

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

XXXVII JORNADAS DE ESTUDIO

XI JORNADAS

SOBRE PRODUCCION ANIMAL

11 y 12 de Mayo de 2005

Zaragoza

TOMO II

COLABORAN:

Gobierno de Aragón: Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)

Caja de Ahorros de la Inmaculada (CAI)

Universidad de Zaragoza

Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)

ITEA

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

SECRETARIA DE LAS JORNADAS:

ISABEL CASASÚS PUEYO

COORDINADORES DE SECCION:

Genética: LUIS VARONA AGUADO

Patología Animal: M^a JESÚS GRILLÓ DOLSET

Nutrición-Alimentación Animal: MARGALIDA JOY TORRENS

Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión: ALBERTO BERNUÉS JAL

Calidad de los productos: BEGOÑA PANEA DOBLADO

Reproducción: ALBINA SANZ PASCUA

Secretaría: Mercedes Ferruz Andrés

Mayo 2005 Volumen Extra Número 26 tomo II	DIRECCION Y REDACCION Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INO Reproducciones, S.A. 50013 Zaragoza
---	--	---

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

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

ÍNDICE

TOMO II

NUTRICIÓN-ALIMENTACIÓN

Nutrición-Alimentación: No rumiantes I

- Alimentación líquida del ganado porcino: comparación con el pienso seco y tasa de dilución.- Lizardo R., Torrallardona D., Llauro L., Brufau J. 443
- Efecto del tamaño de molienda y la incorporación de polisacáridos no amiláceos en la ración sobre parámetros productivos e intestinales del cerdo en crecimiento.- Anguita M., Pérez J.F., Castillo M., Martín-Orúe S., Heijden S. Van der, Gasa J. . . . 446
- Adaptación de la microbiota gastrointestinal del cerdo a diferentes tipos de fibra.- Castillo M., Martín-Orúe S.M., Anguita M., Pérez J.F., Gasa J. 449
- Fuentes de proteína vegetal en dietas para lechones destetados precozmente.- Valencia D.G., Serrano M.P., Lázