertenecientes a las divisiones *Firmicutes* (65 pb) y *Bacteroidetes* (100 pb), que son normalmente los grupos mayoritarios en el rumen (Edwards et al., 2004). Además, existió un efecto de la suplementación lipídica sobre el porcentaje de determinados fragmentos, como por ejemplo, un incremento de aquellos que podrían ser producidos por especies no cultivadas pertenecientes al cluster IX de los Clostridiales (*Mitsuokella*, *Selenomonas*; 390 pb), algunas de las cuales son capaces de metabolizar los AG insaturados (Maia et al., 2007). También se detectaron variaciones en ambos sentidos, aumentando (204 pb) o disminuyendo (181 pb), en fragmentos que podrían corresponder a bacterias pertenecientes a la familia *Lachnospiraceae*, donde se incluyen diversos géneros conocidos (*Butyrivibrio*, *Pseudobutyrvibrio*) y especies no cultivadas que también se relacionan con la BH ruminal de los AG insaturados (Boeckeaert et al., 2008; Jenkins et al., 2008).

Estos resultados sugieren que la suplementación dietética con aceites de girasol y pescado provoca alteraciones en la abundancia de determinadas bacterias implicadas en la biohidrogenación, que posiblemente sean las responsables de las variaciones en el perfil de AG (tales como el incremento de CLA o la reducción de ácido esteárico) encontradas en la leche tras la adición a la dieta de estas fuentes lipídicas (Toral et al., 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boeckeaert C., Vlaeminck B., Fievez, V., Maignien, L., Dijkstra, J. & Boon, N. 2008. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 6923-6930.
- Edwards, J. E., McEwan, N. R., Travis, A. J. & Wallace,

R. J. 2004. *Anton. van Leeuw.* 86: 263-281. • Hongoh, Y. H., Yuzawa, M., Okhuma, M. & Kudo, T. 2003. *FEMS Microbiol. Lett.* 221: 299-304. • Jenkins, T. C., Wallace, R. J., Moate, P. J. & Mosley, E. E. 2008. *J. Anim. Sci.* 86: 397-412. • Kim, E. J., Huws, S. A., Lee, M. R. F., Wood, J. D., Muetzel, S. M., Wallace, R. J. & Scollan, N. D. 2008. *J. Nutr.* 138: 889-896. • Maia, M. R. G., Chaudhary, L. C., Figueres, L. & Wallace, R. J. 2007. *Anton. van Leeuw.* 91: 303-314. • Palmquist, D. L. & Grinarii, J. M. 2006. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131: 358-369. • Toral, P. G., Gómez-Cortés, P., Frutos, P., de la Fuente, M. A., Juárez, M. & Hervás, G. 2009. *ITEA*, Vol. Extra 30 (en prensa). • Williams, C. M. 2000. *Ann. Zootech.* 49: 165-180. • Yu, Z. & Morrison, M. 2004. *BioTechniques* 36: 808-812.

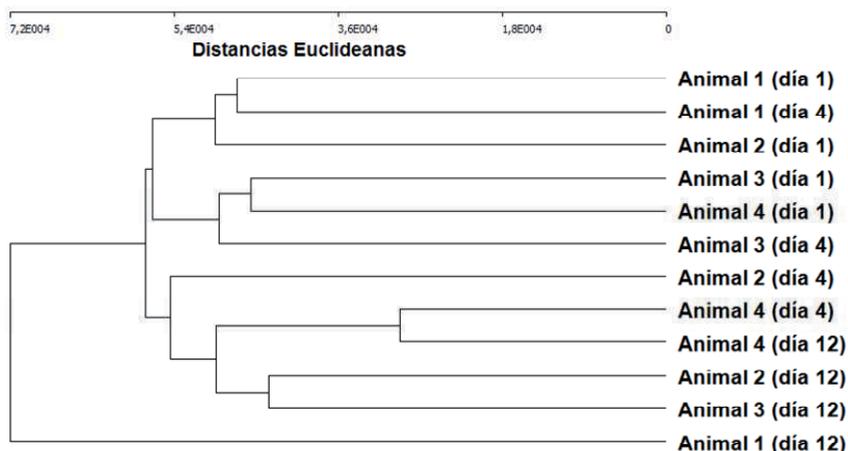


Figura 1. Dendrograma obtenido a partir del análisis mediante tRFLP del ADN extraído de las muestras de contenido ruminal obtenidas tras 0, 3 y 11 días (días 1, 4 y 12) de la ingestión de la dieta suplementada con aceite de girasol y aceite de pescado.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto AGL2008-04805-C02-02) y por la Junta de Castilla y León (Proyecto CSI01B08). A. Belenguer y P.G. Toral han disfrutado respectivamente de un contrato postdoctoral y una beca predoctoral del programa I3P del CSIC.

UTILIZATION OF THE tRFLP TECHNIQUE TO STUDY THE CHANGES IN RUMEN BACTERIAL COMMUNITIES ASSOCIATED WITH THE DIETARY ADDITION OF SUNFLOWER AND FISH OILS IN SHEEP

ABSTRACT. Four adult cannulated Merino ewes were fed a mixed diet (35:65 forage:concentrate) for 10 days. Afterwards they received the same diet supplemented with sunflower (2%) and fish (1%) oils in order to study the effect of the lipid supplementation on the rumen microbial communities. Rumen samples were taken after 0 (day 1), 3 (day 4) and 11 (day 12) days of the lipid supplementation. DNA was extracted and analysed by tRFLP (qualitative molecular technique). An effect of the experimental treatment was observed, being samples obtained on day 12 clustered separately from initial samples (day 1). On day 4, only two animals showed a similar microbial profile than on day 12, suggesting that the time necessary for the rumen ecosystem to be adapted to the lipid supplementation may depend on the individual microbial composition. Major fragments detected by tRFLP match the abundant bacterial phyla *Firmicutes* and *Bacteroidetes*, and variations in other fragments which may correspond to bacteria involved in rumen biohydrogenation (such as those belonging to the Clostridial cluster IX or the family *Lachnospiraceae*) were detected. These bacteria might be responsible for variations in the milk fatty acid profile in lactating ewes.

Keywords: lipid supplementation, molecular technique, rumen bacteria, ewe.

APLICACIÓN DE T-RFLP PARA ESTUDIAR LOS CAMBIOS QUE SE PRODUCEN EN LA COMUNIDAD BACTERIANA RUMINAL DE CORDEROS EN CEBOS SUPLEMENTADOS CON POLIFENOLES

López-Campos, Ó., Bodas, R., Prieto, N., Giráldez F.J. y Andrés, S.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León). 24346 (León).
Email: sonia.andres@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

La utilización de flavonoides en la alimentación de los animales de granja está cobrando importancia a lo largo de los últimos años, dado que estos compuestos administrados a dosis determinadas pueden ejercer efectos beneficiosos no solo sobre el bienestar animal sino también sobre la calidad del producto que llega finalmente al consumidor (carne o leche). Así por ejemplo, varios estudios han descrito la capacidad de los flavonoides para estimular la respuesta inmune o disminuir la inflamación de la mucosa gástrica en diversas circunstancias (Fisher et al., 1997). Además, hay que destacar las propiedades antioxidantes de estos polifenoles (Kim et al., 2004; 2006), lo que en último término podría tener gran importancia para mejorar la calidad de la carne y de la leche, especialmente en animales que reciben una ración rica en ácidos grasos poliinsaturados.

En todo caso, la particularidad que presenta el rumen en algunos de los animales de granja más importantes hace necesario estudiar el efecto que los flavonoides ejercen sobre la comunidad bacteriana de este compartimiento, dado que ésta es responsable, en gran medida, de la degradación de los componentes de la ración administrada a los rumiantes. Es por ello que el objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto del consumo de pienso suplementado con naringina (una flavanona glicosilada presente en la piel de pomelo) sobre la diversidad de la comunidad bacteriana ruminal de corderos en cebo a través del empleo de la técnica T-RFLP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 20 corderos de raza Assaf (peso vivo 24.8 ± 1.64 kg), distribuidos en dos grupos equilibrados en función del peso. Los animales se alojaron en jaulas individuales y dispusieron en todo momento de agua fresca y paja de cebada a voluntad. La pauta de administración del pienso [cebada (55%), soja (21%), maíz (19%), melazas (3%), y corrector (2%)] fue a razón de $30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ PV. El pienso se administró solo (grupo CONTROL, n=10 animales) o bien con un 0,15% de naringina ($1,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ MS, grupo NAR, n=10 animales). El periodo experimental tuvo una duración de 8 semanas. Diariamente se recogieron y pesaron los restos de alimento. Al finalizar el periodo experimental los animales se sacrificaron y se procedió a recoger una muestra representativa del contenido ruminal de cada cordero, que se congeló inmediatamente a $-80 \text{ }^\circ\text{C}$. Estas muestras se liofilizaron y posteriormente se procedió a la extracción de ADN microbiano con el kit QIAamp[®] DNA Stool Mini Kit (Qiagen Ltd, UK). Tras la extracción se amplificó un fragmento de ADN ribosómico (fracción 16S) mediante PCR empleando cebadores específicos y universales para bacterias, uno de ellos marcado con fluorescencia en el extremo 5' (FAM-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG; CTTGTACACACCGCCCGT). Seguidamente el producto resultante de la PCR se purificó con el Kit GFX PCR DNA and Gel Band Purification (GE Healthcare). A continuación se cuantificó el DNA y de cada muestra se tomaron 100 ng que fueron sometidos a una digestión a 37°C durante 12h con la enzima de restricción HhaI. El ADN se precipitó con etanol y posteriormente se resuspendió en $10 \mu\text{L}$ de Tween20 al 0.1% conteniendo un patrón de tamaño de fragmentos de entre 60 y 400 pb marcado con otro fluoróforo diferente (ET-ROX). Los fragmentos resultantes de esta digestión se analizaron en un secuenciador de capilares Megabace 500 (GE Healthcare) con un voltaje de 10 kV durante 70 min. Por último, la matriz de datos con la presencia o ausencia (1 y 0, respectivamente) de picos para

cada muestra (programa Gene Marker) se sometió a un análisis de componentes principales (PCA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PCA de la matriz de datos con la presencia o ausencia (1 y 0, respectivamente) de los picos detectados en cada muestra (Figura 1) permitió diferenciar claramente los corderos que habían consumido el pienso control (**C**, grupo CONTROL sin naringina) de aquéllos que habían recibido pienso con naringina (**N**, grupo NAR con naringina). De hecho, el PC2 permitió clasificar correctamente el 85% de las muestras en dos clusters diferentes (Figura 1). Estos resultados evidencian variaciones en la diversidad de las comunidades bacterianas de los corderos que consumen naringina con respecto a aquéllos que no lo hacen. Esto resulta lógico, ya que diferentes estudios han constatado la capacidad antimicrobiana de los flavonoides (Wu et al., 2009). Además, los microorganismos ruminales son capaces de metabolizar la naringina (Gladine et al., 2007). De hecho, parece indispensable que esta flavanona glicosilada sea hidrolizada y liberada de su fracción glicosídica a nivel ruminal para que su aglicona (naringenina) sea finalmente absorbida por los animales. Una vez absorbida, la naringenina puede encontrarse en el plasma conjugada en forma de glucurónidos o sulfatos (Gladine et al., 2007), todo ello debido a la hidrólisis de la naringina que los microorganismos ruminales ejercen previamente a ese nivel.

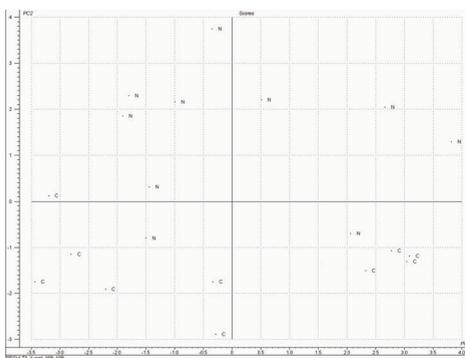


Figura 1. Discriminación obtenida mediante PCA de la matriz de datos con presencia (1) y ausencia (0) de los picos detectados con T-RFLP. (N: grupo Naringina y C: grupo Control).

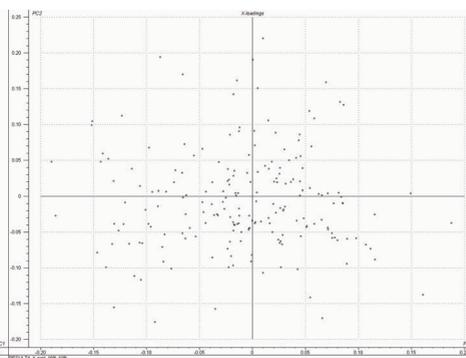


Figura 2. Cargas que cada una de las variables (picos) tiene en el cálculo de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2).

El hecho de no conseguir clasificar correctamente el total de muestras se puede atribuir, en parte, a la gran variabilidad individual que presentan los animales empleados en estudios in vivo con respecto a las comunidades bacterianas ruminales.

Además, esta elevada variación individual también pudo ser la causante de la imposibilidad de identificar los picos responsables de la discriminación de las muestras (Figura 2). Esto impidió utilizar el programa tap-trFLP del software Ribosomal Data Project (RDP) para hacer una asignación teórica de las especies o géneros bacterianos determinantes en la discriminación de las muestras.

En resumen, la utilización de T-RFLP permite detectar los cambios que se producen en las comunidades bacterianas del rumen de corderos en cebo como consecuencia de la adición de flavonoides al pienso. No obstante, parece necesario realizar pruebas in vitro con un único inóculo de partida con el fin de reducir la variabilidad individual entre tratamientos. De este modo, podría ser posible identificar los fragmentos (pb) que realmente permiten esta discriminación así como los grupos bacterianos compatibles con ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gladine, C., Rock, E., Morand, C., Bauchart, D., Durand, D. 2007. *British Journal of Nutrition* 98: 691–701.
- Fisher, A.D., Crowe, M.A., Prendiville, D.J., Enright, W.J. 1997. *Animal Science* 64: 53-62.
- Kim, H.J., OH, G.T., Park, Y.B., Lee, M.K., Seo, H.J., Choi, M.S. 2004. *Life Sciences* 74: 1621-1634.
- Kim, S.Y., Kim, H.J., Lee, M.K., Jeon, S.M., Do, G.M., Kwon, E.Y., Cho, Y.Y., Kim, D.J., Jeon, K.S., Park, Y.B., Ha, T.Y., Choi, M.S. 2006. *Journal of Medicinal Food* 9: 582-586.
- Wu, V.C.H., Qiu, X., de los Reyes, B.G., Lin, C.-S., Pan, Y. 2009. *Food Microbiology* 26: 32-38.
- Ribosomal Data Project [Online: <http://rdp8.cme.msu.edu/html/TAP-trflp.html>]

Agradecimientos: Empresa Destilaciones Bordás Chunchurreta S.A.

APPLICATION OF TERMINAL RESTRICTION FRAGMENT LENGTH POLYMORPHISM (T-RFLP) TO STUDY THE EFFECT OF A DIET WITH POLYPHENOL SUPPLEMENTATION ON RUMINAL BACTERIAL COMMUNITY IN LAMBS

ABSTRACT: Twenty Assaf lambs (initial age 13-15 weeks) were used in this experiment. After random stratification on the basis of body weight (average BW, 24.8 ± 1.64 kg), lambs were allocated to two groups (ten lambs per group). Then, animals were housed individually. After 7 days of adaptation to the basal diet (barley straw and basal concentrate feed), during 8 weeks all the lambs were fed barley straw and the concentrate alone (CONTROL group), or enriched with 0.15% of naringin [1.5 g kg^{-1} DM (NAR group)]. When slaughtered, samples of ruminal content were collected to perform the T-RFLP analysis.

Principal component analysis (PCA) performed on matrix data showing the presence (1) or absence (0) of terminal restriction fragments peaks in ruminal content revealed two clusters corresponding to the lambs having consumed naringin or the control feedstuff, with 85% samples suitably classified. These results highlight variations in the ruminal bacterial community of lambs caused by the naringin consumption. The antimicrobial properties reported on flavonoids might be partially responsible for this circumstance.

Keywords: flavonoids, T-RFLP, lambs, ruminal bacteria, 16S rRNA, PCA

EFFECTO DE LA RELACIÓN FORRAJE:CONCENTRADO Y DEL TIPO DE FORRAJE DE LA DIETA SOBRE LAS COMUNIDADES BACTERIANAS DEL RUMEN DE OVEJAS

Ramos, S., Ranilla, M.J., Martínez, M.E., Saro, C., Tejido, M.L. y Carro, M.D.
Dpto. Producción Animal. Universidad de León. 24071 León
mjrang@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Es conocido desde hace tiempo que el tipo de dieta que reciben los animales rumiantes afecta al número y tipo de bacterias que se desarrollan en el rumen (Bryant y Burkey, 1953; Latham et al., 1971). La relación forraje:concentrado de la dieta es uno de los factores que más influye sobre las condiciones del ecosistema ruminal y, por tanto, sobre la composición de las comunidades bacterianas presentes en el rumen. Los estudios tradicionales se basaban en el recuento de determinados grupos de bacterias, pero apenas aportan información sobre la estructura de las comunidades bacterianas en términos de diversidad, ni sobre cómo afecta la composición de la dieta a dicha estructura. En este trabajo se estudió el efecto de la relación forraje:concentrado y del tipo de forraje de la dieta sobre el perfil de las comunidades bacterianas de la digesta ruminal sólida de ovejas adultas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando 6 ovejas Merinas canuladas en el rumen ($59,0 \pm 4,46$ kg). Se formularon 4 dietas experimentales que consistieron en heno de alfalfa (AL) o heno de gramíneas (GR) y concentrado en proporción 70:30 (AL70 y GR70) y 30:70 (AL30 y GR30). Las dietas fueron administradas a los animales a nivel restringido (56 g MS/kg PV^{0,75}) en dos tomas iguales diarias (8:00 y 20:00 h). El diseño experimental fue un cuadrado Latino 4 x 4 parcialmente replicado, con 4 dietas, 4 períodos y 6 animales. Tras 15 días de adaptación a la dieta, se tomaron muestras representativas del contenido ruminal (600 g de digesta total), a través de la cánula, 4 horas después de la administración de alimento. El contenido líquido se eliminó filtrando la digesta a través de 4 capas de gasa, y el residuo sólido se lavó con 300 mL de solución salina a 38°C para eliminar las bacterias asociadas a la fase líquida de la digesta. Una vez filtrada de nuevo, la digesta sólida se congeló inmediatamente y después se liofilizó para su posterior análisis.

Los perfiles de las comunidades bacterianas de las digestas se estudiaron mediante ARISA (Análisis Automatizado de la Región Espaciadora Intergénica Ribosomal). La extracción de ADN de las muestras se realizó siguiendo la metodología propuesta por Yu y Morrison (2004). El ADN extraído se amplificó utilizando los cebadores 16S-1392F y 23S-125R, que amplifican la región ITS1 en el operón rRNA (Danovaro et al., 2006). El cebador 16S-1392F está marcado con 6-FAN. El amplicón se purificó y se cuantificó en un espectrofotómetro Nanodrop ND-1000 (NanoDrop Technologies, Wilmington, Delaware, Estados Unidos). Para el ARISA se utilizaron 5 ng de ADN y 0,5 μ L de un estándar interno de tamaño (LIZ1200; Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos) en formamida desionizada y desnaturalizados a 94 °C durante 2 minutos, antes de enfriarlos en hielo. La separación de los fragmentos ARISA se realizó en un ABI Prism 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos), utilizando capilares de 40 cm por 50 μ m y polímero POP-4 (Perkin Elmer). Los fragmentos obtenidos se analizaron con el software GeneMarker versión 1.80 (SoftGenetics, State College, Pennsylvania, Estados Unidos). El dendrograma se construyó utilizando el algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) a partir del coeficiente de correlación de Pearson. La similitud entre los perfiles ARISA se estimó mediante análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron un total de 195 filotipos, de los que 11 estuvieron presentes únicamente en las digestas de los animales que recibieron heno de alfalfa y 10 en las de los que recibieron heno de gramíneas. Se trata, por tanto, de comunidades bacterianas relativamente complejas. El número de filotipos detectado (Tabla 1) no fue diferente ($P>0,05$) entre dietas, ni tampoco lo fue ($P>0,50$) la diversidad de las comunidades bacterianas, tal y como lo refleja el índice de Shannon.

Tabla 1. Índice de Shannon y número de picos del ARISA en la digesta ruminal sólida de ovejas que recibían dietas con heno de alfalfa (AL) o heno de gramíneas (GR) y concentrado en proporciones de 70:30 (70) o 30:70 (30).

	Dieta				ESM ²	Efecto ¹ (P =)		
	AL70	AL30	GR70	GR30		F:C	FOR	F:C x FOR
Índice de de Shannon	4,21	4,21	3,93	3,98	0,192	0,92	0,31	0,77
Número de filotipos	69,0	70,2	58,2	56,3	8,90	0,94	0,26	0,99

¹ F:C: relación forraje:concentrado; FOR: tipo de forraje.

² error estándar de la media.

La figura 1 representa los dendrogramas de los análisis cluster de las comunidades bacterianas de las digestas AL y GR. La mitad de los animales que recibieron la dieta AL70 se agruparon en un cluster, mientras que para la dieta AL30 no se observó ninguna tendencia al agrupamiento clara. El animal 5, por su parte, formó un grupo aparte del resto de digestas. Para la dieta GR, las digestas se agruparon en función de la cantidad de forraje (GR30 y GR70), aunque se observa un animal de cada dieta que se sitúa en un cluster aparte. Aunque en general, el porcentaje de forraje en la ración parece un factor importante que afecta a la composición de las comunidades microbianas presente en el rumen, es más manifiesto para las dietas a base de heno de gramíneas que en las de heno de alfalfa, y además, en algunos casos, el individuo parece ser el factor que más influye en dicha composición.

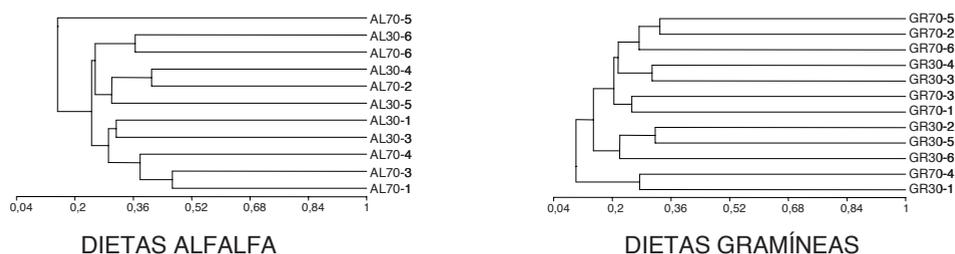


Figura 1. Dendrogramas de los ARISA de las digestas del rumen de ovejas que recibieron dietas con heno de alfalfa o heno de gramíneas y concentrado (ver texto para la descripción de las dietas). Los números del 1 al 6 indican diferentes ovejas.

El análisis de componentes principales muestra las mismas diferencias en composición de las comunidades bacterianas entre dietas apuntada anteriormente (Figura 2). El eje 1 explicó el 9,15% de la varianza, y el eje 2 el 7,73%, lo que da una idea de la complejidad de factores implicados en la estructura de las comunidades bacterianas. Con la excepción del animal 5, las comunidades bacterianas del rumen de los animales que recibieron alfalfa en la dieta se sitúan en la parte izquierda del eje 2, mientras que las de los que recibieron heno de gramíneas se sitúan en la zona central. Dentro cada dieta, las digestas tienden a agruparse en relación a la proporción forraje:concentrado.

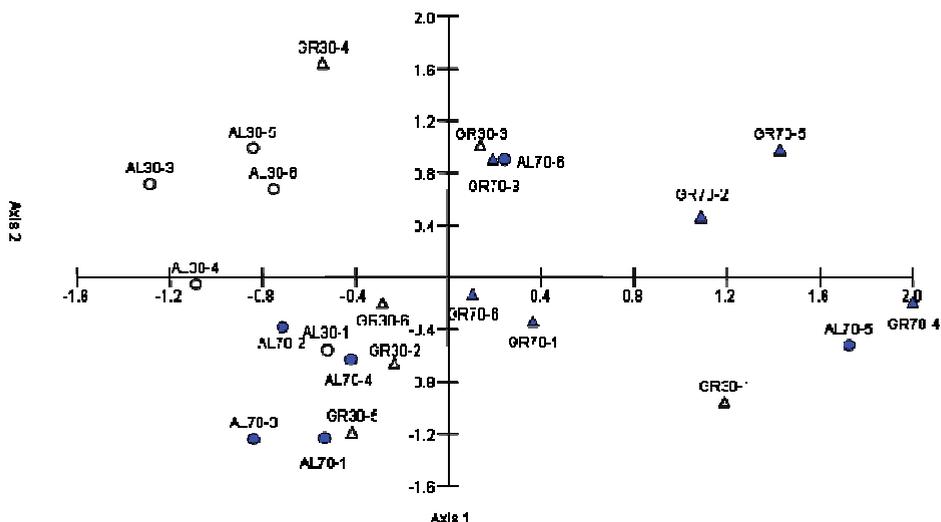


Figura 2. Análisis de componentes principales generado a partir de los perfiles ARISA de las comunidades bacterianas del rumen de ovejas que recibieron dietas con heno de alfalfa o heno de gramíneas y concentrado (ver texto para la descripción de las dietas).

Estos resultados indican que el factor que más influyó en la estructura de las comunidades bacterianas de la digesta sólida del rumen de ovejas alimentadas con cuatro dietas diferentes fue el tipo de forraje (heno de alfalfa y heno de gramíneas), y dentro de cada tipo de forraje, la proporción del mismo. No se encontraron diferencias significativas entre dietas en el número de especies bacterianas presentes ni en la diversidad de las comunidades. Cabe señalar que existieron grandes variaciones individuales en el perfil de dichas comunidades bacterianas, y que el factor “animal” predominó sobre el resto en algunos casos concretos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bryant, M. P. & Burkey, L. A. 1953. *J. Dairy Sci.* 36:218-224.
- Danovaro, R., Luna, G.M., Dell'Anno A. & Pietrangeli, B. 2006. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 5982-5989.
- Latham M. J., Sharpe, E. M. & Sutton, J. D. 1971. *J. Appl. Bacteriol.* 34:425-434.
- Yu, Z., & Morrison, M. 2004. *Bio. Techniques* 36: 808-812.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del Proyecto AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiado por el M.E.C. S. Ramos disfruta de una beca F.P.I. del M.E.C. (BES-2005-6842).

EFFECTS OF FORAGE: CONCENTRATE RATIO AND FORAGE TYPE ON THE BACTERIAL COMMUNITIES IN RUSITEC FERMENTERS.

ABSTRACT: The aim of this work was to analyse the effects of forage:concentrate ratio (30:70 and 70:30) and forage type (alfalfa and grass hay) on the bacterial communities in sheep ruminal digesta. In order to study microbial diversity, DNA was isolated from samples of solid digesta and the ITS1 region of rDNA operon was amplified by PCR and analyzed by ARISA. Both the type of forage and forage:concentrate ratio affected the community profiles established in the rumen of the animals, and a high animal variability was detected in terms of rumen microbial structure.

Keywords: rumen bacterial communities, ARISA, sheep

ESTUDIO MOLECULAR DE LAS COMUNIDADES BACTERIANAS DEL RUMEN DE CAPRINO Y DE FERMENTADORES DE FLUJO SIMPLE CONTINUO.

Cantalapiedra-Hijar, G.¹., Yáñez-Ruiz, D.R.¹, Newbold, C.J.², Molina-Alcaide, E.¹.

¹Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada, España. gonzalo.cantalapiedra@eez.csic.es.

²Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences (IBERS), Aberystwyth University, Llanbadarn Campus, SY23 3 AL, Aberystwyth, Reino Unido.

INTRODUCCIÓN

El uso de fermentadores de flujo continuo (FFC) para el estudio in vitro de la fermentación ruminal se ha extendido en las últimas décadas. Para considerarse una herramienta de simulación adecuada, los FFC deberían, entre otros aspectos, mantener las poblaciones microbianas similares a las del rumen en cuanto a cantidad y diversidad (Warner, 1956). Sin embargo, a pesar del gran interés que despiertan estas técnicas, muy pocos estudios (Slyter and Putnam, 1967; Ziemmer et al., 2000) se han centrado en la capacidad de los FFC para mantener una población microbiana representativa del rumen como parte de la validación. Este trabajo pretende evaluar, mediante técnicas moleculares, la capacidad de los FFC para mantener la biomasa y estructura bacteriana de las comunidades presentes en el rumen de caprino. Además, con objeto de conocer la representatividad de las fracciones bacterianas utilizadas comúnmente como referencia en la estimación del flujo de N al duodeno, la evaluación de la estructura microbiana se extiende también a bacterias asociadas a sólido (BAS) y líquido (BAL) aisladas de los sistemas in vivo e in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuatro cabras de raza granadina ($46,3 \pm 2,96$ kg PV) canuladas en rumen y cuatro fermentadores de flujo simple continuo (FFSC, Miettinen y Setälä, 1989) reciben cuatro dietas constituidas por un forraje (heno de gramíneas o de alfalfa) y un concentrado en alta (70%) o baja (30%) proporción. Los animales se adaptan a las dietas durante 17 días, tras los cuales se toma una muestra de 50 mL del contenido del rumen. El día 22 se obtiene aproximadamente 1L de contenido ruminal de cada animal para aislar fracciones bacterianas (Martín-Orué et al., 1998) asociadas a líquido (BAL) y sólido (BAS). El sistema in vitro, fue inoculado con líquido ruminal de las cabras que recibieron las mismas dietas experimentales durante 21 días. Tras un período de adaptación de 8 días a las condiciones in vitro, se toman alícuotas de 1,5 ml del contenido del fermentador. El día 12 se recoge el contenido total del fermentador (1000 mL) para aislar BAL y BAS de igual manera que in vivo. Tras la congelación (-20° C) y liofilización de las muestras, se extrae su ADN mediante una combinación de métodos mecánicos (Minibeatbeater™) y químicos (QUIAGEN QIAmp DNA stool mini kits). Para la caracterización bacteriana mediante la técnica 'terminal restriction fragment length polymorphysm' (T-RFLP), se amplifica el ADN extraído con primers universales de bacterias que utilizan como diana la fracción 16S del ADNr, uno de ellos marcado con cianina (Hongoh et al., 2005) utilizándose un termociclador programado a 25 ciclos. El producto de la PCR purificado se digiere por separado con 4 enzimas de restricción (*HaeIII*, *HhaI*, *MspI* y *RsaI*). Los extremos terminales marcados de los fragmentos resultantes de la digestión se detectan en columna capilar mediante fluorescencia y se calcula el tamaño de estos por comparación con el tiempo de retención electroforético de un estándar de ADN incluido en la muestra. El patrón de picos resultante se analiza mediante el programa CAP 4 (Community Analysis Package V.4.1.3 ©Pisces Conservation) utilizando como algoritmo el método estadístico de ordenación MDS. Además, a partir de la abundancia relativa de cada fragmento en el patrón de picos se obtiene el índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1963). Para la cuantificación de bacterias totales mediante q-PCR se utilizan primers universales de bacterias (McSweeney and Denman, 2007) y un termociclador con detector de fluorescencia (DNA Engine Opticon® System) que efectúa una amplificación de 40 ciclos. Los estándares se obtienen mediante la

extracción de ADN de una mezcla de cultivos puros (incubación 24 h) de 17 cepas de bacterias ruminales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diversidad y abundancia de bacterias (Tabla 1) observados en el contenido del rumen de cabras y de fermentadores de flujo simple continuo (FFSC) es similar ($P \geq 0.14$) en el presente estudio, lo cual es suficiente según algunos autores (Strobel et al., 2008) para concluir que los FFSC son un modelo adecuado para mantener las comunidades microbianas del rumen. Sin embargo, ya que similar diversidad bacteriana no implica necesariamente similitud en la estructura, la validación de los FFSC debería profundizar en la composición bacteriana. En este sentido, el análisis multidimensional escalar (MDS) llevado a cabo sobre los resultados obtenidos mediante t-RFLP de muestras *in vivo* e *in vitro* (Figura 1) muestra una clara separación espacial de las mismas en función de su origen, lo que sugiere una estructura diferente de las comunidades bacterianas en ambos sistemas. Esta observación está en desacuerdo con los resultados de comparaciones previas FFC vs. rumen utilizando técnicas clásicas de cultivo (Slyter and Putnam, 1967), aunque el número de especies identificadas en dicho estudio (17 especies) limita la comparación con los resultados del presente trabajo (alrededor de 180 alelos diferentes por enzima de restricción en toda la población). En otra comparación FFC vs. rumen (Ziemmer et al., 2000) utilizando sondas de ADN ribosómico, se observaron grandes diferencias entre ambos sistemas dentro del grupo de bacterias gram positivas (las cuales constituyen aproximadamente la mitad del total en ese estudio). Numerosos factores pueden estar implicados en las diferencias encontradas entre rumen de caprino y FFSC: diferentes tasas de dilución de los FFSC con respecto a la que ocurre en animales, una falta de representatividad de la estructura bacteriana en el inóculo de partida (filtrado de contenido ruminal) y una ausencia de protozoos en los FFSC (Ozutsumi et al., 2005). En cuanto a las posibles diferencias entre BAS y BAL del rumen y de FFSC, el MDS muestra una estructura de la comunidad bacteriana distinta entre dichas fracciones y el contenido tanto en rumen como en FFSC. *In vitro*, además se observa que las BAL y BAS se agrupan en función del nivel de concentrado de las dietas, lo que podría estar influido por el menor pH ($P < 0.05$) alcanzado en los FFSC alimentados con dietas altas en concentrado. Además este pH más bajo podría explicar igualmente la menor ($P < 0.05$) diversidad (índice Shannon) encontrada en los FFSC con dietas altas en concentrado. Las posibles causas que expliquen las diferencias en ambos tipos de muestras (contenido vs. BAL-BAS) con mismo origen (animal-fermentador) pueden deberse a una pérdida de algunos grupos bacterianos durante el aislamiento y a la representatividad de las muestras recogidas del contenido del rumen y de FFSC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hongoh, Y., Deevong, P., Inoue, T., Moriya, S., Trakulnaleamsai, S., Ohkuma, M., Vongkaluang, C., Noparatnaraporn, N., Kudo, T. 2005. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 6590-6599.
- Martin-Orúe, SM., Balcells, J., Zakraoui, F., Castrillo, C. 1998. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71: 269-282.
- McSweeney, C.S., Denman, S.E. 2007. *J. Appl. Microbiol.* 103: 1757-1765.
- Miettinen, H., Setälä, J. 1989. *J. Agric. Sci. Finland.* 61: 463-473.
- Ozutsumi, Y., Tajima, K., Takenaka, A., Itabashi, H. 2005. *Current Microbiol.* 52: 158-162.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. University of Illinois Press, Urbana, USA.
- Slyter, L.L., Putnam, P.A. 1967. *J. Anim. Sci.* 26: 1421-1427.
- Strobel, E., Seeling, K., Tebbe, C.C. 2008. *Environ. Microbiol.* 10: 483-496.
- Warner, A.C.I. 1956. *J. Gen. Microbiol.* 14: 733-748.
- Ziemer, C.J., Sharp, R., Stern, M.D., Cotta, A., Whitehead, T.R., Stahl, D.A. 2000. *Environ. Microbiol.* 2: 632-643.

Tabla 1. Efecto del origen (rumen-fermentador) y del nivel del concentrado (bajo-alto) en la dieta sobre los valores medios de pH, índice de Shannon y bacterias totales (Bt).

Parámetros ¹	Rumen		Fermentador		EEM ⁴	O ⁵	Valor P	
	CB ²	CA ³	CB	CA			C ⁶	Ox C
pH	6.33 ^c	6.22 ^c	5.97 ^b	5.79 ^a	0.034	<0.001	0.15	0.94
Índice Shannon	3,38 ^b	3,40 ^b	3,44 ^b	3,13 ^a	0.030	0.14	0.02	0.02
Bt, ng ADN/ μ L extracto	78,8	93,8	76,0	76,5	9.6	0.61	0.69	0.71

^{a-c} Diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

¹ Observaciones, $n = 4$; ² CB = nivel de concentrado bajo; ³ CA = nivel de concentrado alto; ⁴ EEM = error estándar de la media; ⁵ O = efecto del origen; ⁶ C = efecto del nivel de concentrado.

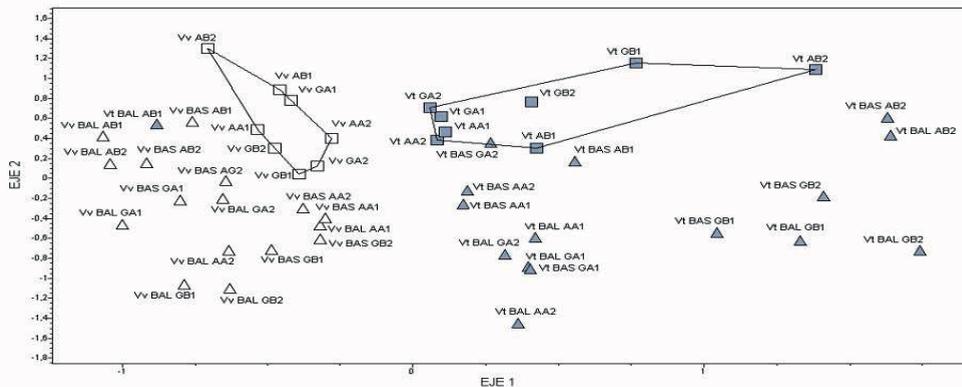


Figura 1. Análisis multidimensional escalar (MDS) del patrón de picos obtenidos mediante T-RFLP de muestras procedentes de bacterias asociadas a la fase líquida (BAL) y a la fase sólida (BAS) in vivo (Vv) e in vitro (Vt) y de contenido del rumen y fermentadores de flujo simple continuo alimentados con las mismas dietas experimentales (GA = 70% heno de gramíneas + 30% concentrado; GB = 30% heno de gramíneas + 70% concentrado; AA = 70% heno de alfalfa + 30% concentrado; AB = 30% heno de alfalfa + 70% concentrado). □ = contenido del rumen; △ = bacterias aisladas in vivo; ■ = contenido de los fermentadores; ▲ = bacterias aisladas in vitro.

MOLECULAR STUDY OF BACTERIAL COMMUNITIES IN THE RUMEN OF GOATS AND IN SINGLE-FLOW CONTINUOUS-CULTURE FERMENTERS.

ABSTRACT: Four rumen cannulated goats and 4 single-flow continuous culture fermenters (SFCCF) fed the same diets were used to characterize and quantify by terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) and real time PCR (qPCR), respectively, bacterial communities present in the contents as well as in the liquid (LAB) and solid (SAB) associated bacteria pellets. Shannon index and total bacteria concentration were similar ($P \geq 0.14$) in rumen and SFCCF samples. However the bacterial community structure elicited by multidimensional scaling (MDS) analysis showed differences between both types of samples, probably caused by different conditions in the in vitro system compared to in vivo: dilution rate and the lack of protozoa population. Differences between samples from the same system (contents vs. LAB-SAB) were also evidenced by MDS, which might be a result of losses through the isolation process or different representation achieved by the sampling procedures. In vitro, differences in LAB or SAB between fermenters fed high or low concentrate diets were also observed, and this may be caused by lower ($P < 0.05$) pH reached in SFCCF fed high in comparison to low concentrate diets.

Keywords: rumen, single-flow continuous-culture fermenters, q-PCR, T-RFLP

ESTUDIO DE LAS POBLACIONES MICROBIANAS DESARROLLADAS EN UN SISTEMA DE CULTIVO *IN VITRO* NO RENOVADO CON DIETAS QUE INCLUYEN SUBPRODUCTOS DE INVERNADERO COMO SUSTITUTIVO DE LA CEBADA

Soto, E. C., Molina-Alcaide, E., Khelil, H., Yáñez-Ruiz, D. R.

Instituto en formación de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 Granada, España. e-mail: eva.soto@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El uso de técnicas *in vitro*, que simulan la fermentación ruminal, permite llevar a cabo estudios de nutrición, evitando el uso de animales intervenidos quirúrgicamente, y disminuir los costes y variabilidad asociados a los estudios *in vivo*. En concreto, la técnica de cultivos no renovados de microorganismos ruminales (CNRMR) permite la evaluación rápida y sencilla del efecto de la inclusión de distintos ingredientes o aditivos en la dieta sobre la fermentación ruminal (Theodorou et al., 1994). Un sistema de simulación ideal ha de permitir el desarrollo de comunidades microbianas similares, en cuanto a número y estructura, a las que existen en el rumen. Este aspecto se desconoce totalmente en relación a los sistemas CNRMR. Este trabajo se enmarca en un proyecto cuyo objetivo es evaluar la inclusión de residuos de invernadero en dietas para rumiantes, como sustitutivos de la cebada, uno de los ingredientes mayoritarios en los concentrados del ganado. Puesto que estos subproductos provienen de una agricultura muy intensiva, sometida a tratamientos químicos, es necesario evaluar *in vitro* el efecto de su inclusión sobre los microorganismos del rumen.

El objetivo de este trabajo fue estudiar, en CNRMR inoculados con líquido ruminal de caprino, la evolución de la concentración de diferentes grupos microbianos en relación al inóculo ruminal de partida empleando como sustrato dietas estándar en las que la cebada fue sustituida por cantidades crecientes de tomate y/o pepino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó una dieta control (CO), a base de paja de cereal (30%), cebada (25%), heno de alfalfa (22%), torta de girasol (15%) y harina de salvado de trigo (5%), y tres tipos de dietas experimentales en las que la cebada se reemplazó progresivamente (en un 20%, 60% y 100% para los niveles 1, 2 y 3 de subproducto, respectivamente) con cantidades crecientes de tomate (TO1, TO2 y TO3), pepino (PE1, PE2 y PE3) o una mezcla (1:1) de tomate y pepino (TP1, TP2 y TP3). Adicionalmente, se empleó heno de alfalfa como dieta estándar (HA) y un blanco (BL). Todas las dietas incluían un 1% de mezcla minero-vitáminica. Las dietas se incubaron (500 mg) en frascos de vidrio de 120 ml sellados, a los que se adicionaron 50 ml de un medio de cultivo compuesto por líquido ruminal filtrado y una disolución tampón (Goering y van Soest, 1970) en una relación 1:4. Los frascos se dividieron en 2 lotes, que se incubaron durante 24 y 72 horas en un baño a 39° C, resultando un total de 12 botes para cada tiempo de incubación y 6 para cada tipo de subproducto. El líquido ruminal se obtuvo de 3 cabras de raza granadina (46,9 ± 2,15 kg de peso vivo medio), canuladas en rumen y alimentadas con heno de alfalfa a nivel de mantenimiento (Prieto et al., 1990). El contenido ruminal de cada animal se extrajo antes de la toma de alimento, se filtró a través de 4 capas de gasa bajo un flujo de CO₂ y se mezcló con la disolución tampón. Los frascos de vidrio se abrieron a las 24 y a las 72 horas de incubación y el residuo resultante de la fermentación se congeló a -20° C y se liofilizó. A partir de las muestras liofilizadas se realizó la extracción de ADN total con el kit QIAmp® DNA Stool Mini Kit (Qiagen GmbH, Hilden, Germany). El extracto se utilizó para la cuantificación absoluta de varios grupos microbianos, mediante PCR en tiempo real, amplificando zonas génicas conservadas de cada grupo. Se usaron *primers* específicos de bacterias (Maeda et al., 2003), hongos, *Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens* (Denman y McSweeney, 2006), protozoos (Sylvester et al., 2005) y arqueas metanogénicas (Denman et al., 2007). Para estimar el valor real de copias génicas se emplearon patrones consistentes en extractos del plásmido pCR®4-TOPO (Invitrogen™, Carlsbad, CA, USA) recombinado con los fragmentos del gen diana para cada grupo microbiano analizado. Para la amplificación de los patrones y de las muestras problema se utilizó la mezcla comercial iQ™ SYBR® Green Supermix 2X y el sistema de amplificación – detección iCycler – iQ5 (Bio-Rad, Hercules, CA, USA). El número de copias génicas se corrigió teniendo en cuenta la cantidad de muestra fresca de la que procedía el extracto de ADN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una disminución significativa ($P \leq 0.029$) de la concentración de todas las poblaciones microbianas estudiadas tras 72 horas de incubación, en comparación con el periodo de 24 horas de incubación (Tabla 1), como respuesta lógica al agotamiento del sustrato. No obstante las diferencias eran menos acusadas (Tabla 1 y Figura 1) en el grupo de bacterias totales ($P = 0.029$). La explicación a este hecho puede estar en la importante disminución observada en las poblaciones de protozoos (Figura 1) que son predadores de las bacterias y cuyo crecimiento en sistemas *in vitro* suele estar más limitado que el de otros grupos microbianos. Goel et al. (2008), utilizando un sistema de incubación similar al empleado en este trabajo y con inóculo ruminal de ganado vacuno, observaron un incremento de las poblaciones bacterianas como consecuencia del descenso en el número de protozoos provocado por el empleo de antiprotozoarios en la dieta. Las poblaciones de arqueas metanogénicas mostraron también un descenso ($P = 0.020$) tras 72 horas, aunque éste fue menor al observado en protozoos. Estos datos están en concordancia con los de Zhang et al. (2008) que observaron, en incubaciones *in vitro*, que la eliminación de los protozoos ciliados del medio de cultivo provocaba también la de las arqueas metanogénicas asociadas a ellos, que representan entre el 10 y el 20% del total de microorganismos metanogénicos (Stumm et al., 1982), sin que se afectasen las arqueas libres. Tokura et al. (1997) observaron diferencias fisiológicas, frente a la salinidad y la presencia de amonio, entre arqueas metanogénicas de vida libre y aquellas asociadas a ciliados.

La biomasa de los diferentes grupos estudiados, tras 24 h de incubación con las distintas dietas experimentales, era igual o superior (Figuras 1a y 1b) a la que existía en el inóculo de partida (líquido ruminal + tampón). Las poblaciones de *R. flavefaciens* y hongos no parecen afectarse por la presencia de subproducto (Figura 1 b). En el resto de casos, mientras que la sustitución de cebada por tomate o aumenta (bacterias totales) o disminuye (protozoos, arqueas metanogénicas y *F. succinogenes*) la concentración del microorganismo en cuestión, la presencia de pepino disminuye considerablemente las poblaciones de todos estos grupos microbianos.

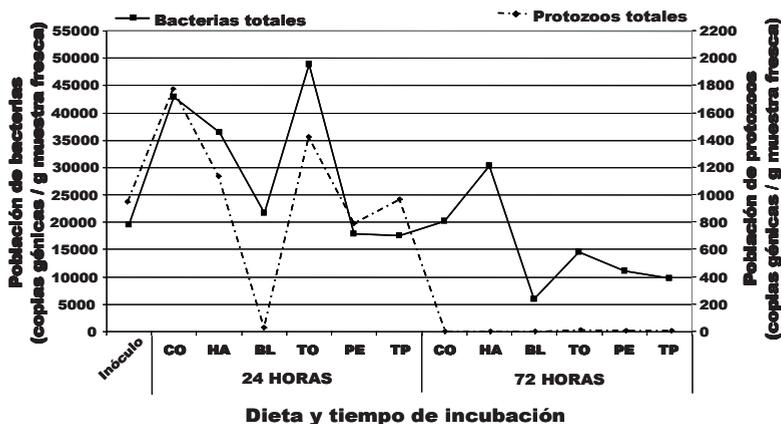
Los resultados muestran que en el sistema de CNRMR se mantiene una biomasa microbiana cuantitativamente similar a la del inóculo ruminal de partida tras 24 de incubación y, que esta biomasa responde a cambios en la composición química de la dieta empleada como sustrato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

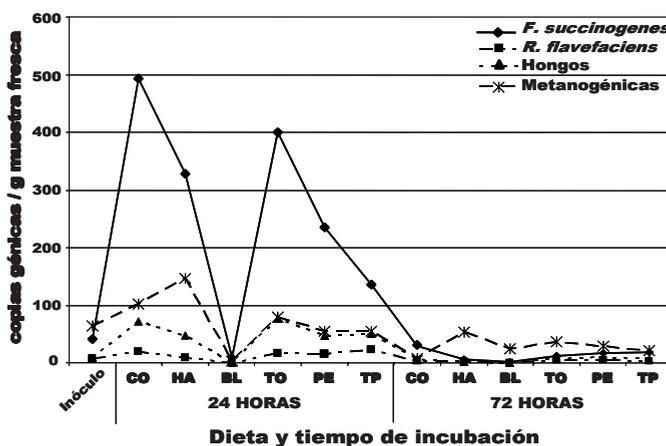
- Denman S.E. & McSweeney C.S. 2006. *FEMS Microbiol Ecol.* 58: 572-82.
- Denman S.E., Tomkins N.W. & McSweeney C.S. 2007. *FEMS Microbiol Ecol.* 62: 313-22.
- Goel, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K. 2008. *J Appl Microbiol.* 770-777.
- Goering, M.K. & van Soest, P.J., 1970. *Agricultural Handbook*, vol. 379. Agricultural Research Service, USDA, Washington D.C., USA.
- Maeda H., Kokeyuchi S., Arai, H., Tanimoto I., Nishimura, F. & Takashiba S. 2003 *FEMS Immunol. Medical Microbiol.* 39: 81-86.
- Prieto, C., Aguilera, J.F., Lara, L., Fonollá, J. 1990. *Br J Nutr.* 63, 155-163.
- Stumm, C.K., Gijzen H.J. & Vogels, G.D. 1982. *Br J Nutr.* 47, 95-99.
- Sylvester J.T., Karnati S.K., Yu Z., Newbold C.J. & Firkins J.L. 2005. *J Dairy Sci.* 88: 2083-2095.
- Tokura, M., Ushida, K., Miyazaki, K. & Kojima, Y. 1997. *FEMS Microbiol Ecol.* 22, 137-143.
- Zhang, C.M., Guo, Y.Q., Yuan, Z.P., Wu, Y.M., Wang, J.K., Liu, J.X. & Zhu, W.Y. 2008. *Anim Feed Sci Technol.* 146, 259-269.

Tabla 1. Efecto del tiempo de incubación sobre las poblaciones, expresadas como número de copias génicas, de bacterias totales, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, hongos totales, protozoos totales y arqueas metanogénicas totales.

	Tiempo de incubación		P-valor	EEM
	24 horas	72 Horas		
Bacterias totales	2,95 * 10 ¹⁰	1,35 * 10 ¹⁰	0,029	0,349 * 10 ¹⁰
<i>F. succinogenes</i>	26,2 * 10 ⁷	1,48 * 10 ⁷	<0,001	2,52 * 10 ⁷
<i>R. flavefaciens</i>	16,5 * 10 ⁶	3,78 * 10 ⁶	<0,001	1,31 * 10 ⁶
Hongos totales	53,4 * 10 ⁶	6,44 * 10 ⁶	<0,001	4,00 * 10 ⁶
Metanogénicas totales	6,82 * 10 ⁷	2,87 * 10 ⁷	0,002	0,577 * 10 ⁷
Protozoos totales	1050 * 10 ⁶	5,64 * 10 ⁶	<0,001	74,3 * 10 ⁶



1. a



1. b.

Figura 1. a) valores medios de copias génicas (en millones) de bacterias totales (escala de la izquierda) y protozoos totales (escala de la derecha); b) valores medios de copias génicas (en millones) de poblaciones de *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, hongos totales y arqueobacterias metanogénicas totales.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía (Proyecto de Excelencia PO5-AGR-0048) y el CSIC (Proyecto Intramural-2007401021). E. C. Soto agradece la concesión de una beca predoctoral del programa I3P 2006 del CSIC.

STUDY OF MICROBIAL POPULATIONS IN A *IN VITRO* BATCH CULTURE SYSTEM FED DIETS INCLUDING GREENHOUSES WASTES AS BARLEY SUBSTITUTE

ABSTRACT: There is little information on the evolution of the microbial communities sustained in *in vitro* systems as compared with the rumen. The aim of this work was to study the evolution of some microbial groups in a batch culture system after 24 h and 72 h of incubation of diets including increasing amounts of greenhouse wastes to replace barley grain. Different microbial populations (total bacteria, methanogen archaea, fungi and protozoa, *Fibrobacter succinogenes* and *Ruminococcus flavefaciens*) were quantified by using qPCR on DNA extracts from 24 and 72 h incubations. The numbers of the analyzed microbial groups increased after 24 h and decreased after 72 h of incubation compared with the original rumen buffered inocula, although total bacteria and methanogens varied less than the other groups ($P = 0.029$ and $P = 0.002$, respectively). In general, diets including cucumber promoted lower microbial concentrations than diets with only tomato. These results show that the batch culture system seems to be able to quantitatively maintain a similar microbial biomass as compared to the rumen, and that it reproduces changes induced by the diet.

Keywords: batch culture, ruminal microorganisms, greenhouses wastes, qPCR.

EFFECTO DEL pH SOBRE LA CUANTIFICACIÓN MEDIANTE rt-PCR DE BACTERIAS INVOLUCRADAS EN LOS PROCESOS DE LIPÓLISIS Y BIOHIDROGENACIÓN RUMINAL

Fuentes, M. C. y Calsamiglia, S.

¹Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España
maricarmen.fuentes@uab.es

INTRODUCCIÓN

La lipólisis es el proceso por el que se liberan los ácidos grasos (AG) de los triglicéridos y quedan disponibles para ser biohidrogenados por las bacterias ruminales. La principal bacteria identificada como responsable de este proceso es *Anaerovibrio lipolytica* (Harfoot y Hazlewood, 1988). La biohidrogenación ruminal de los AG insaturados se atribuye principalmente a cepas del grupo *Butyrivibrio*. Paillard et al. (2007) construyeron un árbol filogenético de 47 cepas ruminales productoras de ácido butírico y mediante análisis metabólicos observaron que 33 de estas cepas metabolizaban el ácido linoleico a ácido vaccénico (*Butyrivibrio* subgrupo AV), mientras que sólo un pequeño grupo de cepas convertían el ácido linoleico a ácido esteárico (*Butyrivibrio* subgrupo AS). Resultaría interesante cuantificar de manera independiente los microorganismos responsables de estos procesos de biohidrogenación ruminal para poder estudiar cómo cambios en la dieta o en las condiciones de fermentación pueden afectar a dichas poblaciones microbianas y de esta manera poder seleccionar una población microbiana ruminal más adecuada para conseguir unos determinados objetivos de enriquecimiento. En este trabajo se presentan resultados de dos estudios realizados in vitro donde se evaluó el efecto del pH sobre la cuantificación de DNA de bacterias involucradas en los procesos de lipólisis y biohidrogenación ruminal, y se analiza la relación entre la cuantificación de DNA mediante rt-PCR de estas bacterias y la concentración de AG en el efluente para comprobar la especificidad de la técnica.

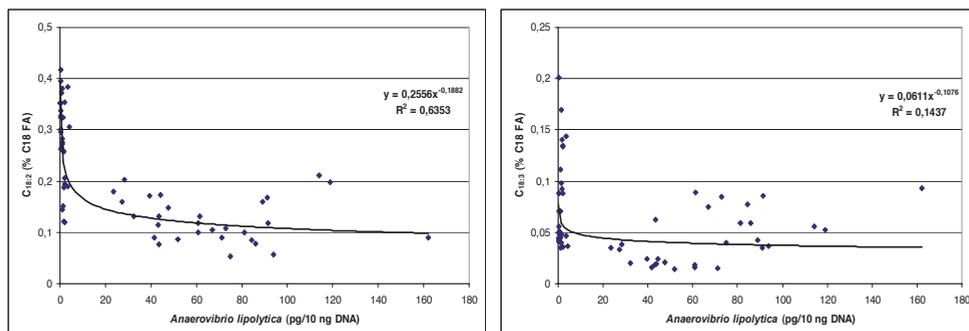
MATERIAL Y MÉTODOS

En los dos estudios in vitro se utilizaron 8 fermentadores de doble flujo continuo (Stern y Hoover, 1990) en dos periodos consecutivos de 8 días (5 d de adaptación y 3 d de muestreo). La temperatura (39°C) y la tasa de dilución sólida (5%/h) y líquida (10%/h) se mantuvieron constantes. El pH utilizado en ambos experimentos fue un pH alto de 6,4 y un pH bajo de 5,6. Durante los 3 días de muestreo a 1 hora post alimentación de la mañana se tomaron muestras del líquido ruminal del fermentador para determinar las concentraciones de DNA de *Anaerovibrio lipolytica*, *Butyrivibrio* subgrupo AV y *Butyrivibrio* subgrupo AS usando la técnica de rt-PCR para estudiar cambios en las bacterias involucradas en los procesos de lipólisis y biohidrogenación ruminal. A la misma hora de muestreo se tomaron 60 mL del efluente para estudiar el perfil de AG. Las muestras de DNA del líquido ruminal se extrajeron por rotura física usando el método de bead-beating (Mini-Beater; Biospec Products, Bartlesville, OK) según la metodología descrita por Whitford et al. (1998) con modificaciones de M. Blanch (comunicación personal). Se diseñaron primers específicos para los tres grupos de bacterias. Las condiciones de PCR fueron: 50°C durante 2 min; 95°C durante 10 min; 35 ciclos de 95°C durante 15 s y 60°C durante 1 min. Cada mezcla de PCR (20 µL) contenía (concentraciones finales): 1 × Power SYBR Green PCR Master Mix (Applied Biosystems, Warrington, UK), 0,5 µM primer, y 10 ng de DNA genómico (100 ng de DNA genómico para *A. lipolytica*). Las PCR se realizaron en un ABI PRISM 7900 HT Sequence Detection System (Applied Biosystems, Warrington, UK). La curva estándar de *A. lipolytica* tenía una pendiente de -3,417 y un coeficiente de regresión de 0,997, la de *Butyrivibrio* subgrupo AS tenía una pendiente de -3,219 y un coeficiente de 0,997 y la de *Butyrivibrio* subgrupo AV tenía una pendiente de -3,499 y un coeficiente de regresión de 0,991. Las eficiencias de la PCR, calculadas según Ginzinger (2002), fueron 96,2%, 104,5% y 93,1% para *A. lipolytica*, *Butyrivibrio* subgrupo AS y *Butyrivibrio* subgrupo AV, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

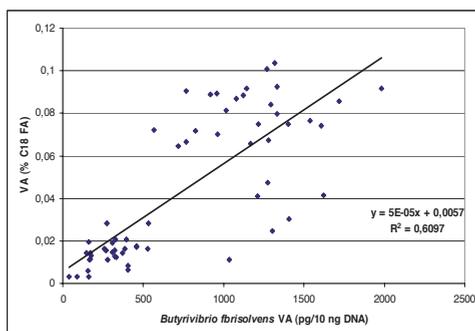
En ambos experimentos, la concentración de DNA de *A. lipolytica* se redujo a pH de 5,6. *A. lipolytica* es la principal bacteria responsable de realizar la lipólisis ruminal. Si hay menos lipólisis a pH 5,6, esto explicaría junto con una menor biohidrogenación a pH 5,6 (que también fue observada en ambos experimentos) el incremento observado en las proporciones de $C_{18:2}$ y $C_{18:3}$ en el efluente en ambos experimentos a pH 5,6 (Figura 1).

Figura 1. Relación entre la concentración de DNA de *Anaerovibrio lipolytica* (pg/10 ng DNA) y las proporciones en el efluente de $C_{18:2}$ y $C_{18:3}$ en ambos experimentos a pH de 5,6.



Las concentraciones de DNA de *Butyrivibrio* subgrupo AV también se redujeron a pH 5,6 en ambos experimentos. Este grupo de bacterias sintetiza ácido vaccénico cuando se incuban con ácido linoleico (Paillard et al., 2007). Esta menor concentración de DNA a pH 5,6 concuerda con la menor proporción de ácido vaccénico observado en el efluente de ambos experimentos (Figura 2).

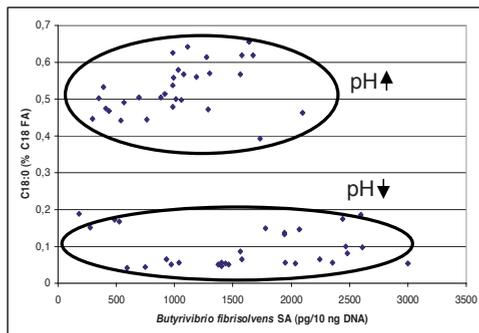
Figura 2. Relación entre la concentración de DNA de *Butyrivibrio* subgrupo AV (pg/10 ng DNA) y la proporción en el efluente de *trans*-11 $C_{18:1}$ (AV) en ambos experimentos a pH 5,6.



El subgrupo *Butyrivibrio* AS está formado por un conjunto de bacterias que pueden sintetizar ácido esteárico cuando se incuban con ácido linoleico (Paillard et al., 2007). Si pueden sintetizar ácido esteárico a partir de ácido linoleico, es posible que también puedan usar otros intermediarios para sintetizar ácido esteárico. Aunque *Butyrivibrio* subgrupo AS parece ser resistente a condiciones de pH bajo (como se observó en ambos experimentos), también se observó una reducción en la proporción de ácido esteárico en el efluente de ambos experimentos a pH 5,6 (Figura 3). Esto podría explicarse, por un lado, porque *Butyrivibrio* subgrupo AS necesita ácido linoleico en forma libre para producir ácido esteárico, y el pH

5,6 inhibe *A. lipolytica* y la lipólisis, por tanto la disponibilidad del precursor en forma libre está también limitada; y por otro lado, porque otros intermediarios del proceso de biohidrogenación, como el ácido vaccénico, también se encuentra reducida su proporción a pH 5,6 y entonces *Butyrivibrio* subgrupo AS no puede usarlos para sintetizar ácido esteárico, a pesar de ser resistente a condiciones de pH bajo.

Figura 3. Relación entre la concentración de DNA de *Butyrivibrio* subgrupo AS ($\mu\text{g}/10 \text{ ng DNA}$) y la proporción en el efluente de ácido esteárico ($C_{18:0}$) en ambos experimentos.



CONCLUSIONES

La combinación de la evaluación del perfil de AG del efluente junto con los análisis de rt-PCR de bacterias involucradas en la lipólisis y la biohidrogenación ruminal constituyen una nueva herramientas para estudiar dichas poblaciones bacterianas en relación a cambios dietarios y ruminales. Sin embargo, más estudios en animales para probar la especificidad de los primers usados en estos experimentos son necesarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ginzinger, D. G. 2002. Exp. Hematol. 30:503-512.
- Harfoot, C.G. y G.P. Hazlewood. 1988. Pages 285-322. In: The Rumen Microbial Ecosystem. 2nd ed. P. N. Hobson, ed. Elsevier, London, UK.
- Paillard, D., N. Mckain, L. C. Chaudhary, N. D. Walker, F. Pizette, I. Koppova, N. R. McEwan, J. Kopečný, P. E. Vercoe, P. Louis, y R. J. Wallace. 2007. Antonie van Leeuwenhoek. 91:417-422.
- Stern, M. D., y W. H. Hoover. 1990. Pages 17-32 in Proc. Continuous Culture Fermenters: Frustration or Fermentation. Northwest ADSA-ASAS Regional Meeting, Chazy, NY.
- Whitford, M. F., R. J. Forster, C. E. Beard, J. Gong, y R. M. Teather. 1998. Anaerobe. 4:153-163.

EFFECT OF pH ON THE QUANTIFICATION USING rt-PCR OF BACTERIA INVOLVED IN LIPOLYSIS AND BIOHYDROGENATION RUMINAL PROCESSES

ABSTRACT: The results of two experiments were the effect of pH on quantification of bacteria involved in lipolysis and biohydrogenation were analysed and the relation between DNA concentration and effluent FA profile were studied. Results indicate that the combination of FA profile with PCR analyses of bacteria involved in lipolysis and biohydrogenation provides a new tool to study changes in these bacteria related to ruminal and dietary changes. However, further studies in animals testing the specificity of the primers used in these experiments are strongly encouraged.

Key words: biohydrogenation, concentrate, PCR, pH

EFFECTO DE LA RELACIÓN FORRAJE:CONCENTRADO Y DEL TIPO DE FORRAJE DE LA DIETA SOBRE LAS COMUNIDADES BACTERIANAS EN FERMENTADORES RUSITEC

Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Saro, C., Ramos, S., Tejido, M.L. y Carro, M.D.
Dpto. Producción Animal. Universidad de León. 24071 León
mjrang@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Entre el 50 y el 70% de las bacterias ruminales se encuentran asociadas a las partículas de alimento, mientras que el resto está libre en el líquido ruminal. Es conocido que la composición química de las bacterias asociadas a la fase sólida del rumen (BAS) difiere de la de las bacterias asociadas a la fase líquida (BAL), y que la proporción relativa entre ambas varía con diferentes factores, entre los que destaca la relación forraje:concentrado de la dieta. No existe, sin embargo, información sobre las comunidades microbianas presentes como BAL y BAS en términos de diversidad, ni sobre cómo afecta la dieta al perfil de bacterias asociadas a las fases sólida y líquida de la digesta. En este trabajo se estudió el efecto de la relación forraje:concentrado y del tipo de forraje sobre el perfil de las comunidades bacterianas en la fase sólida de la digesta y en la fase líquida del rumen en fermentadores Rusitec.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando 16 fermentadores Rusitec (Czerkawski y Breckenridge, 1977). Se formularon 4 dietas experimentales que consistieron en heno de alfalfa (AL) o heno de gramíneas (GR) y concentrado (a base de cebada, salvado de trigo, gluten de maíz, harina de soja, harina de palmiste, trigo y maíz) en proporción 70:30 (AL70 y GR70) y 30:70 (AL30 y GR30). El día 1 del experimento se inocularon los fermentadores con contenido ruminal procedente de 4 ovejas fistuladas en el rumen, alimentadas con la misma dieta administrada a los fermentadores correspondientes. Cada fermentador recibió diariamente 30 g de materia seca de dieta administrados a las 9:00 h. El forraje y concentrado se administraron en dos bolsas de nailon, que permanecieron dentro de los fermentadores durante 48 y 24 h para el forraje y el concentrado, respectivamente. Los días 15 y 16 del experimento, 500 mL del efluente se utilizaron para obtener pellets de BAL por centrifugación diferencial (Ranilla y Carro, 2003). El contenido de las bolsas de nailon se sometió a un tratamiento de desligamiento con una solución salina de metilcelulosa (0,1 %) y a centrifugación diferencial para obtener un pellet bacteriano de BAS (Ranilla y Carro, 2003).

Los perfiles de las comunidades bacterianas de las digestas y los pellets se estudiaron mediante ARISA (Análisis Automatizado de la Región Espaciadora Intergénica Ribosomal). La extracción de ADN de las muestras se realizó siguiendo la metodología propuesta por Yu y Morrison (2004). El ADN extraído se amplificó utilizando los cebadores 16S-1392F y 23S-125R, que amplifican la región ITS1 en el operón rRNA (Danovaro et al., 2006). El cebador 16S-1392F está marcado con 6-FAN. El amplicón se purificó y se cuantificó en un espectrofotómetro Nanodrop ND-1000 (NanoDrop Technologies, Wilmington, Delaware, Estados Unidos). Para el ARISA se utilizaron 5 ng de ADN y 0,5 μ L de un estándar interno de tamaño (LIZ1200; Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos) en formamida desionizada y desnaturalizados a 94 °C durante 2 minutos, antes de enfriarlos en hielo. La separación de los fragmentos ARISA se realizó en un ABI Prism 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos), utilizando capilares de 40 cm por 50 μ m y polímero POP-4 (Perkim Elmer). Los fragmentos obtenidos se analizaron con el software GeneMarker versión 1.80 (SoftGenetics, State College, Pennsylvania, Estados Unidos). El dendrograma se construyó utilizando el algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) a partir de la matriz de porcentaje de similitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran como ejemplo dos electroferogramas de pellets BAS y BAL. Se detectaron un total de 121 filotipos, asumiendo que cada fragmento diferente corresponde a una especie bacteriana. La figura 2 representa los dendrogramas de los análisis cluster de las comunidades bacterianas de los pellets BAS y BAL. Las comunidades bacterianas de las BAS se dividieron claramente en dos grupos distintos en función del forraje utilizado como sustrato (heno de alfalfa y de gramíneas). Dentro de cada tipo de forraje, las comunidades microbianas se agruparon en función de la relación forraje:concentrado para ambos forrajes. Estos resultados indican que el factor que más influyó en la estructura de las comunidades bacterianas de las BAS fue el tipo de forraje de la dieta, y dentro de cada tipo de forraje, la proporción del mismo. Sin embargo, al analizar los perfiles de las comunidades de las BAL las diferencias parecen estar más relacionadas con la proporción de forraje en la dieta que con el tipo de forraje. Así, los pellets BAL de las dietas con un 30% de forraje se agruparon en un solo cluster, en dos grupos diferentes para cada tipo de forraje. Los pellets BAL de las dietas con un 70% de forraje siguieron un esquema similar de agrupamiento, aunque dos de los pellets de la dieta con heno de alfalfa se situaron en un grupo más alejado. En este sentido, la estructura de las comunidades microbianas de la fase líquida parece depender principalmente de la relación forraje:concentrado de la dieta, aunque el tipo de forraje también influyó en el perfil de dichas comunidades.

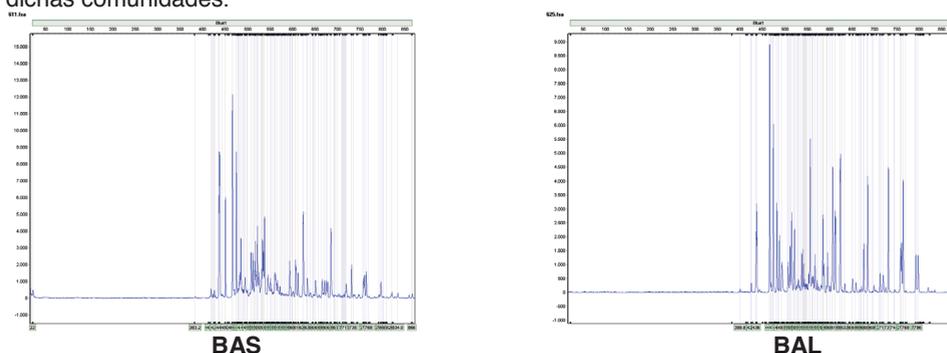


Figura 1. Ejemplo de dos electroferogramas de los perfiles ARISA obtenidos a partir de ADN de pellets de bacterias asociadas a la fase sólida (BAS) y líquida (BAL) del contenido ruminal

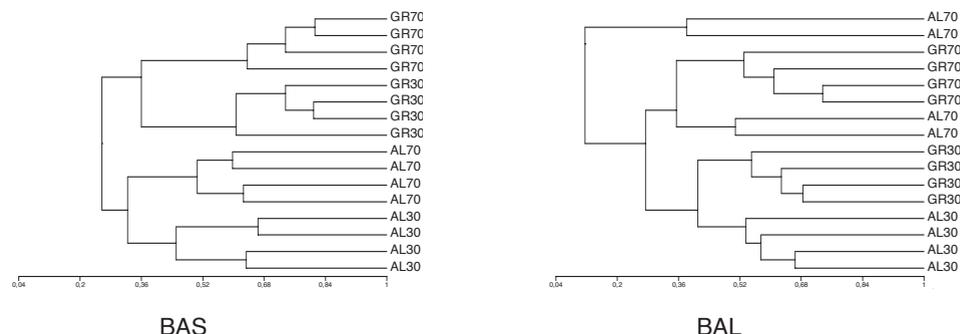


Figura 2. Dendrogramas de los ARISA de los pellets de bacterias asociadas a la fase sólida (BAS) y líquida (BAL) del contenido ruminal en fermentadores Rusitec (ver texto para la descripción de las dietas)

Tabla 1. Índice de Shannon y número de picos del ARISA en fermentadores Rusitec que recibían dietas con heno de alfalfa (AL) o heno de gramíneas (GR) y concentrado en proporciones de 70:30 (70) o 30:70 (30).

Item	Dieta	PB ¹		EEM ³	Efecto (P =) ²					
		BAS	BAL		PB ¹	F:C	FOR	F:C x FOR	PB x F:C	PB x FOR
Número de filotipos	AL70 ^c	25,3 ^a	50,8 ^a	0,29	<0,001	0,29	<0,001	0,14	0,94	0,002
	GR70	64,5 ^b	73,0 ^b							
Índice de Shannon	AL30 ^c	33,8 ^b	61,8 ^{ab}	0,092	<0,001	0,25	<0,001	0,21	0,95	<0,001
	GR30	63,8 ^b	70,5 ^b							
	AL70 ^c	3,18 ^a	3,85 ^a							
	GR70	4,17 ^b	4,26 ^b							
	AL30 ^c	3,44 ^a	4,12 ^{ab}							
	GR30	4,15 ^b	4,25 ^b							

^{a, b} Dentro de cada columna y para cada parámetro analizado, los valores con diferente superíndice difieren (P<0,05).

^c Diferencias entre BAS y BAL (P<0,05).

¹ PB: pellet bacteriano; BAS: bacterias asociadas a la fase sólida; BAL: bacterias de la fase líquida.

² F:C: relación forraje:concentrado; FOR: tipo de forraje.

³ error estándar de la media.

Los resultados obtenidos indican que la relación forraje:concentrado no afectó al perfil de las comunidades bacterianas en fermentadores Rusitec, mientras que el tipo de forraje afectó en mayor medida a la estructura de las BAS que a la de las BAL. El forraje de gramíneas promovió el desarrollo de un mayor número de especies bacterianas y con una mayor diversidad que el heno de alfalfa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Czerkawski, J. W., and G. Breckenridge. 1977. *Br. J. Nutr.*:38: 371–384.
- Danovaro, R. Luna, G.M., Dell'Anno, A. and Pietrangeli, B. 2006. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 5982-5989.
- Ranilla, M.J. and Carro, M.D. 2003. *J. Anim. Sci.* 81: 537-544.
- Yu, Z., and M. Morrison. 2004. *Bio. Techniques* 36: 808-812.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del Proyecto AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiado por el M.E.C. M.E. Martínez disfrutó de una beca F.P.U. del M.E.C. (AP2005-1797).

EFFECTS OF FORAGE: CONCENTRATE RATIO AND FORAGE TYPE ON THE BACTERIAL COMMUNITIES IN RUSITEC FERMENTERS.

ABSTRACT: The aim of this work was to analyse the effects of forage:concentrate ratio (30:70 and 70:30) and forage type (alfalfa and grass hay) on the bacterial communities in Rusitec fermenters. In order to study microbial diversity, DNA was isolated from samples of solid- and liquid-associated bacteria (SAB and LAB, respectively) and the ITS1 region of rDNA operon was amplified by PCR and analyzed by ARISA. Forage:concentrate ratio did not affect the community profiles developed in Rusitec fermenters, but the type of forage had an effect on SAB rather than LAB profiles. Grass forage promoted the development of a higher number of bacterial species and a higher diversity than alfalfa hay.

Keywords: rumen microbial communities, ARISA, Rusitec

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ACEITES VEGETALES AL SUSTRATO DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS COMUNIDADES DE BACTERIAS RUMINALES EN CULTIVOS CONTINUOS (RUSITEC)

Vargas^{1,2}, J.E., Andrés¹, S., Yáñez Ruiz³, D.R., López^{1*}, S.

¹ Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León), 24346 León.

* s.lopez@unileon.es. ² Universidad de Caldas, Colombia.

³ Estación Experimental del Zaidín (CSIC), 18008 Granada

INTRODUCCIÓN

La inclusión de aceites en los piensos destinados a rumiantes puede incrementar el contenido de ácido linoleico conjugado en la carne y de la leche. Por esta razón, la adición de aceites en la ración de los rumiantes se está valorando como estrategia para incrementar la calidad del producto final que llega al consumidor. No obstante, el efecto inhibitor que los lípidos tienen sobre la comunidad microbiana del rumen y sobre su actividad fermentativa ha de ser evaluado convenientemente antes de ofrecer ningún tipo de recomendación al sector productivo. En este sentido, las técnicas de biología molecular permiten investigar los cambios que se producen en las comunidades microbianas del rumen en respuesta a diversos factores de variación.

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el efecto de la adición de varios aceites de origen vegetal (oliva, girasol y lino) al pienso sobre la diversidad de la comunidad bacteriana ruminal en fermentadores continuos (Rusitec), utilizando la técnica T-RFLP.

MATERIAL Y MÉTODOS

El pienso utilizado fue una mezcla *unifeed* compuesta por maíz (25%), cebada (15%), soja (20%), alfalfa deshidratada (20%), pulpa de remolacha (9%), melaza (6%), bicarbonato (1,5%) y corrector (3,5%). Los tratamientos consistieron en distintos tipos de aceite vegetal añadidos al 6% al pienso control (pienso sin aceite, **C**), que fueron los siguientes; oliva (**C** + aceite de oliva, **O**), girasol (**C** + aceite de girasol, **G**) y lino (**C** + aceite de lino, **L**). El experimento se realizó con 16 vasijas de fermentación Rusitec (4 vasijas por tratamiento) y tuvo una duración total de 3 semanas (Carro et al., 1999). El último día de la prueba se tomó una muestra compuesta por 1,5 g (materia fresca) del residuo de la bolsa incubada durante 48h, 1,5 g del residuo de la bolsa incubada 24h y 30 ml de sobrenadante de cada vasija. Estas tres fracciones se mezclaron y la muestra resultante se consideró representativa de la digesta y se destinó a la extracción de DNA microbiano con el kit QIAamp[®] DNA Stool Mini Kit (Qiagen Ltd, UK). Tras la extracción se amplificó un fragmento de ADN ribosómico (fracción 16S) mediante PCR empleando cebadores específicos y universales para bacterias, uno de ellos marcado con fluorescencia (fluorocromo carboxifluoresceína 6, FAM) en el extremo 5' (FAM-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG; CTTGTACACACCGCCCGT). Seguidamente el producto resultante de la PCR se purificó con el Kit GFX PCR DNA and Gel Band Purification (GE Healthcare). A continuación se cuantificó el DNA y de cada muestra se tomaron 100 ng que fueron sometidos a una digestión a 37° C durante 12h con la enzima de restricción Hha I. El ADN se precipitó con etanol y posteriormente se resuspendió en 10 µL de Tween20 al 0.1% que contenía un patrón de tamaño de fragmentos de entre 60 y 400 pb marcado con el fluoróforo ET-ROX. Los fragmentos resultantes de esta digestión se analizaron en un secuenciador de capilares Megabace 500 (GE Healthcare) con un voltaje de 10 kV durante 70 min. Por último, para cada muestra se calculó la altura relativa de los picos obtenidos con el programa GeneMarker[®] y se realizó un análisis de componentes principales (PCA) a partir de estos valores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PCA de la matriz de datos con las alturas relativas de los picos detectados en cada muestra evidenció claras diferencias en las comunidades bacterianas de las vasijas control

(pienso sin aceite) con respecto a aquéllas que contenían pienso con aceites (Figura 1). Además, la información obtenida mediante T-RFLP permitió clasificar en *clusters* diferentes las muestras tratadas con distintos tipos de aceite (Figura 1). No obstante, pequeñas variaciones en las condiciones de cada uno de los dos fermentadores Rusitec empleados en este estudio (8 vasijas por Rusitec con 2 vasijas por tratamiento en cada uno de ellos) pudieron ocasionar diferencias más importantes en las comunidades bacterianas que las debidas al tipo de aceite añadido, lo que explicaría que en la Figura 1 se observen dos *clusters* diferentes para cada tipo de aceite.

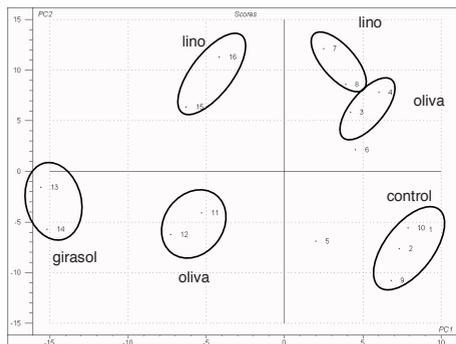


Figura 1. Discriminación obtenida mediante PCA de las alturas relativas de los picos de T-RFLP

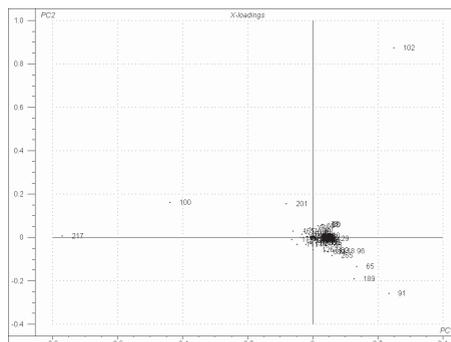


Figura 2. Fragmentos (pb) cuya altura relativa posibilita la discriminación entre muestras de la Figura 1

En todo caso, el PCA no solo permite realizar una discriminación adecuada de las muestras en función de las alturas relativas de los picos detectados mediante T-RFLP (Figura 1), sino que, además, facilita la identificación de los picos que, con mayor probabilidad, determinan dicha discriminación. La Figura 2 ilustra la importancia relativa que cada una de las variables (altura relativa de los picos) tiene en el cálculo de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2). Por tanto, las variables (picos) más excéntricas serán aquéllas que resultan más determinantes en la discriminación de las muestras mediante PCA, mientras que aquéllas próximas al centro pueden ser consideradas como menos relevantes.

Por otra parte, la herramienta tap-tRFLP del software Ribosomal Data Project (RDP) permite realizar una asignación teórica de la especie o género bacteriano a cada uno de estos picos (Castillo et al., 2007) que resultan determinantes en la discriminación de las muestras (Figura 2). Esto es posible gracias a las secuencias introducidas en esta base de datos por otros autores. En nuestro caso, los fragmentos (pb) identificados en la Figura 2 como determinantes en la discriminación de las muestras permitieron identificar algunas bacterias ruminales compatibles a partir del programa RDP (Tabla 1). Gracias a esta información es posible sugerir que algunas bacterias de los géneros *Prevotella* y *Ruminobacter* podrían resultar favorecidas con la adición de aceites al pienso, dado que la altura relativa de los fragmentos correspondientes a estos géneros aumenta en las muestras tratadas con aceites con respecto a las del pienso control (sin aceite). Este hecho parece ser especialmente destacable en el caso de *Ruminobacter*, ya que el fragmento compatible con este género (217 pb) ni siquiera pudo ser detectado en las muestras control (Tabla 1).

Por el contrario, otros géneros que han sido relacionados con la hidrogenación de los ácidos grasos y, por tanto, con el metabolismo lipídico a nivel ruminal, como son *Butyrivibrio* y *Pseudobutyrvibrio* (Paillard et al., 2007), parecen más sensibles a la adición de aceites al pienso. Así parece constatarlo el hecho de que la altura relativa media del pico compatible con estos géneros (189 pb) se reduzca a la mitad en las muestras tratadas con aceite con respecto a las del pienso control.

Tabla 1. Bacterias ruminales compatibles según Ribosomal Data Project (RDP) con los fragmentos (pb) que en el presente estudio han facilitado la discriminación de muestras con o sin aceites añadidos

Grupo	Bacterias ruminales compatibles	^a Tamaño de fragmento <i>in silico</i> (pb)	^b Tamaño de fragmento real (pb)	^c Frecuencia	
				Control	Aceites
Bacteroidales	Bacteroidales	91-93	91	4 (7,9)	11 (2,9)
Bacteroidales	Bacteroidales	100	100	4 (5,0)	12 (11,7)
Bacteroidales	Prevotella	102	102	4 (22,7)	12 (28,1)
Clostridiales	Roseburia, Ruminococcus, Butyrivibrio, Pseudobutyrvibrio	189-190	189	4 (6,6)	11 (3,0)
Verrucomicrobiales	Verrucomicrobiales	201	201	2 (0,6)	12 (2,0)
Proteobacteria	Ruminobacter	217	217	0	10 (8,1)

^a Tamaño de fragmento *in silico* obtenido con la herramienta tap-trFLP del RDP y Hha I;

^b Tamaño de fragmento en nuestras muestras tras la digestión del producto de la PCR con Hha I;

^c Número de muestras que contienen el pico. La altura relativa media (%) de cada pico en las muestras se encuentra entre paréntesis.

En resumen, la utilización de T-RFLP permite evidenciar los cambios que se producen en las comunidades bacterianas del rumen en fermentadores continuos (Rusitec) como consecuencia de la adición de aceites de origen vegetal al pienso. Además, la combinación de T-RFLP con el análisis de la altura relativa de los picos obtenidos mediante PCA permite identificar aquellos fragmentos (pb) que realmente posibilitan esa discriminación y los grupos bacterianos compatibles con ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, M., Martín-Orúe, S.M., Nofrarias, M., Manzanilla, E.G., Gasa, J., 2007. *Vet. Microbiol.*, 124, 239–247.
- Carro, M.D., López, S., Valdés, C., Ovejero, F.J., 1999. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79, 279-288.
- Paillard, D., McKain, N., Chaudhary, L., Walker, N., Pizette, F., Koppova, I., McEwan, N., Kopečný, J., Vercoe, P., Louis, P., Wallace, R.J., 2007. *Antonie Leeuwenhoek*, 91, 417-422.
- Ribosomal Data Project [on line: <http://rdp8.cme.msu.edu/html/TAP-trflp.html>]

Agradecimientos: Investigación financiada por la CICYT AGL2005-04760-C02-02 y la Junta de Castilla y León (GR158 y LE007A07)

EFFECTS OF THE ADDITION OF VEGETABLE OILS TO FEED ON RUMEN BACTERIA COMMUNITIES IN CONTINUOUS CULTURES (RUSITEC)

ABSTRACT: The objective of this work was to investigate the effects of the addition of vegetable oils to the feed on ruminal bacteria communities in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms. Rusitec vessels were fed a total mixed ration, without oil supplement (control) or with the addition of one vegetable oil (olive, sunflower or linseed oils). Fermentation was maintained in the cultures for three weeks, samples of digesta were collected and bacterial DNA was extracted for studies of microbial diversity using the T-RFLP method. Experimental treatments were significantly clustered from the T-RFLP profiles, so that unsupplemented cultures were clearly differentiated. Using fragment size libraries for a most probable identification of peaks recorded differences between control and supplemented cultures could be established. It was concluded that oil supplementation had a significant and selective effect on ruminal bacteria communities.

Key words: rumen bacteria, rumen fermentation, vegetable oil, T-RFLP, Rusitec

EVALUACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE DNA BACTERIANO DE MUESTRAS DE CONTENIDO RUMINAL.

Balmes¹, G., Serrano¹, A., Bach^{1,2}, A. y Arís¹, A.

¹Unidad de Rumiantes, IRTA-Torre Marimon, Caldes de Montbui, España ²ICREA, Barcelona-España. Anna.aris@irta.es

INTRODUCCIÓN

El análisis de la microbiota ha sido realizado tradicionalmente mediante técnicas de cultivos microbianos basadas en el uso de medios selectivos. La principal limitación de estas técnicas se basa en que sólo unas pocas especies de microorganismos son cultivables (Penders et al., 2007; Zoetendal et al., 2004). Además, incluso en el caso de los microorganismos cultivables, la completa identificación de especies microbianas requiere de tests bioquímicos que a menudo están asociados a interpretaciones intuitivas (Guarner and Malagelada, 2003; Tannock, 2001). El desarrollo de nuevos métodos moleculares dirigidos al estudio de la ecología microbiana ha permitido su aplicación a la investigación de comunidades microbianas intestinales. Estos métodos de biología molecular se basan en la variabilidad genética de genes como el *16SrRNA* o genes *hsp* (que codifican proteínas de estrés térmico). Las regiones variables y hipervariables de estos genes pueden ser usadas para la tipificación y cuantificación específica de microorganismos (Penders et al., 2007; Zoetendal et al., 2004; Jian et al., 2001). Para llevar a cabo estas técnicas es necesario realizar un primer paso de extracción de DNA microbiano siendo, en el caso de muestras complejas como las de contenido ruminal, un paso crítico y difícil de optimizar debido a la gran variabilidad estructural microbiana que existe. El estudio de la mejora de estos métodos de extracción pretende establecer protocolos que aseguren un mismo rendimiento de obtención de ácidos nucleicos de diferentes microorganismos, independientemente de cuales sean sus características estructurales. El objetivo de este trabajo ha sido la comparación de cuatro métodos de extracción de DNA microbiano a partir de la evaluación de la eficiencia de extracción de DNA genómico de 4 especies bacterianas de interés en microbiología ruminal y con diferentes propiedades estructurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de contenido ruminal utilizadas en este estudio fueron obtenidas de terneros *Holstein*, sacrificados a un año de edad con 510 Kg. de peso medio, que habían sido alimentados con una dieta pobre en fibra basada en un kilo de paja para cada ocho kilos de concentrado. El contenido ruminal fue homogenizado y distribuido en diferentes alícuotas que fueron congeladas a -80°C hasta su utilización para la extracción de DNA. Se comparó la eficiencia de cuatro métodos de extracción de DNA microbiano: 1) el método RBB+C, que combina la lisis celular por *bead beater* con la purificación de DNA por columnas de sílica (Yu y Morrison, 2004), 2) el método clásico de extracción de DNA con fenol-cloroformo combinado con una lisis celular por *bead beater* (Whitford et al., 1998), 3) el kit Power Soil (MO BIO Laboratories, Inc) y 4) el kit Fast DNA® SPIN Kit (Qbiogene, Inc.). Cada método se realizó por sextuplicado siguiendo la metodología indicada en las referencias bibliográficas citadas o bien siguiendo las instrucciones del fabricante en el caso de los kits comerciales. El DNA extraído se analizó por espectrofotometría a 260nm, 280nm y 230 nm. La integridad del DNA fue monitorizada con geles de agarosa al 0,8% teñidos con bromuro de etidio. A partir del DNA obtenido con los diferentes métodos, se cuantificaron los microorganismos modelo *Prevotella ruminicola*, *Selenomonas ruminantium*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Streptococcus bovis*. La cuantificación se realizó por real time-PCR utilizando *primers* específicos para el gen *16SrRNA* y estándares basados en plásmidos linealizados, contruidos por procesos de clonaje con vectores comerciales pGEM-T (Invitrogen) y portadores de las secuencias microbianas específicas a amplificar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con todos los métodos de extracción evaluados se obtuvo DNA microbiano, siendo el método clásico de extracción por fenol-cloroformo combinado con la lisis celular por *bead*

beater, el que daba un mejor rendimiento. La visualización del DNA en geles de agarosa indicó que había DNA genómico degradado en todos los casos pero con menor grado en el caso del método RBB+C. Las ratios A_{260}/A_{230} eran bajas después de aplicar todos los protocolos, indicando una contaminación por compuestos orgánicos que es esperable en este tipo de muestras de origen ruminal. El DNA con menor grado de contaminación proteica era el obtenido con el método RBB+C, con una ratio $A_{260}/A_{230} = 1,798$. Tras la cuantificación microbiana por RT-PCR de las 4 especies bacterianas tomadas como modelo de análisis, los resultados indicaron que el DNA de los microorganismos gram negativos *Selenomonas ruminantium* y *Prevotella ruminicola* se extraía con mayor eficiencia utilizando el método Fast DNA® SPIN Kit mientras que para los gram positivos *Ruminococcus flavefaciens* y *Streptococcus bovis* funcionaba mejor el método de extracción con fenol-cloroformo combinado con lisis celular por *bead beater* (Figura 1). El hecho que los métodos Fast DNA® SPIN Kit y fenol-cloroformo extrajeran DNA parcialmente degradado y a la vez dieran las mayores cuantificaciones microbianas indica que la integridad del DNA genómico no es un punto crítico en la aplicación de RT-PCR, como mínimo en el caso de amplicones de un tamaño menor o igual a unos 900 pb. A pesar que la eficiencia de extracción dependía en todos los métodos de las características estructurales de los microorganismos, el método de extracción por fenol/cloroformo era el método que daba una eficiencia aceptable con todos los microorganismos evaluados en el estudio.

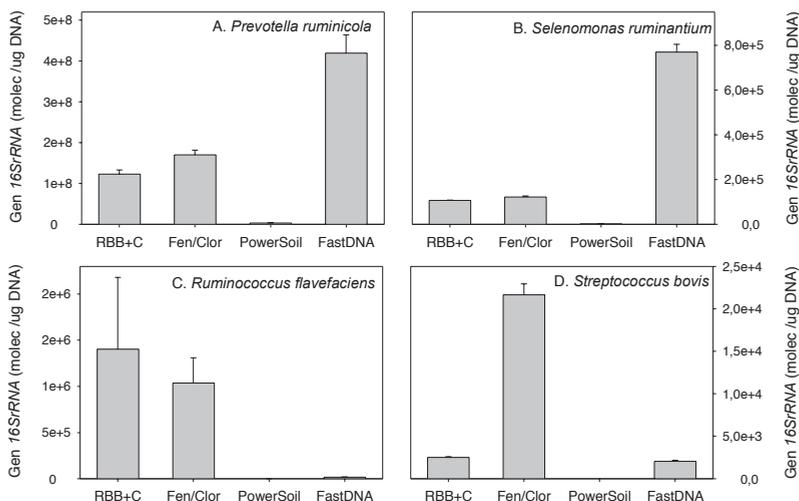


Figura 1. Cuantificación de las moléculas de DNA codificantes para el 16SrRNA de los microorganismos gram negativos *Prevotella ruminicola* (panel A) y *Selenomonas ruminantium* (panel B) y de los gram positivos *Ruminococcus flavefaciens* (panel C) y *Streptococcus Bovis* (panel D), en un microgramo de DNA microbiano total.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guarner, F. & Malagelada, J.R. 2003. *Lancet*. 361, 512-519.
- Jian, W., Zhu, L. & Dong, X. 2001. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51, 1633-1638.
- Penders, J., Thijs, C., van den Brandt, P.A., Kummeling, I., Snijders, B., Stelma, F., Adams, H., van, R.R. & Stobberingh, E.E. 2007. *Gut*. 56, 661-667.
- Tannock, G.W. 2001. *Am. J. Clin. Nutr.* 73, 410S-414S.
- Whitford, M.F., Forster, R.J., Beard, C.E., Gong, J., and Teather, R.M. (1998). *Anaerobe*. 4, 153-163.
- Yu, Z. and Morrison, M. 2004. *Biotechniques*. 36, 808-812.
- Zoetendal, E.G., Collier, C.T., Koike, S., Mackie, R.I., and Gaskins, H.R. 2004. *J. Nutr.* 134, 465-472.

EVALUATION OF FOUR METHODS FOR EXTRACTION OF BACTERIAL DNA FROM RUMINAL CONTENTS

ABSTRACT: The objective of this study was to compare four DNA extraction methods for the purification of microbial DNA from ruminal contents. The evaluated methods were 1) the RBB +C method which combines the cell lysis by bead beater with DNA extraction by silica columns, 2) the phenol-chloroform extraction method plus a cell lysis step by bead beater, 3) the Power Soil kit (MO BIO Laboratories, Inc) and 4) the Fast DNA® SPIN Kit (Qbiogene, Inc.). We compared the efficiency in terms of quantity and quality of extracted DNA, which was used for RT-PCR quantification of four bacteria species in order to evaluate whether there was any bias in the DNA extraction yield depending on the microbial structural features. The results indicated that the DNA of Gram negative *Selenomonas ruminantium* and *Prevotella ruminicola* was extracted more efficiently with the Fast DNA® SPIN Kit whereas the yield of extracted DNA of Gram positive *Ruminococcus flavefaciens* and *Streptococcus bovis* was higher with the phenol-chloroform method. Although in all tested methods the DNA extraction yield was related to the microbial structural properties, the phenol-chloroform method combined with bead beating gave acceptable yields for all the microorganisms evaluated in this study.

Keywords: DNA extraction, microorganism, ruminal content.

EFFECTO DEL ALOPURINOL SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES BACTERIANAS DE LA MOLLEJA Y EL CIEGO EN POLLOS DE CEBO

Ranilla¹, M. J., Arranz¹, J. J., Klandorf², H., Falkenstein, E. y Carro^{1,2} M. D.

¹Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071 León, España. mjrang@unileon.es. ²Division of Animal and Veterinary Sciences, WVU, Morgantown, WV 26506. USA

INTRODUCCIÓN

El alopurinol es un potente inhibidor de la xantina oxidasa que se utiliza para el tratamiento de la gota en la medicina humana. La xantina oxidasa es la enzima implicada en la oxidación de la xantina e hipoxantina a ácido úrico, por lo que su inhibición en las aves provoca una disminución de la formación de ácido úrico (Klandorf et al., 2001) que, previsiblemente, debería ocasionar una reducción del rendimiento productivo de los animales. Sin embargo, Lee y Fisher (1972) observaron que la administración de alopurinol (0,75 g/kg alimento) a pollos de cebo de un día durante 4 semanas no produjo efectos adversos, observándose únicamente una pequeña reducción del peso vivo. Por el contrario, Klandorf et al. (2001) observaron una reducción significativa del crecimiento de pollos de cebo que recibían alopurinol (10 mg/kg peso vivo). La microbiota gastrointestinal de las aves juega un papel fundamental en su nutrición y crecimiento, pero hasta el momento no existe información sobre el posible efecto directo del alopurinol sobre dicha microbiota. Por ello, en este trabajo se planteó analizar el efecto del alopurinol sobre las comunidades bacterianas de la molleja y el ciego de pollos de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron 15 pollos de cebo de 5 semanas de vida, que se dividieron en tres grupos en función de su peso vivo (PV; $845 \pm 3,1$ g). Uno de los grupos recibió un pienso estándar de cebo (CON) y los otros dos recibieron el mismo pienso suplementado con alopurinol a niveles de 25 (AL25) y 50 mg/kg PV (AL50). Los pollos se pesaron dos veces a la semana y la ingestión de alimento se controló cada dos días. Al final del periodo experimental los pollos se sacrificaron y se tomaron muestras del contenido digestivo de la molleja y del ciego en viales estériles. Las muestras se congelaron inmediatamente y se liofilizaron antes de analizar los perfiles de las comunidades bacterianas de las digestas mediante ARISA (Análisis Automatizado de la Región Espaciadora Intergénica Ribosomal). La extracción de ADN de las digestas se realizó siguiendo la metodología propuesta por Yu y Morrison (2004), y el ADN extraído se amplificó utilizando los cebadores 16S-1392F y 23S-125R, que amplifican la región ITS1 en el operón rRNA (Danovaro et al., 2006). El cebador 16S-1392F está marcado con 6-FAN. El amplicón se purificó y se cuantificó en un espectrofotómetro Nanodrop ND-1000 (NanoDrop Technologies, Wilmington, Delaware, Estados Unidos). Para el ARISA se utilizaron 5 ng de ADN y 0,5 μ L de un estándar interno de tamaño (LIZ1200; Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos) en formamida desionizada y desnaturalizados a 94 °C durante 2 minutos, antes de enfriarlos en hielo. La separación de los fragmentos ARISA se realizó en un ABI Prism 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, California, Estados Unidos), utilizando capilares de 40 cm por 50 μ m y polímero POP-4 (Perkim Elmer). Los fragmentos obtenidos se analizaron con el software GeneMarker versión 1.80 (SoftGenetics, State College, Pennsylvania, Estados Unidos). El dendrograma se construyó utilizando el algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) a partir de la matriz de porcentaje de similitud. El índice de Shannon se calculó como una estimación de la diversidad de las comunidades bacterianas en las digestas. El efecto del alopurinol sobre el peso vivo de los pollos se analizó según un modelo de medidas repetidas en el tiempo. El efecto del alopurinol sobre el índice de Shannon y el número de filotipos en las digestas de molleja y ciego se evaluó mediante un análisis de varianza factorial 2 x 3 (dos tramos digestivos x 3 dosis de alopurinol). Cuando se observó un efecto significativo ($P < 0,05$) de algún factor, las diferencias entre medias se analizaron mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos por Klandorf et al. (2001), la administración de alopurinol afectó ($P < 0,001$) negativamente al crecimiento de los pollos (Tabla 1). Al final del periodo experimental, la ganancia media diaria de los pollos en los tratamientos AL25 y AL50 representó el 69,3 y 24,6% de la alcanzada por los pollos control, respectivamente.

Tabla 1. Evolución de la ganancia diaria en pollos de cebo que recibían alopurinol a dosis de 0 (CON), 25 (AL25) y 50 (AL50) mg/kg PV durante 5 semanas ($n = 5$)

Tratamiento	Tiempo (semanas)					EEM ¹	Significación estadística (P=)		
	1	2	3	4	5		AL	Tiempo	AL x Tiempo
CON	108,0 ^b	98,0 ^b	110,9 ^b	119,3 ^b	129,4 ^c	6,79	<0,001	0,062	<0,001
AL25	82,5 ^a	81,6 ^b	98,3 ^b	100,6 ^b	89,7 ^b				
AL50	82,1 ^a	66,9 ^a	62,2 ^a	71,4 ^a	31,8 ^a				

^{a, b, c} dentro de cada fila, los valores con diferente superíndice difieren ($P < 0,05$).

¹ error estándar de la media.

Tal y como puede observarse en la Tabla 2, la administración de alopurinol no afectó al índice de Shannon ($P = 0,87$) ni al número de filotipos ($P = 0,90$). De acuerdo con resultados previos (Van der Wielen et al., 2002) tanto el número de filotipos y el índice de Shannon fueron mayores ($P < 0,001$) en el ciego que en la molleja.

Tabla 2. Índice de Shannon y número de picos del ARISA en contenido digestivo de la molleja y ciego de pollos de cebo que recibían alopurinol a dosis de 0 (CON), 25 (AL25) y 50 (AL50) mg/kg PV durante 5 semanas ($n = 5$)

Tramo digestivo (TD)	Tratamiento				EEM ¹	Significación estadística (P=)		
	CON	AL25	AL50	TD		AL	TD x AL	
Índice de Shannon	Molleja	3,39 ^a	3,30 ^a	3,45 ^a	0,113	<0,001	0,87	0,71
	Ciego	3,84 ^b	3,85 ^b	3,81 ^b				
Número de filotipos	Molleja	30,0 ^a	28,6 ^a	33,4 ^a	3,45	<0,001	0,90	0,63
	Ciego	47,0 ^b	47,0 ^b	45,4 ^b				

^{a, b} dentro de cada columna y para cada parámetro, los valores con diferente superíndice difieren ($P < 0,05$).

¹ error estándar de la media.

Se detectaron un total de 92 filotipos de ellos los que 4 se encontraron exclusivamente en la molleja y 17 en el ciego. En los pollos control, 17 de los filotipos se encontraron únicamente en la molleja y 42 exclusivamente en el ciego. En los animales que recibieron alopurinol, 5 se observaron únicamente en la molleja y 16 en el ciego.

La figura 1 representa el dendrograma de los análisis cluster de las comunidades bacterianas del contenido digestivo de la molleja (M) y el ciego (C). Las comunidades bacterianas se dividieron claramente en dos grupos distintos en función del tramo digestivo. En la molleja, las comunidades bacterianas se agruparon en función del tratamiento, de tal forma que las digestas de los pollos que recibían la dieta control se agruparon en un cluster y las de los pollos que recibían alopurinol en otro, sin que se observasen diferencias claras debidas a la dosis de alopurinol. Sin embargo, éste patrón de comportamiento no se observó en el ciego, lo que indicaría que la administración de alopurinol no ejerció un efecto claro sobre las comunidades bacterianas.

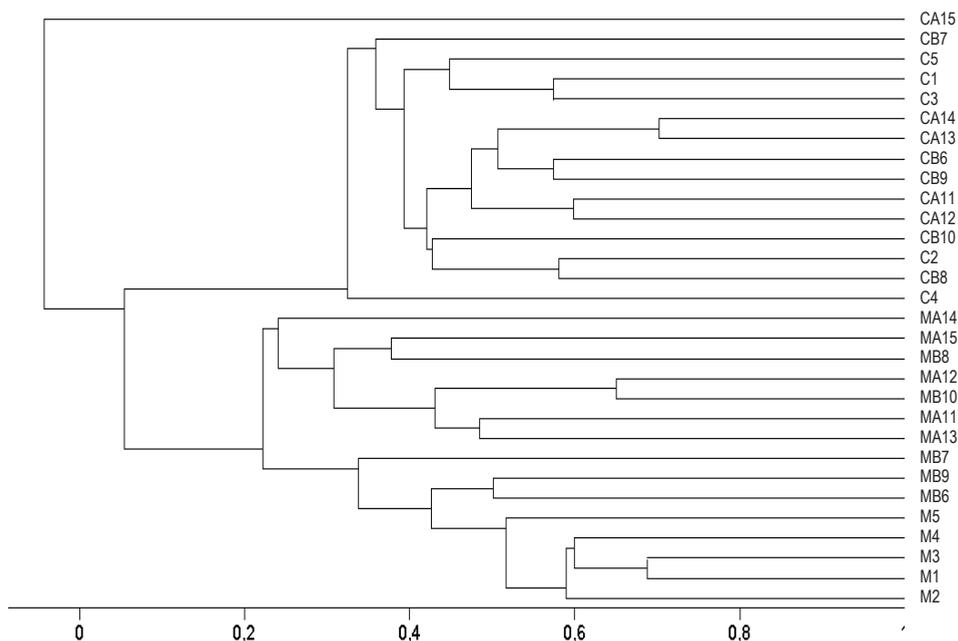


Figura 1. Dendrograma de los ARISA de las digestas de molleja (M) y ciego (C) en pollos que recibían una dieta control o suplementada con alopurinol a dosis de 25 (B) y 50 (A) mg/kg de peso vivo. Los números del 1 al 15 indican muestras de diferentes pollos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Danovaro, R. Luna, G.M., Dell'Anno, A., Pietrangeli, B. 2006. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 5982-5989. • Klandorf, H., Rathore, D.S., Shi, X., Iqbal, M. 2001. *Com. Biochem. Physiol.* 129: 93-104. • Lee, P. C., Fisher, J. R. 1972. *Arch. Biochem. Biophys.* 148: 277-281. • Van der Wielen, Kreuzenkamp, D.A., Lipman, L.J.A., van Knapen, F., Biesterveld, S. 2002. *Microb. Ecol.* 44: 286-293. • Yu, Z., Morrison, M. 2004. *Bio. Techniques* 36: 808-812.

Agradecimientos: M.D. Carro disfrutó de una ayuda del MICINN (Programa Nacional de Movilidad de Recursos Humanos de Investigación; PR2008-0025) durante la realización de este trabajo.

EFFECTS OF ALLOPURINOL ON BACTERIAL COMMUNITIES IN THE CROP AND THE CAECUM OF BROILERS

ABSTRACT. The objective of this study was to analyse the effects of feeding two doses of allopurinol (25 and 50 mg/kg body weight) for 5 weeks on the bacterial communities in the crop and caecum of broilers. The DNA was isolated from samples of digesta and the ITS1 region of rDNA operon was amplified by PCR and analyzed by ARISA. At the end of the experimental period, allopurinol reduced ($P < 0.001$) the daily gain of broilers by 30.7 and 75.4% (values for the low and high doses, respectively), but neither the Shannon index nor the number of phylotypes were affected ($P = 0.87$ and 0.90 , respectively). Both the Shannon index and the number of phylotypes were higher ($P < 0.001$) in the caecum compared with the crop. Results of the dendrogram suggest that allopurinol had a direct effect on the bacteria of the crop, and that, even though uric acid production was decreased, had no indirect effects on intestinal bacteria.

Keywords: *allopurinol, crop, caecum, broilers, ARISA*

COMPARACIÓN DEL PERFIL BACTERIANO DEL CONTENIDO CECAL Y CECOTROFOS DE CONEJOS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE FIBRA INDIGESTIBLE

Rodríguez-Romero, N., Abecia, L., Balcells, J., Martínez, B¹., Fondevila, M.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza. labecia@unizar.es.

¹ Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia.

INTRODUCCIÓN

La fibra dietética, además de ser una fuente de nutrientes en conejos, tiene un papel esencial en la regulación de la motilidad y la velocidad de tránsito a lo largo del sistema digestivo, y en particular, en el ciego, que aloja una comunidad bacteriana responsable de los procesos de fermentación. Por tanto, la proporción de fibra en la dieta puede afectar significativamente a la densidad y diversidad de la microbiota. La caracterización de la población microbiana cecal exige la canulación o el sacrificio de los animales, pero esto podría evitarse estudiando la microbiota de los cecotrofos excretados, siempre que éstos sean representativos (Micheland *et al.*, 2007). En este trabajo se planteó evaluar la biodiversidad microbiana en contenido cecal (CC) y cecotrofos (CT) de conejos consumiendo dietas con dos niveles de fibra indigestible (FAD), para estimar la similitud de las comunidades bacterianas, con la finalidad de evitar el sacrificio de los animales, facilitar el estudio y reducir la variabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó contenido cecal y cecotrofos de 10 conejos blancos de raza New Zealand, de 50 días de edad, que consumían dietas con 26 (dieta 1) y 33 (dieta 2) % de fibra ácido detergente (FAD) desde el destete (28 días). Después de una fase de acostumbramiento a jaulas metabólicas individuales, se colocaron collares cervicales (6 cm d.i y 27 cm d.e) durante 24 horas para evitar la cecotrofia, y se muestrearon los cecotrofos (3 g aproximadamente). Posteriormente, se retiraron los collares y durante 24 horas los animales recibieron la dieta previa. Al sacrificio, se tomaron muestras de contenido cecal de los mismos animales. Los cecotrofos y el contenido cecal muestreados se congelaron inmediatamente en nitrógeno líquido y se almacenaron a -80°C hasta su posterior análisis. La extracción del DNA se realizó con el kit QIAamp DNA (QIAGEN S.A., West Sussex, Inglaterra) siguiendo las instrucciones del fabricante. Mediante PCR se amplificó unas 200 pb de la región V3 del gen 16S rRNA (correspondiente a las posiciones 341-534) con los cebadores de bacterias universales 5'-CGC CCG CCG CGC GCG GCG GGC GGG GCG GGG GCA CGG GGG GCC TAC GGG AGG CAG CAG-3' y 5'-ATT ACC GCG GCT GCT GG-3' (Muyzer *et al.* 1993). El programa de la PCR fue: 94°C por 4 min; 32 ciclos (94°C 1 min, 55°C 1 min, 72°C 1 min) y una fase final de elongación a 72°C por 4 min. Se realizó un gel de electroforesis en gradiente desnaturalizante (DGGE) usando el DGGE-1001 de CBS Scientific Company. Los productos de amplificación de la PCR (16µl) fueron cargados en un gel de poliacrilamida al 8% (p/v) con un gradiente desnaturalizante de 40-60%. La electroforesis se realizó a un voltaje constante de 80 V y a una temperatura de 60°C durante 16 h. El gel se tiñó con el kit DNA Silver Staining (Amersham Biosciences) siguiendo las instrucciones del fabricante. La imagen del gel fue escaneada a 600 dpi y analizada con el programa Quantity One (BIO-RAD Lab, Inc.). Cada banda fue codificada binariamente (1-0) en función de su presencia o ausencia en cada muestra, y fue utilizada para construir una matriz de similitud mediante el algoritmo ultramétrico UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean). Además, se calculó el índice de Shannon modificado (Buckland *et al.*, 2005) para analizar la diversidad bacteriana en ambos sustratos.

Los índices de similitud (IS) y biodiversidad (IB) fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (versión 8.2), y las medias comparadas por la mínima diferencia significativa ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra la distribución del perfil microbiano del CC (a) y CT (b) de cada uno de los conejos alimentados con una dieta con dos niveles de FAD. La microbiota del CC de los animales alimentados con la dieta 1 se agruparon en un clado, mientras que la de los conejos que consumían la dieta 2 se distribuyeron de una manera menos definida (Figura 1a). La microbiota cecal de los CT mostró, en su mayoría, una distribución en función de la dieta y por ello se pueden observar dos clados bien definidos (Figura 1b), aunque en ambos clados se clasificó también una muestra de la dieta contraria, posiblemente debido a factores individuales del hospedador.

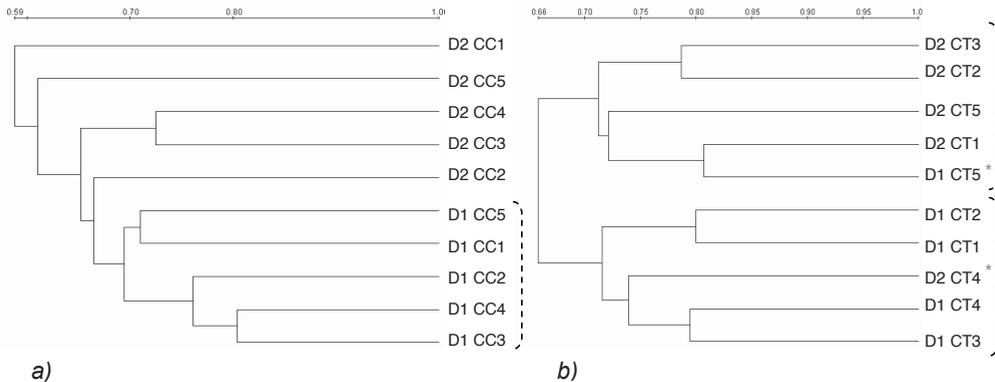


Figura 1. Dendrograma de comparación del perfil de diversidad microbiana en el contenido cecal (a) y cecotrofos (b) de conejos alimentados con dietas con un 26 (D1) o 33 (D2) % de FAD.

El índice de similitud (IS) dentro de individuos entre las comunidades bacterianas observado a partir de muestras de CC y CT fue del $71,6\% \pm 0,07$. Se observó un efecto de la dieta ($P < 0,001$) siendo mayor el IS en los conejos que consumieron la dieta 1 ($77,9\%$) que en los que consumieron mayor contenido de FAD ($66,0\%$).

El índice de biodiversidad de las comunidades bacterianas cecales de los conejos fue similar estimado a partir de CC y CT (Tabla 1). Estos valores fueron un poco inferiores a los descritos en el trabajo de Micheland *et al.* (2007; 3.75 y 3.94 para CC y CT, respectivamente). No se observaron diferencias significativas en la biodiversidad de las poblaciones en función de la dieta o del individuo ($P > 0,05$).

Tabla 1. Índice de biodiversidad (IB) de comunidades bacterianas en contenido cecal y cecotrofo de conejos alimentados con dos niveles de fibra indigestible (26 y 33% de FAD).

	Dieta 1	Dieta 2	X	ee
Contenido cecal	3.506	3.472	3.489	0.042
Cecotrofo	3.486	3.413	3.450	0.051

Las diferencias observadas entre CC y CT fueron en cierto modo esperables, teniendo en cuenta el proceso selectivo de la cecotrofia que al llegar los alimentos al colon, por medio de los movimientos peristálticos clasifica las partículas fibrosas en el lumen, mientras que las finas se agrupan en la periferia. Las fibrosas forman las heces duras y son excretadas mientras que las finas se fermentan en el ciego y salen al exterior rodeadas de

una capa de mucus formando las heces blandas o cecotrofos, a unas horas concretas del día. Esto explica la importancia del porcentaje de fibra de la dieta en esta especie.

No obstante, la clasificación de comunidades a partir de los CT (Fig 1b) resultó más definida que a partir del CC (Fig 1a), por lo cual pudiera ser una herramienta útil para el estudio de las diferencias entre ambientes y ecosistemas y de esta manera evitar la variabilidad individual. Resultados similares fueron obtenidos por Micheland *et al.* (2007) empleando CE-SSCP (Capillary Electrophoresis Single-Strand Conformation Polymorphism), quienes concluyeron que los cecotrofos pueden ser utilizados para el estudio de la dinámica de poblaciones microbianas del contenido cecal. Para nuestro conocimiento, estos dos trabajos constituyen las únicas referencias respecto a esta comparación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio de la biodiversidad de las comunidades bacterianas a partir de muestras de cecotrofos permitiría caracterizar el efecto de factores externos, como la dieta, sobre el ecosistema cecal. Las ventajas de este tipo de muestras sobre el uso del contenido cecal se pueden relacionar con la posible reducción de la variación individual, muy elevada en esta especie, y la ausencia de necesidad del sacrificio de los animales o el empleo de técnicas invasivas como la cirugía, con la consiguiente mejora del bienestar animal en la experimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Buckland, S. T., Maguran, A. E., Green, R. E. and Fewster, R. M. 2005. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360:243-254. •Michelland, R., Combes, S., Cauquil, L., Gidenne, T., Monteils, V., Fortun.Lamothe, L. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 2007, France. •Muyzer, G., de Waal, E. C. and Uitterlinden, A. G. 1993. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:695-700. •SAS. Version 8.2. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto AGL 2006-07596/GAN del Ministerio de Educación y Ciencia. N. Rodríguez-Romero disfruta de una beca predoctoral de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (Venezuela).

COMPARISON OF BACTERIAL PROFILE FROM CAECAL CONTENT AND CAECOTROPHES IN GROWING RABBITS FED ON TWO LEVELS OF INDIGESTIBLE FIBRE

ABSTRACT: Fibre plays an important role in the nutrition of the rabbit, not only as a source of nutrient but also as a regulator of the digestive tract, especially in the caecum where a wide variety of microorganisms are located. The aim of this study was to analyze the microbial diversity of caecal content and caecotrophes of growing rabbits fed on a diet with two levels of indigestible fibre (26 and 33%). Bacterial profile of ten animals was analyzed by DGGE and diversity was compared by the modified Shannon index. Caecotrophes were 71% similar to caecal content but diet modified this percentage, being the diet with the high level of FAD (33%) which showed the lowest percentage of similarity between them (66 %). However, nor diet neither source of the sample modified the biodiversity index (3.48 ± 0.042 and 3.45 ± 0.051 for caecal content and caecotrophes, respectively). Taking into account these considerations, soft faeces seem to be a good alternative to represent caecal content in studies of diet comparison.

Keywords: rabbit, caecal content, caecotrophes, DGGE

PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE RECOGIDA DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HECES DE PERRO

González-Ortiz, G.¹, Adelantado, C.², Gómez de Segura, A.¹, Hervera, M.¹, Arosemena, E.L., Calvo, MA.² y Baucells, MD.¹

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. ²Departament de Sanitat i d'Anatomia Animals. Facultat de Veterinària. Edifici V, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona gemma.gonzalez@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los estudios de la microbiota intestinal realizados en perros suelen utilizar metodologías de recogida de heces poco estandarizadas (Simpson et al., 2002; Baillon, et al., 2004). Los protocolos de recogida de muestras varían en función del objetivo de los ensayos que se realizan, como el estudio de la microbiota habitual, la detección de patógenos en heces o la determinación del efecto de un prebiótico, probiótico o simbiótico en la población microbiana intestinal, entre otros. En muchas ocasiones, el procesado y el análisis microbiológico de las heces se retrasa por diferentes causas como la distancia entre la perrera y el laboratorio o la dificultad de recogida cuando se trabaja con un gran número de animales.

Con este trabajo pretendemos establecer un protocolo de recogida de heces para el estudio de la microbiota fecal en perros. Nuestros objetivos fueron evaluar la repetibilidad en la determinación de la microbiota fecal habitual, en una misma muestra, entre días de muestreo y analizar el efecto de la conservación en frío sobre dichas determinaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos pruebas experimentales. En la primera prueba, se emplearon 5 perros Beagle adultos y sanos. Los animales se alojaron en las instalaciones de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona y se mantuvieron bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo. Durante dos días consecutivos, se recogieron heces inmediatamente después de la defecación voluntaria de los animales. Las muestras se remitieron al laboratorio de microbiología para el estudio de la microbiota fecal habitual: *Enterobacteriaceae* spp, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y Bacterias ácido lácticas (BAL). Las muestras fecales se dividieron en dos alícuotas. Una alícuota se analizó de inmediato tras la recepción y la segunda se mantuvo 24 h a 4° C antes de ser analizada.

En la segunda prueba experimental se incluyeron 4 de los perros utilizados en la primera prueba. Se recogieron heces frescas durante tres días consecutivos. Las muestras se dividieron en varias alícuotas con el fin de someterlas a diferentes condiciones de procesado y refrigeración. Se estudió la repetibilidad de la microbiota en la misma porción de heces previa homogenización de la muestra. Del día 1 y 2 de recogida, se separó materia fecal que se mantuvo a 4° C durante 24 h. Una de las alícuotas del día 1 se refrigeró durante 48 h. De cada animal se realizó una mezcla de heces frescas del día 2 y heces refrigeradas del día 1 (*pool* 0+24). Similarmente, se constituyó un "pool" de los tres días de recogida mezclando heces frescas del día 3, heces refrigeradas 24 h del día 2 y heces refrigeradas 48 h del primer día de muestreo (*pool* 0+24+48).

Se utilizó microbiología tradicional para cuantificar los diferentes grupos de bacterias que forman parte de la microbiota habitual de las heces de los animales. Los medios de cultivo empleados fueron agar MacConkey en el caso de las Enterobacterias, agar TSN (triptona sulfito neomicina) para el recuento de *Clostridium perfringens* y agar MRS (Man Rogosa y Sharpe) para BAL.

Los datos obtenidos se han analizado mediante un test ANOVA con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera prueba, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los animales ($P < 0.01$), pero no entre los dos días de recogida de las muestras en los grupos microbiológicos analizados. El recuento medio por gramo de heces frescas fue de $5,87 \pm 0,49$ log UFC/g para *Enterobacteriaceae* spp, $5,86 \pm 0,50$ log UFC/g para *Escherichia coli*, $3,75 \pm 0,16$ log UFC/g para *C. perfringens* y $9,04 \pm 0,13$ log UFC/g para BAL. En general, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los recuentos bacterianos de las heces frescas y refrigeradas aunque en el segundo día del estudio se observaron recuentos de hasta un 15 % superiores ($P = 0.06$) de *C. perfringens* tras la conservación en refrigeración (4° C).

En la segunda prueba no se observaron diferencias en los grupos microbiológicos a estudio entre alícuotas obtenidas a partir de la misma porción de heces. En las heces frescas, no se apreciaron diferencias significativas entre días excepto para las BAL ($P < 0.05$). En las muestras recogidas el día 2 se observaron recuentos de BAL un orden por debajo que en las muestras del día 1 ($9,22$ log UFC/g día 1; $8,18$ log UFC/g, día 2 y $8,89$ log UFC/g día 3). La refrigeración de las muestras no modificó la microbiota de las mismas, los datos se presentan en la tabla 1. Cabría destacar que, únicamente en el primer día de muestreo, hubo un incremento de *C. perfringens* en las heces refrigeradas en comparación con las heces frescas ($P < 0,01$), al igual se observó en la primera prueba. Esta variación en los recuentos, supondría una limitación la conservación de las heces en refrigeración (4° C). En las muestras refrigeradas durante 48 h, los recuentos de BAL se modificaron de forma significativa respecto los valores obtenidos a las 24 h y a las heces frescas ($P < 0,001$ y $P < 0,05$ respectivamente) (Figura 1). El “pool 0+24”, no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos microbianos analizados respecto a las heces frescas del primer día, segundo día y las heces conservadas del primer día. Finalmente, el “pool” de tres días, 0+24+48, tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los recuentos microbianos realizados en comparación con las otras condiciones de procesado de las heces. Cuando no tenemos en cuenta los recuentos obtenidos a partir de las alícuotas refrigeradas 48 h, no se observan diferencias estadísticas entre las muestras sometidas a diferentes formas de conservación y procesado ($P = 0,0029$).

Dada la repetibilidad intramuestra podemos concluir que no es necesaria la duplicidad de las determinaciones sobre una misma muestra bien homogenizada. En cuanto a los días de recogida, la variabilidad observada en los recuentos de BAL sugiere la necesidad de realizar más de una recogida por periodo de muestreo. La posibilidad de refrigerar las muestras supone una gran ventaja a la hora de establecer protocolos de trabajo con animales, en los que la recogida es tras la defecación voluntaria y, puede demorarse en el tiempo, aunque los resultados obtenidos en los recuentos de *C. perfringens* suponen una posible limitación a la refrigeración y, por tanto al “pool” que reduciría, a una única siembra, la analítica de las muestras.

Tabla 1. Recuentos de los grupos microbiológicos analizados en la segunda prueba (log UFC/g de heces): Heces frescas (F) vs. Heces refrigeradas 24h. (R)

	Día 1				Día 2			
	F	R	Error st	p-Valor	F	R	Error st	p-Valor
<i>Enterobacteriaceae</i> spp	6.02	7.05	0.516	n.s	6.26	5.97	0.32	n.s
<i>Escherichia coli</i>	5.73	6.76	0.53	n.s	6.04	5.84	0.25	n.s
<i>Clostridium perfringens</i>	3.85	4.81	0.089	0.0018	4.13	3.61	0.358	n.s
BAL	9.225	8.47	0.376	n.s	8.188	8.005	0.162	n.s

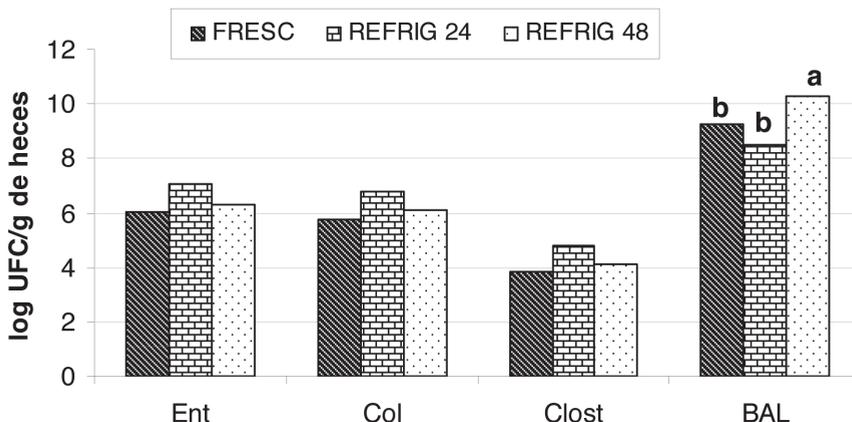


Figura 1. Efecto de la conservación en frío durante 24 h y 48 h. sobre el recuento microbiano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baillon ML, Marshall-Jones Z, F.Butterwick R., 2004. AJVR. 65(3):338-34
- Simpson J.M, Martineau B, Jones W.E, Ballam J.M, Mackie R.I. 2002. Microbial ecology 44:186-197

PROTOCOL PROPOSAL FOR SAMPLES COLLECTION FOR MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF DOG FECES

ABSTRACT: Some trials which include canine digestive microbiology studies do not have a standardized methodology about faeces collection. The aim of these studies was to make a standardized collection protocol to study the common microbiota in dog faeces. Study goals were to study the repeatability in the same sample, to determine the repeatability between days and to analyze the cold storage effect on the usual microbiota. The repeatability within the faeces was confirmed on the microbiota. Only variations between days on Lactic Acid Bacteria counts were detected. No differences were found in the microbiota (*Enterobacteriaceae* spp, *Escherichia coli* and Lactic Acid Bacteria) between fresh samples and refrigerated faeces. However, we observed an increase in the counts of *Clostridium perfringens* when the samples were kept refrigerated in different days in the two different studies. Thus, this effect could restrict the preservation of the faecal sample in the fridge until its analysis. More than one sample by sampling period may be considered in order to minimise the microbiota variation.

Keywords: microbiota, dogs, faeces, storage

ESTRATEGIAS IN VITRO PARA EVALUAR LA ADHESIÓN BACTERIANA SOBRE EL EPITELIO INTESTINAL EN LECHONES

Molist¹, F., Gómez de Segura¹, A., Hermes¹, R.G., Ywazaki¹, M., Virkola², R., Korhonen², T., Martín-Orúe¹, S.M. y Pérez¹, J.F.

¹Grup de Recerca en Nutrició, Maneig i Benestar Animal. Dpt. Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

francesc.molist@uab.cat

²General Microbiology, Faculty of Biosciences P.O.Box 56, FIN-00014 University of Helsinki, Finland.

INTRODUCCIÓN

La adhesión de bacterias patógenas sobre el epitelio intestinal suele ser un requisito indispensable para que se produzca la infección. El epitelio intestinal es una barrera física, en la que están presentes células especializadas, moco, péptidos antimicrobianos y una microbiota residente que proporciona la primera línea de defensa del hospedador. Determinadas estrategias nutricionales y/o farmacológicas pueden interferir en la colonización del epitelio y actuar, por tanto, en la prevención y/o tratamiento de la infección. Entre los mecanismos de acción por los que un ingrediente puede interferir en la adhesión se encuentran: la unión de éste a los elementos fimbriales bacterianos al mimetizar los receptores intestinales, el bloqueo de los nichos de adhesión impidiendo la adhesión de la bacteria, o la competición por nichos entre bacterias que comparten el mismo *loci* de unión intestinal. Resulta necesario desarrollar sistemas de evaluación del bloqueo de la adhesión *in vitro* que sean rápidos, reproducibles y que permitan una evaluación comparada de ingredientes previa a su posible incorporación en el pienso de los animales. Este estudio se está llevando a cabo inicialmente en lechones recién destetados para estudiar diferentes compuestos o ingredientes que permitan prevenir o disminuir la adhesión de *E.coli* en la mucosa intestinal, y reducir con ello la incidencia de diarreas postdestete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudios de adhesión en porta tras marcaje de las bacterias con FITC: Se sacrificaron 3 lechones (24 ± 0.77d) tratados con colistina (1g de colistina al 10%/ l de agua) durante 3 días. Se extrajeron segmentos del intestino delgado y del grueso que después de ser lavados se cortaron en fragmentos 2 cm de longitud para ser congelados rápidamente, previo recubrimiento con OCT, en isopentano enfriado en N₂ líquido. Las muestras fueron almacenadas a -80°C. Para realizar los estudios de adhesión, se cortaron secciones de 5 µm y se fijaron en los portas con paraformaldehído al 3.5%. Se cultivó la *E.coli* K88 en luria agar, se marcaron las bacterias con FITC (10⁹ UFC/ml) y se incubaron durante 1 h con los posibles bloqueantes (Edelman et al., 2003). Se testaron fracciones purificadas de leche con alto contenido en siálicos o en caseinglicomacropéptido (0; 0.5; 1.5 and 2.5 mg/ml) o probióticos (*Lactobacillus crispatus* y *L. amylovorus*) empleando una relación lactobacillus:*E. coli* de 0:1; 0.5:1; 1:1 y 5:1. Transcurrido el tiempo se lavaron las muestras y se procedió a la doble tinción del tejido con laminina. El grado de inhibición de la adhesión fue analizado mediante la observación directa en un microscopio de epifluorescencia con filtros específicos.

Estudios de adhesión en placa multipocillo: Paralelamente se recogieron muestras de mucus en solución salina de Hanks balanceada (HBSS). Se almacenaron en congelación hasta su utilización. Se ajustó la concentración de la proteína del mucus a 0.1 mg/ml, tapizando los pocillos (Namba et al., 2007). Se procedió a la incubación con la *E. coli* K88 marcada con FITC (5·10¹³ UFC/ml) durante 2 h posteriormente se procedió a realizar lavados de los pocillos (200 µl x 3) con 0.1% BSA en PBS y con agua para eliminar las bacterias no adheridas. Se determinó la fluorescencia de cada pocillo (490 nm de excitación / 518 nm de emisión). La puesta a punto de esta técnica permitirá hacer un amplio screening de bloqueantes de adhesión bacteriana sobre el mucus intestinal para su posterior estudio *in vivo* con lechones recién destetados.

Estudios de adhesión por FISH (fluorescence in situ hybridization): Se procedió a realizar una infección experimental con *E. coli* enterotoxigénica (K88ac) en lechones de 26 días de edad. Se sacrificaron los animales y se recogieron muestras de íleon siguiendo la misma metodología que los estudios de adhesión en porta. Una vez fijado el tejido con paraformaldehído, se procedió a la hibridación (50°C/4h) con sondas de *E. coli* (EC 1531 marcada con Cy3) y Eubacterias (SD-Bact-0338-a-A-18 marcada con FITC) para la detección directa de la bacteria adherida sobre el epitelio intestinal (Poulsen et al 1994). Se realizó un triple marcado de cada muestra empleando adicionalmente Hoechst. El análisis y la visualización de la imagen se realizaron mediante microscopía confocal. La sonda de Eubacterias se empleó con la finalidad de usarla como un marcador general de bacterias para conocer la carga bacteriana que existe en la sección de tejido estudiada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras evaluar la adhesión de *E. coli* K88 a lo largo de los diferentes tramos del intestino delgado, pudo observarse una mayor adhesión de la bacteria en el íleon. Las bacterias son muy específicas de los receptores intestinales (lectinas) y esta especificidad determina la zona preferencial de infección. Por lo tanto, el íleon fue seleccionado para continuar con los estudios de adhesión.

Es posible disminuir la incidencia de patologías como la colibacilosis post-destete, mediante la utilización de bloqueantes de la adhesión microbiana, prebióticos o probióticos en las dietas. Estas estrategias basan su eficacia en una mejora de los mecanismos naturales de defensa del animal. Como bloqueantes de la adhesión bacteriana se seleccionaron fracciones purificadas de leche con alto contenido en ácido siálicos (SA) o en caseínglicomacropéptido (CGMP), ya que en trabajos previos de otros autores se responsabiliza a estas moléculas como las que confieren la actividad biológica (Mouricout et al., 1990; Korhonen et al., 1985; Brody, 2000). Los resultados inmunohistoquímicos muestran que cuando el inhibidor no está presente en el medio, la bacteria se une en el borde en cepillo de las vellosidades intestinales. En presencia de los inhibidores debido al efecto bloqueante, la adhesión se vuelve no específica, detectándose bacterias en el corte del tejido pero no siguiendo la estructura de la vellosidad intestinal. De forma similar cuando el corte de intestino se incubó en presencia de diferentes relaciones *Lactobacillus:E. coli*, pudo observarse cómo a medida que aumentaba este cociente se producía mayor inhibición de la adhesión del patógeno sobre el epitelio intestinal (Tabla 1).

Actualmente estamos trabajando en la puesta a punto de los procedimientos descritos como adhesión en placa multipocillo y en la evaluación por FISH, con el fin de poder cuantificar la inhibición de la adhesión entre diferentes sustratos. Estos métodos, a diferencia de los que emplean sacos de intestino con posterior cultivo microbiológico (Naughton et al., 2001), permiten el almacenamiento de las muestras a -80°C hasta su procesamiento y el análisis de un mayor número de muestras al mismo tiempo. Sin embargo, también estamos tratando de resolver algunos problemas inherentes a las metodologías que hemos descrito, como la estabilidad de la capa de mucus en los pocillos o la eliminación de la adhesión no específica sobre el mucus en un caso; mientras que en el marcaje con FISH, estamos optimizando las condiciones de hibridación para las diferentes sondas, tratamos de controlar la hibridación no específica y el manejo de las imágenes para poder realizar la cuantificación.

La puesta a punto de estas técnicas *in vitro* nos permitirá la evaluación y comparación de múltiples ingredientes como posibles bloqueantes de adhesión, en un paso previo a su incorporación en el pienso. La técnica de elección sería la de la adhesión en portas multipocillo por su versatilidad, rapidez de análisis y menor coste. En segundo lugar estarían las dos técnicas de análisis por imagen que a pesar de ser más laboriosas permiten obtener imágenes comparativas del grado de la adhesión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brody, E.P. 2000. *Br. J. Nutr.* 84: 39-46.
- Edelman S., Leskela, S., Ron, E., Apajalahti, J., Korhonen, T.K. 2003. *Vet. Microbiol.* 91: 41-56.
- Korhonen, T.K., Valtonen, M.V. Parkkinen,

J., Vaisanen-Rhen, V., Finne, J., Orskov, F., Orskov, I., Svenson, S.B., Mäkelä, P.H. 1985. *Infect. Immun.* 48: 486-491. • Mouricout, M., Petit, J.M., Carias, J.R., Julien, R., (1990) *Infect. Immun.* 58: 98-106 • Namba, A., Mano, N., Hirose, H. 2007. *J. Appl. Microb.* 102: 1307-1317. • Naughton, P.J., Mikkelsen, L.L., Jensen, B.B. 2001. *Appl. Env. Micr.* 67: 3391-3395 • Poulsen, L.K., Fusheng, L., Kristensen, C.S., Hobolth, P., Molin, S., Kroghfelt, K.A. 1994. *Infect. Immun.* 62: 5191-5194

Tabla 1.- Resultados test de inhibición por métodos inmunohistoquímicos empleando posibles prebióticos o probióticos

Concentración del inhibidor	0 mg/ml	0.5 mg/ml	1.5 mg/ml	2.5 mg/ml
CGMP	+++	++	++	-
SA	+++	-	-	-
Relación <i>Lactobacillus</i> : <i>E. coli</i>	0:1	0.5:1	1:1	5:1
<i>L. amylovorus</i>	+++	-	-	-
<i>L. crispatus</i>	+++	++	-	-

+++ alto número de bacterias adheridas sobre las vellosidades; ++ moderado número de bacterias adheridas sobre las vellosidades; + bajo número de bacterias adheridas sobre las vellosidades; - no existe adhesión sobre la vellosidad

Agradecimientos: Este trabajo está siendo financiado por CICYT (AGL2005-07438-C08-01/GAN) y AGL2007-60851/GAN.

IN VITRO STRATEGIES TO TEST BACTERIAL ADHESION IN PIGLETS

ABSTRACT: Pathogens infect their host tissues through a series of steps that begin with the adhesion and colonization of the mucosal surfaces. The intestinal epithelium is a physical barrier that prevents unwanted bacteria from gaining access to essential organs; it also provides a surface covered by specialized cells producing mucus, antimicrobial peptides and antimicrobial molecules, which together with resident microbiota provide the front line of defense against pathogenic microorganisms. Certain nutritional strategies and/or drugs may interfere with the colonization of the epithelium and may act, thus, in the prevention and/or treatment of the infection. Then, it is necessary to develop *in vitro* strategies to test bacterial adhesion. These techniques should be fast, reproducible and should allow a comparative assessment of ingredients prior to their possible incorporation into the feed. The techniques that are included in this study are the following: Immunohistochemical staining, fluorescence *in situ* hybridization with tissue samples and fluorescence using 96-well microtitre plates in mucus. This study is being conducted initially in newly weaned piglets to study different compounds or ingredients that can prevent or reduce the adhesion of *E. coli* to the intestinal mucosa, and thereby reduce the incidence of postweaning diarrhea.

Keywords: *E. coli* K88ac, sialic acid, caseinglycomacropeptide, *Lactobacillus amylovorus*

EFFECTO DE PECTIC-OLIGOSACÁRIDOS DEL ALBEDO DE LA NARANJA SOBRE LA ADHESIÓN E INVASIÓN DE BACTERIAS PATÓGENAS SOBRE CÉLULAS INTESTINALES HUMANAS *IN VITRO*

Solanas, E.¹, Hotchkiss², A.T., Rastall, R.A.³

¹Laboratorio de Investigación Molecular, Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, C/ Cardenal Gomá s/n, 50009 Zaragoza. emsolanas.iacs@aragon.es

²Eastern Regional Research Center, USDA, Wyndmore, PA 19038, USA

³Food and Bioprocessing Sciences Unit, School of Food Biosciences, University of Reading, P.O. Box 226, Whiteknights, Reading RG6 6AP, UK

INTRODUCCIÓN

En el inicio de enfermedades intestinales de origen bacteriano la adhesión y posterior invasión del epitelio intestinal por parte de los microorganismos infecciosos son pasos primordiales. Algunos oligosacáridos no digeribles (FOS, GOS, MOS) pueden inhibir la adhesión de determinadas bacterias patógenas a los receptores celulares (lectinas) de la mucosa intestinal (Ofek et al. 2003). Se ha observado que pectico-oligosacáridos (POS) obtenidos a partir de la hidrólisis ácida de los residuos resultantes durante la extracción de pectinas del albedo de la naranja, presentan actividad antiadhesiva frente a determinadas cepas de *E. coli* enteropatógenas (Rhoades et al. 2008).

El objetivo de este trabajo se centró en el estudio del efecto de distintas fracciones de pectico-oligosacáridos sobre la adhesión e invasión de distintos patógenos bacterianos intestinales a la mucosa intestinal humana, mediante el uso de cultivos celulares "in vitro".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron dos diferentes fracciones de POS obtenidas en el USDA Eastern Regional Research Center (Wyndmore, USA) mediante hidrólisis ácida de residuos de la extracción de pectina del albedo de la naranja (Manderson *et al.*, 2005). Una de las muestras se obtuvo del filtrado tras la extracción de la pectina (POS2) y la otra del material flotando sobre el filtrado (POS1).

Se estudiaron un total de tres cepas de bacterias enteropatógenas: *E. coli* 0157:H7 (*E. coli* enterohemorrágica, EHEC), *E. coli* 0125:H6 (*E. coli* enteropatógena, EPEC) y *S. typhimurium* (ST).

Estudios de adhesión-invasión en cultivos celulares: Los estudios toxicidad y de adhesión-invasión se realizaron sobre la línea celular intestinal humana Caco-2. Las células se sembraron en placa de cultivo celular de 24 pocillos, a una densidad de 1×10^4 cél./ml y pocillo respectivamente, y se mantuvieron en medio mínimo esencial de Eagle (EMEM) con un 10% de suero fetal bovino, 1% de antibióticos y un 1% de aminoácidos no esenciales, a 37°C y bajo un 5% de CO₂. Dichos estudios se efectuaron tras 7 o 21 días de cultivo de las células dependiendo de la parte del intestino colonizada por la bacteria a estudio (Pinto *et al.*, 1983), intestino delgado (21 d., células enterocíticas) para EPEC y ST, o intestino grueso (7 d., células indiferenciadas, no secretoras de enzimas digestivas) para EHEC.

A fin de comprobar la citotoxicidad de la muestra y determinar la mayor concentración de POS inocua para las células, tras incubar las células durante 3 horas con 1 ml/pocillo de POS disuelto en DPBS, a 5 dosis distintas (0.5, 1.0, 2.5, 5.0 y 10 mg/ml), se determinó la viabilidad celular, frente a células incubadas en DPBS, por el método Azul – Trypan. Cada dosis fue evaluada en 2 pocillos/placa, en tres pases celulares consecutivos.

La adhesión – invasión de las bacterias a las células en presencia de POS se determinó por el método descrito por Elsinghorst (1994). Se infectaron las monocapas celulares con 1 ml/pocillo de suspensiones de cada una de las bacterias a estudio (1×10^8 UFC/ml) en 2.5 mg/ml de POS en DPBS y se incubaron bajo condiciones estándar durante 2 horas para ST y 3 horas para EHEC y EPEC. A estos tiempos, en la mitad de los pocillos se determinó la adhesión-invasión tras doble lavado con PBS, lisis de células eucariotas con una solución 1% de Triton X-100, siembra de diluciones seriadas del contenido de cada pocillo en placas de agar Mueller-Hinton y conteo de las UFC. La invasión se determinó en la otra mitad de pocillos, tras una incubación adicional durante una hora en medio de cultivo con gentamicina (100 mg/ml) para destruir las bacterias extracelulares, siguiendo posteriormente el protocolo

anterior. Para cada bacteria a estudio, adhesión e invasión se determinaron por triplicado (3 pocillos/placa), en 3 pases consecutivos de células. En cada placa se incubaron 3 pocillos de células y 1ml de la suspensión bacteriana únicamente en DPBS, como control tanto para la adhesión como para la invasión.

Para determinar si las muestras de POS podían ser fermentadas por las bacterias a estudio, se estudió el crecimiento de éstas (Δ UFC) al ser incubadas (1×10^8 UFC/ml) con soluciones de POS a 2.5mg/ml en DPBS durante 3 horas a 37°C y un 5% de CO₂, frente a cuando eran incubadas únicamente con DPBS. La carga eléctrica neta de las bacterias en suspensión en soluciones de DPBS, POS1 y POS2 (2.5 mg/ml de DPBS) se midió por el potencial zeta. Los datos de adhesión e invasión fueron analizados por análisis de varianza, considerando el pase celular como efecto bloque y el tratamiento con POS como efecto principal, mediante el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

POS 1 y 2 a una dosis de 10 mg/ml provocó una muerte celular del 100%, tanto en las células indiferenciadas como diferenciadas. En las células indiferenciadas, POS a una concentración de 5mg/ml dio una menor viabilidad celular que las células control, incubadas únicamente con DPBS (73.4 con POS1, 75.7 con POS2 vs 85.6.2% con DPBS, $P < 0.10$). El resto de las concentraciones de POS1 y POS2 a estudio no afectaron negativamente la viabilidad de las células indiferenciadas ($P > 0.05$). La viabilidad de las células diferenciadas se vio afectada de la misma manera que en el caso anterior. En función de estos datos, la dosis elegida para los estudios de adhesión-invasión fue aquella más alta sin efectos citotóxicos a nivel celular (2.5 mg/ml).

No se observaron incrementos significativos ($P > 0.05$) en las poblaciones de EHEC, EPEC y ST al ser incubadas bajo las mismas condiciones que en las pruebas de adhesión-invasión con soluciones de POS1 y POS2 en DPBS (2.5 mg/ml). Esto nos permite afirmar que las muestras de POS no afectan el crecimiento bacteriano bajo las condiciones a estudio y no existe una fermentación de las muestras por parte de las bacterias que conlleve un aumento en la población bacteriana que pueda enmascarar el efecto anti-adhesivo.

El efecto de los POS sobre la adhesión e invasión de las bacterias a estudio dependió de la cepa bacteriana. La incubación con POS provocó una ligera mayor adhesión de EHEC a células Caco-2, resultando únicamente significativa con POS2. Sin embargo, la invasión de EHEC a células Caco-2 disminuyó significativamente ($P < 0.001$), cuando fue incubada en presencia tanto de POS1 como de POS2, sin aparecer diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ambas muestras (Tabla 1).

Similares efectos, aunque más patentes, se observaron para EPEC, puesto la adhesión resultó significativamente ($P < 0.05$) mayor con ambos POS, mientras que la invasión celular fue 10 veces menor ($P < 0.001$). Lo mismo ocurrió para ST, aunque debido a la alta variabilidad experimental no se observaron diferencias significativas en la adhesión.

Estos resultados no coinciden con los encontrados con Rhoades *et al.* (2008), que estudiando POS en células HT29 frente a diferentes cepas de EPEC, observaron un descenso en la adhesión celular.

La carga neta superficial de cada cepa bacteriana suspendida a una concentración de 1×10^8 UFC/ml en soluciones de 2.5 mg/ml de POS1 (-19.4 ± 1.54 mV de media) y POS2 (-20.7 ± 2.01 mV de media) en DPBS fue significativamente menor ($P < 0.05$) que cuando se suspendieron únicamente en DPBS (-7.2 ± 0.99 mV). La diferente carga a nivel de la superficie bacteriana en presencia de POS pudo provocar una mayor atracción hacia la superficie celular sin implicar una adhesión real de las bacterias a la membrana celular (Weerkamp *et al.* 1988), pudiendo bloquear la colonización celular por unión a las fimbrias de adhesión (Rhoades *et al.* 2008). Esto explicaría una mayor adhesión y al mismo tiempo una menor invasión bacteriana.

Conclusión: las muestras de pectico-oligosacáridos estudiadas, obtenidas de los residuos de la extracción de pectina del albedo de la naranja inhiben la invasión de las bacterias a estudio, *E. coli* 0157:H7, *E. coli* 0125:H6 y *S. typhimurium* en células Caco-2, que representan *in vitro* el epitelio intestinal.

Tabla 1. Adhesión e invasión de EHEC, EPEC y ST sobre células Caco-2 en presencia de POS

	DPBS	POS1	POS2	DE (n=9)	Signif. Tto
<i>E. coli</i> O157:H7:					
Adhesión	1.0 x 10 ^{6A}	2.4 x 10 ^{6AB}	3.8 x 10 ^{6B}	1.4 x 10 ⁶	**
Invasión	4.7 x 10 ^{4A}	1.3 x 10 ^{4B}	1.6 x 10 ^{4B}	1.3 x 10 ⁴	***
<i>E. coli</i> O125:H6:					
Adhesión	8.1x 10 ^{5B}	4.7 x 10 ^{6A}	5.3 x 10 ^{6A}	3.1 x 10 ⁶	*
Invasión	5.8 x 10 ^{4A}	6.9 x 10 ^{3B}	4.4x 10 ^{3B}	2.4 x 10 ⁴	***
<i>S. typhimurium:</i>					
Adhesión	5.7 x 10 ⁵	4.1 x 10 ⁶	1.5 x 10 ⁷	1.4 x 10 ⁷	ns
Invasión	8.04 x 10 ^{3A}	1.86 x 10 ^{3B}	0.64 x 10 ^{3B}	1.7 x 10 ³	***

ns($P>0.05$); *($P<0.05$); ** ($P<0.01$); ***($P<0.001$); Letras diferentes dentro de la misma fila muestran diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Elsinghorst EA. 1994. *Methods Enzymol* 236: 405-420 • Manderson K, Pinart M, Tuohy KM, Grace WE, Hotchkiss AT, Widmer W, Yadhav MP, Gibson GR, Rastall RA. 2005. *Appl Environ Microbiol* 71: 8383-89. • Ofek, I, Hasty DL, Sharon N. 2003. *FEMS Immunol Med Microbiol* 38:181-191. • Pinto, M., Robine-Leon, S., Appay, M.D., Kedinger, M., Triadou, N., Dussaulx, E., Lacroix, B., Simon-Assman, P., Haffen, K., Fogh, J. and Zweibaum, A., 1983. *Biol Cell* 47: 323-330. •Rhoades J, Manderson K, Wells A, Hotchkiss AT Jr, Gibson GR, Formentin K, Beer M, Rastall RA., 2008. *J Food Prot.* 71:2272-2277 • Weerkamp AH, Uyen HM, Busscher HJ. 1988. *J Dent Res.* 67:1483-1487.

EFFECT OF PECTIC-OLIGOSACCHARIDES FROM ORANGE ALBEDO ON ENTEROPATHOGEN BACTERIA ADHESION-INVASION OF HUMAN GUT EPITHELIAL CELLS *IN VITRO*

ABSTRACT: The aim of the study was to investigate the ability of pectic oligosaccharides (POS) to inhibit adhesion and invasion of three relevant enteropathogen bacteria strains: the enterohemorrhagic *E. coli* O157:H7, the enteropathogenic *E. coli* O125:H6 and *S. typhimurium* to human intestinal epithelial cell cultures using the human Caco-2 cell line. Two different POS fractions resulting in pectin extraction from orange albedo, were tested, POS1 (from filtrate) and POS 2 (from floc). Bacteria tested showed a higher adhesion with POS1 and POS2 at a dose of 2.5 mg/ml ($P<0.05$ for *E. coli* strains, $P>0.05$ for *S. typhimurium*), nevertheless invasion was significantly reduced ($P<0.001$) for the three bacteria strains, especially for *E. coli* 125:H6 when they were incubated with either POS1 or POS2 in DPBS on Caco-2 monolayers. Reduction of zeta potential of bacteria strains on POS solutions could produce an apparent or unspecific attachment of bacteria to cells which did not imply a real bacteria attachment to cells and consequent cell invasion.

Keywords: oligosaccharides, *E. coli*, *Salmonella*, cell adhesion

EFFECTO DE LOS PRODUCTOS DE FERMENTACIÓN DEL TRIPTÓFANO EN LA RESISTENCIA ELÉCTRICA TRANSEPITELIAL EN UN MODELO *IN VITRO* DE COLON.

Abecia, L., McCartney, A.L. y Klinder, A.

Food Microbial Sciences Unit, School of Chemistry, Food Biosciences and Pharmacy,
P O Box 226, Whiteknights, RG6 6AP, University of Reading, Inglaterra. labecia@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes procesos digestivos en humana que cursan con problemas de permeabilidad intestinal: intolerancia alimentaria, enfermedad de Crohn y celiaca e infecciones intestinales. El incremento de permeabilidad de la mucosa epitelial surge por un debilitamiento de las uniones oclusivas (que sirven para mantener las células unidas y para prevenir el flujo de sustancias entre las células epiteliales) y a través de una degradación de la capa de mucosa que protege el tracto intestinal. Se ha descrito que el contenido luminal del intestino afecta la integridad de la barrera epitelial tanto *in vitro* (Hashimoto et al. 1995) como *in vivo* (Kansagra et al. 2003). La microbiota intestinal es un ecosistema diverso que contiene una amplia variedad de bacterias, cada una de las cuales producen metabolitos específicos y tienen el potencial para interactuar con el hospedador de diferente manera (Tannock, 2001). Los ácidos grasos de cadena corta indujeron un ajuste de las uniones oclusivas en un ensayo con líneas celulares Caco-2 utilizando resistencia eléctrica transepitelial (TER) (Mariadasan et al. 1997). Se ha descrito también que las bacterias colónicas afectan la permeabilidad de las uniones intercelulares oclusivas. García-Lafuente y colaboradores (2001) encontraron que *Lactobacillus brevis* redujo la permeabilidad de la barrera mientras que cepas de *Escherichia coli*, *Streptococcus viridans*, y *Klebsiella pneumoniae* incrementaron la permeabilidad. Otro grupo de investigadores, ha mostrado que las enterotoxinas de *Bacteroides fragilis*, disminuyeron la TER y abrieron los espacios entre enterocitos en cultivos celulares *in vitro* de enterocitos confluentes (Wells et al. 1996). En este trabajo se realizó un ensayo de resistencia eléctrica transepitelial para estudiar si los productos de fermentación bacteriana del triptófano afectan la fuerza de las uniones celulares *in vitro*, utilizando la línea celular Caco-2 como modelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar *in vitro* la distribución de los microorganismos relacionados con el metabolismo del triptófano, se utilizaron 6 fermentadores continuos con pH controlado (6.8). El medio basal contenía (por litro): 0.4 g KH₂PO₄, 0.53 g Na₂HPO₄, 0.3 g NH₄Cl, 0.3 g NaCl, 0.1 g MgCl₂·6H₂O, 0.11 g CaCl₂, 0.5 mg resazurina, 4 g NaHCO₃, 0.25 g Na₂S·9H₂O, 0.5 g L-Cysteine HCl, 1 ml de solución completa de oligoelementos y 1 ml de solución de vitaminas. Este medio fue suplementado con 1% de L-tryptophan (Sigma-Aldrich) y el pH ajustado a 6.8. Cada fermentador con 90 ml del medio (TRP) fue inoculado con 10 ml de un 10% de muestra fecal fresca preparada en agua destilada anaeróbica de 6 individuos diferentes. A las 24h comenzó la alimentación continua a ritmo de flujo de 5ml/h que corresponde a 20h de tiempo de tránsito.

Después de 312 h de experimento con alimentación continua se tomaron muestras (50ml) y se centrifugaron a 13000 xg y 4°C por 60 min y el sobrenadante fue filtrado en una campana estéril y almacenado a -20 °C hasta su posterior utilización. Además, se aislaron los microorganismos presentes al final de la fermentación en un agar rico en nutrientes (Wilkins-Chalgren) y una vez purificados (tras tres pases) se extrajo el DNA de las colonias con la matriz Insta Gene (Bio-Rad Laboratories, Ind) para la secuenciación y posterior identificación del gen *16S rRNA*.

Las líneas celulares Caco-2 se obtuvieron de la Colección Europea de Cultivos Celulares para la Microbiología Aplicada e Investigación (ECACC, Salisbury, UK) y fueron cultivados en monocapa con el medio Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) que contenía 4.5 g/L de glucosa, L-glutamina y piridoxina, suplementada con un 10% de suero bovino fetal y 1% de mezcla de penicilina-estreptomina (Cambrex BioScience; Wokingham, Berkshire, UK) a 37°C y 5% CO₂.

El método de la resistencia eléctrica transepitelial (TER) propuesto por Morrow y colaboradores (1996) se utilizó para medir la integridad de la monocapa celular. Las células Caco-2 se sembraron en platos de cultivo Coster Transwell (Fisher, UK) de 6 pozos sobre insertos con filtros permeables de poliéster, con un diámetro de poro de $0.4 \mu\text{m}$ y una superficie de crecimiento de 4.67 cm^2 , los cuales fueron recubiertos con 0.01% de colágeno tipo 1 de cola de rata y dejados para secar en una campana estéril. Las células fueron sembradas en los insertos en alícuotas de 2.5 ml a una concentración de 0.5×10^6 células por ml. A su vez, el medio de cultivo (1.5 ml) fue añadido al compartimento basolateral de cada pozo. Se dejaron dos pozos de cada ensayo sin células como blancos. Las células fueron creciendo en estos insertos y el medio se cambió cada 48 h . Después de 7 días de cultivo se tomaron las medidas TER (Ω/cm^2) utilizando para ello un voltímetro epitelial con electrodos de pabillo (Millicell-ERS, Millipore, USA). Las lecturas fueron tomadas cada 24 h hasta que fueron estables (a los $14\text{--}16$ días). En este punto las células se consideraron diferenciadas completamente.

Las lecturas TER se tomaron inmediatamente antes de que las células fueran expuestas a los tratamientos basados en las fermentaciones previas con triptófano. Los sobrenadantes de las fermentaciones se prepararon en un medio esencial mínimo libre de suero al 10% y se colocó un volumen de 2.5 ml en el compartimento superior de los insertos tratados. Un tratamiento de $300\mu\text{M}$ de ácido desoxicólico (DCA) se incluyó como control positivo y un tratamiento de sólo medio como control negativo. Se tomaron lecturas TER a las 12 h . Todos los tratamientos se llevaron a cabo en triplicado y sólo se tomaron las medidas TER > 600 (Ω/cm^2) ya que valores inferiores no aseguran la integridad de la monocapa.

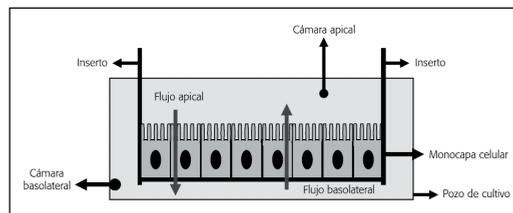


Figura 1. Esquema del montaje experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incubación de las células Caco-2 con DCA produjo un descenso del 93% en TER, indicando un mayor trastorno en la integridad de las uniones oclusivas. La inclusión del medio TRP sin fermentación previa indujo una reducción del 3% en TER por debajo del control negativo. De la misma manera, 5 de los 6 sobrenadantes provenientes de las fermentaciones bacterianas con triptófano produjeron un incremento en la permeabilidad de las membranas de la monocapa celular entre un 6 y un 14% . Sólo uno de ellos se comportó en el rango del control negativo, modificando el porcentaje de cambio por debajo del 1% .

Al final de los 13 días de fermentación con alimentación continua con un medio básico suplementado con triptófano sólo aquellas bacterias capaces de utilizar este amino ácido estarían presentes en el vaso de fermentación. Esas colonias aisladas y mantenidas en anaerobiosis fueron identificadas por la secuencia completa de su gen *16S rRNA* y se observó que *E. coli* estaba presente en todas las fermentaciones, lo que podría explicar el incremento de la permeabilidad previamente detectado por otros investigadores (García-Lafuente et al. 2001). Pero en el caso de los 5 sobrenadantes que dañaron la integridad de la monocapa *Citrobacter freundii* estaba también presente. Sin embargo, en el caso del sobrenadante que no dañó la permeabilidad celular, la biodiversidad fue mayor, es decir, que además de estos dos microorganismos se aislaron del recipiente de fermentación otras dos bacterias: *Citrobacter koseri* y *Citrobacter amalonaticus*.

En las bacterias, los genes que codifican para las regiones *5S*, *16S* y *23S del rRNA* están normalmente organizados en un operón. El número de copias de estos operones en el

genoma de cada bacteria varía entre 1 y 15. *E.coli* posee 7 copias por genoma (Ellwood y Nomura, 1980) y diferentes grupos (Klappenbach et al. 2000; Stevenson y Schmidt, 2004; Shrestha et al. 2007) han demostrado una correspondencia entre el tiempo necesario para formar colonias en un medio complejo y el número de copias de operones rRNA, lo que conferiría una ventaja a la hora de la adaptación a medios fluctuantes en la disponibilidad de recursos. El número de copias de este operón en *Citrobacter* no se ha podido consultar en la bibliografía pero se ha observado por las bandas del DGGE que las diferentes especies poseen más de 5 copias cada una. Estos resultados muestran que pueden existir más especies digestivas capaces de utilizar el triptófano de la misma manera, pero que no pudieron adaptarse al cambio de medio tan rápido como se requería para sobrevivir.

En este experimento se demuestra que los productos de fermentación de alguna de las bacterias comensales del intestino pueden dañar la integridad de la barrera colónica. Los resultados de este experimento parecen sugerir que no sólo las bacterias adheridas a la mucosa intestinal son las que pueden producir daño en las uniones intercelulares incrementando la permeabilidad del lumen a la sangre (Spitz et al. 1994), sino que los productos de fermentación del triptófano de algunas bacterias aisladas del tracto digestivo pueden ejercer un efecto negativo sobre las uniones en función de la microbiota presente en el ecosistema digestivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Ellwood M y Nomura M. 1980. J. Bacteriol 143: 1077-1080. •Garcia-Lafuente A, Antolin M, Guarner F, Crespo E y Malagelada JR. 2001. Gut 48: 503–507. •Hashimoto K, Takeda K, Nakayama T y Shimizu M. 1995. Biosci Biotechnol Biochem 59: 1951–1952. •Kansagra K, Stoll B, Rognerud C, Niinikoski H, Ou CN, et al. 2003. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol 285: 1162–1170. • Klappenbach JA, Dunbar JM y Schmidt TM. 2000. A ppl Environ Microbiol 66: 1328-1333. •Mariadasan J, Barkla D y Gibson P. 1997. Am J Physiol 272: G705–G712. •Morrow DMP, Ryan MP y McGlynn H. 1996. Br J Cancer 74: 42. • Shrestha PM, Noll M y Liesack W. 2007. Environ Microbiol 9, 2464-2474. •Spitz J, Hecht G, Taveras M, et al. 1994. Gastroenterology 106: 35–41. • Stevenson BS y Schmidt TM. 2004. Appl Environ Microbiol 70, 6670-6677. •Tannock, G. 2001. Am J Clin Nutr 73, S410-S414. •Wells CL, Van de Weterlo EMA, Jechorek RP, Feltis BA, Wilkins TD y Erlandsen SL. 1996. Gastroenterology 110, 1429-1437.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias a la hospitalidad del profesor Glenn Gibson en su laboratorio y al programa Perfeccionamiento de Doctores en el Extranjero del Gobierno Vasco.

EFFECT OF FERMENTATION PRODUCTS OF TRYPTOPHAN ON TRANS-EPITHELIAL ELECTRICAL RESISTANCE IN AN IN VITRO MODEL OF THE COLON

One feature of different stages of gut problems is the disruption of tight junctions, leading to a loss of integrity across the intestinal barrier. In this experiment, Caco-2 human adenocarcinoma cell lines were used as a model for the intestinal epithelia. Transepithelial electrical resistance (TEER) measurements indicate Caco-2 monolayer integrity. pH-controlled faecal batch continuous culture fermentations were used to study *in vitro* the distribution of the main micro-organisms involved in tryptophan metabolism. Twelve hours of exposure to tryptophan fermentation products was enough to modify TEER measurements. The fermentation products were different depending on the microbiota involved in the amino acid fermentation. *Escherichi coli* and *Citrobacter freundii* were present after 13 days of fermentation and the combination of both decreased TEER and open up the spaces between confluent cell cultures. However, our results indicate that the response of the cells tight junctions varied according to the biodiversity of microorganism present at the end of the experiment in the batch cultures.

Keywords: TEER, tryptophan, fermentation products, caco-2 cell

DIRECCIONES DE LOS ASISTENTES A LAS XIII JORNADAS SOBRE PRODUCCION ANIMAL DE AIDA

Zaragoza, mayo 2009

ABECIA MARTÍNEZ, Alfonso

Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
alf@unizar.es

AGOSTINI, Piero

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
josep.gasa@uab.cat

AIT AMER, Mehdi

Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
mehdi_aa@hotmail.com

ALBERTI LASALLE, Pere

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
palberti@aragon.es

ALFONSO CARRILLO, Clara

NUTRECO
Ctra. CM-4004, km.10.0
45950 CASARRUBIOS DEL MONTE
c.alfonso@nutreco.com

ALONSO MARTIN, Verónica

Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
veroalon@unizar.es

ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, Javier

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
jalvarezr@aragon.es

AMILLS ERAS, Marcel

UAB-Fac. Veterinaria
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
Marcel.Amills@uab.cat

ANDEL NAEEM AMEEN, Faleh

Fac. Vet. Dpto A y E.A.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
f_faleh@yahoo.com

ARGENTE CASCARROSA, M^a José

Univ. Miguel Hernández
Ctra. de Beniel, km 3,2
03312 ALICANTE
mj.argente@umh.es

ARRANZ ARRIOLA, Josune

NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
jarranz@neiker.net

ARROYO MARTÍNEZ, José M^a

Dpto. P.A.-UPM-ETSIA
Senda del Rey, s/n
28040 MADRID
chemaarroyo@gmail.com

ARRUGA LAVIÑA, M^a Victoria

Fac. de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
mvarruga@unizar.es

ASENJO MARTÍN, Begoña

E.U.I.T.A.- Uva
Campus Duques de Soria, s/n
42004 SORIA
basenjo@agro.uva.es

BARRAGAN ALCAIDE, M^a Carmen
INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
barragan@inia.es

BASELGA IZQUIERDO, Manuel
Dpto. C.A.-UPV
C^o de Vera, s/n
46022 VALENCIA
mbaselga@dca.upv.es

BECH SABAT, Gregori
UdL-Dpto. Prod. Animal
Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
gbech@prodan.udl.cat

BELANCHE GRACIA, Alejandro
University of Aberystwyth
Ground Floor Flat, 22 North Parade
SY23 2NF ABERYSTWYTH. - u.k.
aib@aber.ac.uk

BELENGUER FERRANDO, Álvaro
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
a.belenguer@eae.csic.es

BELTRÁN DE HEREDIA, Ignacia
NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
ibeltran@neiker.net

BERNUES JAL, Alberto
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
abernues@aragon.es

BERTELLI PLFANZER, Sergio
Dpto. T.A. Fac. Ing. Alim.
Ciudade Universit. Zeferino Vaz
CAMPINAS - BRASIL
spflanzer@gmail.com

BICHI RUSPOLI-FORTEGUERRI, Elena
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
e.bichi@eae.csic.es

BLANCH TORRES, Eva
IVIA -C.T.A.
Dr. García Donato, 10 21^a
VALENCIA
blantor@hotmail.com

BLANCO ALIBES, Mireia
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
mblanco@aragon.es

BLASCO PÉREZ, Isabel
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
iblascop@aragon.es

BODAS, Raúl
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
raul.bodas@agro.uva.es

BUFFONI, Andrés
Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
buffonimedvet@yahoo.com

CABALLERO DE LA CALLE, José R.
EUITA-UCLM
Ronda Calatrava, 5
02071 ALBACETE
JoseRamon.Caballero@uclm.es

CALAVIA BENITO, Rebeca
CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
rcalavia@aragon.es

CALSAMIGLIA BLANCAFORT, Sergio

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
sergio.calsamiglia@uab.cat

CALVETE MARGOLLES, Carlos

CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
ccalvete@aragon.es

CALVO LACOSTA, Jorge H.

CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
jhalcalvo@aragon.es

CALVO, Silvia

CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
silviacalvo10@hotmail.com

CAMPO ARRIBA, M. Mar

Facultad de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
marimar@unizar.es

CAMPO CHAVARRIA, José L.

INIA
Apartado 8111
28080 MADRID
jlcampo@inia.es

CANOVAS TIENDA, Ángela

UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
angela.canovas@irta.cat

CANTALAPIEDRA HÍJAR, Gonzalo

E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
gonzalo.cantalapiedra@eez.csic.es

CARABAÑO LUENGO, M^a Jesús

INIA
Crta. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
mjc@inia.es

CASASUS PUEYO, Isabel

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
icasasus@aragon.es

CASSOL PIRES, Cleber

Unive. Fed. Sta. María
Estado de Río Grande
BRASIL
cpires@smail.ufsm.br

CASTILLEJOS, Lorena

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
josep.gasa@uab.cat

CATALA, María G.

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
mariagracia.catala@uab.cat

CEBRIÁN PÉREZ, José A.

Dpto. B.B.M.C.-Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
pcebrian@unizar.es

CEGARRA GARCÍA, Eugenio

Nuter Fed, SAU
Avda. Mariñas, 218
15000 OLEIROS
ecegarra@nuteriberia.com

CERISUELO GARCÍA, Alba

CITA- IVIA
Pol. Esperanza s/n
12400 SEGORBE
cerisuelo-alb@gva.es

CHAMORRO FRANCISCO, Susana

ETSIA - UPM - Dpto. P.A.
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
susana.chamorro@upm.es

CHENTOUF, Mouaa

INRA
78, Bd. Med. Ben Abdallah
TANGER - Marruecos
mouad.chentouf@gmail.com

COLAS ESTEBAN, Carmen

Dpto. B.B.M.C.-Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
yavoya00@unizar.es

CONDE AGUILERA, José A.

E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
alberto.conde@eez.csic.es

CORRAL JIMÉNEZ, Juan Manuel

CIDA-LA ORDEN-VALDESEQUERA
Autovía A-5, km 372
06187 GUADAJIRA
juanmanuel.corral@juntaextremadura.net

CORTINAS PAREDES, Fco. Javier

USC-EP-Fac. Vet. Pabn 1 Bajo
Avda. Carballo Calero s/n
27002 LUGO
franciscoj.cortinas@rai.usc.es

DAZA ANDRADA, Argimiro

UPM - ETSIA - Dpto. PA
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
argimiro.daza@upm.es

DE LA ROZA DELGADO, Begoña

SERIDA
Apartado 13
33300 VILLAVICIOSA
broza@serida.org

DE VEGA GARCÍA, Antonio

Facultad de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
avega@unizar.es

DÍAZ FERNÁNDEZ, Pablo

Dpto. P.A. Fac. Veterinaria
Campus Universitario
27002 LUGO
pablo.diaz@usc.es

DÍEZ UNQUERA, Begoña

NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
bdiez@neiker.net

ECHENIQUE, Ana

Comision Nacional de Fomento Rural
Salvador García Pintos, 1138
MONTEVIDEO - Uruguay
anaechenique@adinet.com.uy

EGUINOVA ANCHO, Paola

I.T.G.G.
Avda. Serapio Huici, 22
31610 VILLAVA
peguinoa@itgganadero.com

ESCRIBANO SÁNCHEZ, Jesús

Rafael Alberti, 24
ajescc@hotmail.com

ESTANY ILLA, Joan

UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
jestany@prodan.udl.cat

ESTEVE, Anna

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
anna.esteve@uab.cat

ESTÉVEZ GONZÁLEZ, José A.
ETSIA-UCLM-IDR-IREC
Campus UCLM, s/n
02071 ALBACETE
jose.estevez@uclm.es

FABREGAS i COMADRAN, Xavier
UAB-Fac. Veterinaria
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
xfabregues@hotmail.com

FERNÁNDEZ ÁVILA, Ana Isabel
INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
avila@inia.es

FERNÁNDEZ FIGARES IBÁÑEZ, Ignacio
EEZ-CSIC
Profesor Albareda, 1
18008 GRANADA
ifigares@eez.csic.es

FERNÁNDEZ MARTÍN, Jesús
INIA
Crta. La Coruña, km. 7,5
28040 MADRID
jmj@inia.es

FERNÁNDEZ OLIAGA, Paloma
TRAGSEGA
Julián Camarillo, 6-4ª Pta.
28039 MADRID
pfecnan1@tragsa.es

FERRANDO LEBRAUD, Ainhoa
UAB
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
Ainhoa.Ferrando@uab.cat

FONDEVILA CAMPS, Manuel
Fa. Vet. - Pay CA
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
mfonde@unizar.es

FRANCISCO VÁZQUEZ, Iván
USC-EP-Fac. Vet.Pabn 1 Bajo
Avda. Carballo Calero s/n
27002 LUGO
ivan.francisco@rai.usc.es

FREITAS ALVES, Estefanía
INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
esalves@inia.es

FRUTOS FERNÁNDEZ, Pilar de
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
p.frutos@eae.csic.es

GALLARDO GARCÍA, David
UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
david.gallardo81@hotmail.com

GARCÍA FERNÁNDEZ, Marta
Fc. de Veterinaria
Campus de Vegazzana, s/n
24071 LEÓN
mgarf@unileon.es

GARCÍA GAMES, Elsa
Fc. de Veterinaria
Campus de Vegazzana, s/n
24071 LEÓN
egarg@unileon.es

GARCÍA GARCÍA, Juan José
ITACYL
Pº Canalejas, 77 2º A
37001 SALAMANCA
ita-posferre@itacyl.es

GARCÍA REBOLLAR, Pilar
UPM - ETSIA
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
pilar.grebollar@upm.es

GARCÍA RUIZ, Ana Isabel
NUTRECO
Ctra. CM-4004, km.10.0
45950 CASARRUBIOS DEL MONTE
ai-garcia@nutreco.com

GASA GASO, Josep
UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
josep.gasa@uab.cat

GASPAR GARGA, Paula
Univ de Ext. EIA.
Ctra. de Cáceres,s/n
06071 BADAJOZ
pgaspar@unex.es

GASPAR-LÓPEZ ROLDÁN, Enrique
ETSIA-UCLM-IDR-IREC
Campus UCLM, s/n
02071 ALBACETE
Enrique.Gaspar@uclm.es

GÓMEZ BLASCO, Ernesto
CITA - IVIA
Apartado 187
12400 SEGORBE
gomez_ern@gva.es

GONZÁLEZ CANO, Javier
Dpto. P.A.-UPM-ETSIA
Campos de Prácticas
28040 MADRID
javier.gonzalez@upm.es

GONZÁLEZ MATEOS, Gonzalo
ETSIA - Dpto. P.A.
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
gonzalo.gmateos@upm.es

GONZÁLEZ VALERO, Lucrecia
EEZ-CSIC
Profesor Albareda, 1
18008 GRANADA
lucrecia.gonzalez@eez.csic.es

GONZÁLEZ-RECIO, Óscar
Mejora Genética Animal-INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
gonzalez.oscar@inia.es

GUTIÉRREZ DEL ÁLAMO OMS, Ángela
NUTRECO
Ctra. CM-4004, km.10.0
45950 CASARRUBIOS DEL MONTE
a.gutierrez@nutreco.com

GUTIÉRREZ GIL, Beatriz
Dpto. P.A. - FAC. Vet. Unileon
Campus de Vegazana, s/n
24071 LEÓN
beatriz.gutierrez@unileon.es

GUTIÉRREZ TORAL, Pablo
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
pg.toral@eae.csic.es

HERMES, Rafael
UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA

HERNÁNDEZ ORTGEGA, Martha
SERIDA
Apartado 13
33300 VILLAVICIOSA
marho77@yahoo.com.mx

HERVAS ANGULO, Gonzalo
I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
hervas@eae.csic.es

INDURAIN BAÑEZ, Gregorio
NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
gindurain@neiker.net

INFANTE GONZÁLEZ, John

UAB
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
johninfante@hotmail.com

INSAUSTI BARRENETXEA, Kizktiza

UPNA - Dpto. P.A.
Campus de Arrosadia
31006 PAMPLONA
kizktiza.insausti@unavarra.es

JIMÉNEZ DE BAGUES PICAZO, M.Pilar

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
jimenezdebagues@aragon.es

JORDANA VIDAL, Jordi

UAB
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
jordi.jordana@uab.cat

JOY TORRENS, Margalida

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
mjoy@aragon.es

LACHICA LÓPEZ, Manuel

EEZ-CSIC
Profesor Albareda, 1
18008 GRANADA
manuel.lachica@eez.csic.es

LATORRE, M^a Ángeles

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
malatorre@aragon.es

LAVARA GARCÍA, Raquel

UPV
Camino de Vera, s/n
46002 VALENCIA
rlavara@dca.upv.es

LAVIN, M^a Paz

I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
paz-lavin@eae.csic.es

LAVIÑA GÓMEZ, Adolfo

ANGRA
Cabañera Real, s/n
50800 ZUERA
angra@rasaaragonesa.com

LIZARDO GUIOMAR, Rosil

IRTA
Crta. Reus-El Morell, km.3,8
43120 CONSTANTÍ
rosil.lizarado@irta.cat

LÓPEZ CAMPOS, Óscar

I.G.M.-EAE-CSIC
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
oscar.lopez@eae.csic.es

LÓPEZ DE MATURANA, Evangelina

MGA - INIA
Crta. La Coruña, km 7
28040 MADRID
idematurana.eva@inia.es

LUGNANI GOMES, Carol

DTA - UNICAMP
Campinas
SAO PAULO - Brasil
carolinalugnani@gmail.com

MANDALUNIZ, Nerea

NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
nmandaluniz@neiket.net

MANRIQUE PERSIVA, Emilio

Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
arabad@unizar.es

MANSO ALONSO, Teresa

Universidad de Valladolid
Avda. Madrid, s/n
34071 PALENCIA
tmanso@agro.uva.es

MARÍA LEVRINO, Gustavo

Facultad de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
levrino@unizar.es

MARÍN ALCALÁ, Clara M.

CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
cmmarin@aragon.es

MARTÍ RODRÍGUEZ, Sonia

IRTA-Ud. Rumiantes
Fac. Veter.
08193 BELLATERRA
sonia.marti@irta.es

MARTÍN GARCÍA, F.

EEZ-CSIC
Cº del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
martin@eez.csic.es

MARTÍNEZ GRANELL, Mar

TRAGSEGA
Motilla del Palancas, 33 Esc. Dcha 20ª
46019 VALENCIA
mmarti36@tragsa.es

MARTÍNEZ PASTOR, Felipe

INDEGSAL- ULEON
Campus de Vegazana, s/n
24071 LEÓN
fmarp@unileon.es

MARTÍNEZ PELÁEZ, Mª Eugenia

UNILEON-DPTO. PROD.ANIM
Campus de Vegazana, s/n
27071 LEÓN
memarp@unileon.es

MEDEL VÁZQUEZ, Isabel

PASTORES GRUPO COOP.
MercaZza. Crta. Cogullada
50014 ZARAGOZA
imedel@oviaragon.com

MELO, Carola

UAB - Fac. Veterinaria
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
catrina2108@hotmail.com

MENDOZA MAGEN, Noelia

Dpto.B.B.M.C.-Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
noe_magen@yahoo.es

MESIAS DÍAZ, Francisco J.

Univ de Ext. EIA.
Ctra. de Cáceres,s/n
06071 BADAJOZ
fjmesias@unex.es

MOCE CERVERA, Eva

CITA-IVIA
Apdo. 187
12400 SEGORBE
moce-eva@gva.es

MOLINA ALCAIDE, Eduarda

E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
molina@eez.csic.es

MOLIST, Frances

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA

MORALES ALMARAZ, Ernesto

SERIDA
Apartado 13
33300 VILLAVICIOSA
maernesto@hotmail.com

MOSET HERNÁNDEZ, Verónica

CITA- IVIA
Pol. Esperanza s/n
12400 SEGORBE
moset-ver@gva.es

MUIÑO BLANCO, M^a Teresa

Dpto.B.B.M.C.-Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
muino@unizar.es

MUIÑO OTERO, Rodrigo

Unidad de O. y R.A. Fac. Vet.
Campus Universitario, s/n
27002 LUGO
rodrigomuino@colvet.es

MULA, Pierpaolo

USC-EP-Fac. Vet.Pabn 1 Bajo
Avda. Carballo Calero s/n
27002 LUGO
sumula@hotmail.com

MUNS, Ramón

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA

MUÑOZ FORCADA, Rebeca

UDL - DPTO. PROD.ANIM
Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
rebeca@prodan.udl.es

MUÑOZ MARTÍN, Gloria

INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
munoz.gloria@inia.es

MURIEL DURÁN, Ángel

Finca La Orden Cl
Finca la Orden
06080 BADAJOZ
angel.muriel@juntaextremadura.net

NICODEMUS MARTÍN, Nuria

ETSIA - UPM - Dpto. P.A.
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
nuria.nicodemus@upm.es

OJEDA, Ana

UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA

OLAIZOLA TOLOSANA, Ana M^a

Fac. Vet. Dpto A y E.A.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
olaizola@unizar.es

OLLETA CASTAÑER, José Luis

Facultad de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
olleta@unizar.es

ORIA FERNANDES, Antonio A

ESAB - IPB
Campus Sta. Apolonia
5301-855 BRAGANÇA (Pt)
antonio.fernandes@ipb.pt

PALACIOS RIOCEREZO, Carlos

Urbanización Olivares
El cerco, 13
49027 ZAMORA
calospalacios@colnet.es

PANEA DOBLADO, Begoña

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
bpanea@aragon.es

PATO GARRUDO, Pilar

TRAGSEGA
Julián Camarillo, 6-4^a Pta.
28039 MADRID
ppato@tragsa.es

PATO RIVERO, Fco. Javier
Dpto. Patología A. Fac. Vete.
USA-Campus Universitario, s/n
27002 LUGO
fraciscoj.pato@rai.usc.es

PENA I SUBIRA, Romi
UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
romi.pena@irta.cat

PÉREZ CALVO, Estefanía
U.A.-P.A.. Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
eperez@unizar.es

PÉREZ, José Francisco
UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
josefrancisco.perez@uab.cat

PÉREZ PE, Rosaura
Dpto.B.B.M.C.-Fac. Vet.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
rosperez@unizar.es

POSADO FERRERAS, Raquel
ITACYL
Pº Canalejas, 77 2º A
37001 SALAMANCA
ita-posferre@itacy.es

QUINTANILLA AGUADO, Raquel
UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
raquel.quintanilla@irta.cat

QUINTERO MORENO, Armando
Lab. Andrología.Fac. Cienc.Veter.
Univ. De Zulia
VENEZUELA
arturo93@cantv.net

RAGAB, Mohamed
Dpto C.A.-UPV
Cº de Vera, s/n
46022 VALENCIA
Mohamed.ragab8@gmail.com

RANILLA GARCÍA, Mª José
UNILEON-DPTO. PROD.ANIM
Campus de Vegazana, s/n
27071 LEÓN
mjrang@unileon.es

REIXACH SADURNI, Josep
Selección Batallé, S.A.
Avda. Segadors, s/n
17421 RIUDARENES
jreixach@batalle.com

REY MUÑOZ, Ana Isabel
Dpto. P.A. - Fac. Vet. UCM
Avda. Puerta de Hierro, s/n
28040 MADRID
anarey@vet.ucm.es

RIPOLL BOSCH, Raimon
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
rripoll@aragon.es

RIPOLL, Guillermo
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
gripoll@aragon.es

RODRÍGUEZ, José Antonio
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
jarodriguezs@aragon.es

RODRÍGUEZ LÓPEZ, José Miguel
EEZ-CSIC
Profesor Albareda, 1
18008 GRANADA
josemiguel.rodriguez@eez.csic.es

RODRÍGUEZ VALDOVINOS, M^a Carmen

INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
valdo@inia.es

ROJAS CANO, M^a Luz

E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
mlrojas.cano@hotmail.com

ROJAS OLIVARES, M^a Alejandra

Dpto. C.A.A. - UAB - Fac. Vet.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
mariaalejandra.roja@campus.uab.cat

ROMERO HUELVA, Manuel

E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
manuel.romero@eez.csic.es

ROMERO MARTÍN, Carlos

ETSIA - UPM - Dpto. P.A.
Ciudad Universitaria, s/n
28040 MADRID
carlosromero@alumnos.upm.es

RUBIO GUILLÉN, Jorge L.

Universidad de Zulia
Campus Universitario
VENEZUELA
jorgeluis.rubio@gmail.com

RUIZ MANTECÓN, Ángel

E.A.E. - C.S.I.C.
Finca Marzanas
24346 GRULLEROS
mantecon@eae.csic.es

RUIZ, Roberto

NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
ruiz@neiker.net

SÁNCHEZ BAYÓN, Marcelo

IMASDE AGROALIMENTARIA S.L.
C/ Napoles, 3
28224 POZUELO DE ALARCÓN
msanchez@e-imasde.com

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Mónica

ITACYL - E.T.DE LA C.
Avda. Filiberto Villalobos, s/n
37770 GUIJUELO
ita-sansanmo@itacyl.es

RODRIGUES, Sandra

ESAB - IPB
Campus Sta. Apolonia
5301-855 BRAGANÇA (Pt)
srodrigues@ipb.pt

SANZ PASCUA, Albina

CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
asanz@aragon.es

SAÑUDO ASTIZ, Carlos

Facultad de Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
csanudo@unizar.es

SARO HIGUERA, Cristina

UNILEON-DPTO. PROD.ANIM
Campus de Vegazana, s/n
27071 LEÓN
csarh@unileon.es

SARRIES MARTÍNEZ, M^a Victoria

UPNA - Dpto. P.A.
Campus de Arrosadia
31006 PAMPLONA
vsarries@unavarra.es

SILIO LÓPEZ, Luis

INIA
Ctra. La Coruña, km 7,5
28040 MADRID
silio@inia.es

SILVEIRA, Vicente
CITA-DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
vicentesilveira@smail.ufsm.br

SOLA, David
UAB - FAC. VET.
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
David.sola@uab.cat

SOLE, Marina
UdL - IRTA
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
marina.sole@irta.cat

TEIXEIRA, Alfredo
ESAB - IPB
Campus Sta. Apolonia
5301-855 BRAGANÇA (Pt)
teixeira@ipb.pt

TEJIDO MEDIAVILLA, M^a Luisa
UNILEON-DPTO. PROD.ANIM
Campus de Vegazana, s/n
27071 LEÓN
mltejm@unileon.es

TERRE TRULLA, Marta
IRTA-Ud. Rumiantes
Fac. Veter.
08193 BELLATERRA
marta.terre@irta.es

TOR NAUDI, Marc
UDL-DPTO. PROD.ANIM
Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
mtor@prodan.udl.cat

TORO IBÁÑEZ, Miguel Ángel
INIA
Crta. La Coruña, km. 7,5
28040 MADRID
toro@inia.es

UGARTE SAGASTIZABAL, Eva
NEIKER-Tecnalia
Apartado 46
01080 VITORIA
eugarte@neiker.net

URIARTE ABAD, Joaquín
CITA . DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
juriarte@aragon.es

VALDERRABANO NÚÑEZ, José
CITA - DGA
Avda. Montañana, 930
50059 ZARAGOZA
jvalderrabano@aragon.es

VÁZQUEZ FERREÑO, Miguel Ángel
Nuter Feed Dp. Formulación
“Oleiros”
15176 SAN PEDRO DE NOS
mavazquez@nuteriberia.com

VÁZQUEZ, Isabel
Dpto. P.A. y C.A.-Fac. Veter.
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
isavazq@unizar.es

VÁZQUEZ LÓPEZ, Fabio César
Fac. Vet. Dpto. A.E.A
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
facevalo@gmail.com

VICENTE MAINAR, Fernando
SERIDA
Apartado 13
33300 VILLAVICIOSA
fvicente@serida.org

VICENTE MARTÍNEZ, Jorge G.
Fac. Veter. U.C.M.
Avda. Puerta de Hierro, s/n
28040 MADRID
jorgenaro@hotmail.com

VIDAL i FABREGAS, Oriol
Univ. De Girona.Dpto.Biología
Campus Montilivi
17071 GIRONA
oriol.vidal@udg.edu

VIGUERA, Javier
IMASDE AGROALIMENTARIA S.L.
C/ Napoles, 3
28224 POZUELO DE ALARCÓN
jviguera@e-imasde.com

VILLALTA MATA, Daniel
UdL - Dpto. Produccion Anim
Avda. Rovira Roure, 191
25198 LLEIDA
dvillalba@prodan.udl.cat

YÁÑEZ RUIZ, David Rafael
E.E.Z. - C.S.I.C.
Camino del Jueves, s/n
18100 ARMILLA
david.yanez@eez.csic.es

YANIZ PÉREZ DE ALBÉNIZ, Jesús
EPS Huesca, Univ.Zaragoza
Crta. Cuarte, s/n
22071 HUESCA
jyaniz@unizar.es

ZAMUDIO, Blanca Aide
Fac- Veterinaria
Miguel Servet, 177
50013 ZARAGOZA
zamudiohdez@yahoo.com.mx

ZIDI, Ali
UAB-Fac. Veterinaria
Campus de Bellaterra
08193 BELLATERRA
Ali.Zidi@uab.cat

ZOMEÑO SEGADO, Cristina
UPV
Camino de Vera, s/n
46002 VALENCIA
crizose@posgrado.upv.es

ZUDAIRE PLAZA, Garbiñe
UPNA - Dpto. P.A.
Campus de Arrosadia
31006 PAMPLONA
zudaire.47245@e.navarra.es

(Listado realizado con las inscripciones recibidas a fecha 27 de abril de 2009)



CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2008-09-10

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	29 Sep. 08/5 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/UdL
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	24-28 Nov. 08	Zaragoza	IAMZ/MARM-ENESA
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA INIA/IAMZ	28 Sep. 09/31 Mayo 10	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/
	SALINIDAD DE SUELOS EN LOS SISTEMAS AGRARIOS: IMPACTO Y GESTIÓN	26-31 Oct. 09	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto Qualiwater
	ALIMENTOS FUNCIONALES: BASES CIENTÍFICAS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO	15-19 Feb. 10	Zaragoza	IAMZ
	APLICACIONES DE LA BIOINFORMÁTICA EN MEJORA VEGETAL	12-16 Abr. 10	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN GENÓMICA ANIMAL	15-19 Sep. 08	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS PROSPECTIVO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE RUMIANTES	23-27 Feb. 09	Zaragoza	IAMZ
	CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ENFERMEDADES ANIMALES REPRESENTATIVAS EN EL MEDITERRÁNEO	30 Mar./3 Abr. 09	Zaragoza	IAMZ/OIE/FAO
	PRODUCCIÓN ANIMAL Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	25-30 Mayo 09	Zaragoza	IAMZ
	*NUTRICIÓN ANIMAL	5 Oct. 09/11 Jun. 10	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA/ UPM
	*MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	5 Oct. 09/30 Jun. 10	Valencia/ Barcelona	UPV/UAB/IAMZ/ IVIA/INIA/IRTA/ AGROALIMED

(*) **Cursos de Especialización de Postgrado** del correspondiente Programa Master of Science (+marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 08-09; 10-11; 12-13
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 09-10; 11-12; 13-14
- NUTRICIÓN ANIMAL: 09-10; 11-12; 13-14
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 09-10; 11-12; 13-14
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 08-09; 10-11; 12-13
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 09-10; 11-12; 13-14
- ACUICULTURA: 08-09; 10-11; 12-13
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 08-09; 10-11; 12-13

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en unidades independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2009. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción y Marketing agroalimentario finaliza el 2 de Mayo 2009. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Acuicultura y Economía y gestión de la actividad pesquera finaliza el 2 de Mayo 2010. El Estado Español reconoce el título Master of Science del CIHEAM otorgado a través del IAMZ como equivalente al título oficial de Máster del sistema universitario español.

Los cursos de corta duración están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

No obstante, en algunos cursos coorganizados con otras instituciones pueden existir becas destinadas a candidatos de algunos países no miembros del CIHEAM. Se recomienda consultar el correspondiente apartado de becas en el folleto informativo que se edita específicamente para cada uno de los cursos programados.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	29 Sep. 08/5 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/UdL
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	2-13 Feb. 09	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA DESERTIFICACIÓN Y DE LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE USO DEL SUELO	28 Sep./3 Oct. 09	Zaragoza	IAMZ/UE- Proyecto DeSurvey
	PREDICCIÓN DE LA DESERTIFICACIÓN A MEDIO PLAZO	18-23 Ene. 10	Zaragoza	IAMZ/UE- Proyecto DeSurvey
	ACUÍFEROS COSTEROS PARA RIEGO Y ABASTECIMIENTO: USO SOSTENIBLE Y ACTUACIONES DE REMEDIACIÓN	22-26 Mar. 10	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN ADAPTATIVA DEL BOSQUE MEDITERRÁNEO EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO: MITIGACIÓN DE IMPACTOS Y OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS	10-14 Mayo 10	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	20-24 Oct. 08	Zaragoza	IAMZ
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS	4-8 Mayo 09	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	5 Oct. 09/11 Jun. 10	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y AGRICULTURA	*ACUICULTURA	31 Oct. 08/29 Mayo 09	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	6 Oct. 08/30 Abr. 09	Barcelona	UB/MARM-SGM/IAMZ
	REPOBLACIÓN Y MEJORA DE STOCKS PESQUEROS	15-19 Dic. 08	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS DEL MAR BASADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS	19-23 Ene. 09	Zaragoza	IAMZ/FAO
	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE STOCKS DE PESCA EN EL MEDITERRÁNEO	16-20 Mar. 09	Zaragoza	IAMZ/CGPM
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN PESCA Y ACUICULTURA	8-19 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/AECID/FAO
	ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS DE INTERÉS PESQUERO	8-13 Mar. 10	Zaragoza	IAMZ/MARM-SGM
	NUEVAS PERSPECTIVAS PARA LAS CADENAS DE COMERCIALIZACIÓN EN PESCA ARTESANAL	26-30 Abr. 10	Zaragoza	IAMZ/FAO
	MEJORAS TECNOLÓGICAS EN ARTES DE PESCA PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE	14-18 Jun. 10	Zaragoza	IAMZ/AECID

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de solicitud de admisión pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Avenida de Montañana 1005, 50059 Zaragoza (España)
 Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

Tomo II (2009)

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

www.aida-itea.org

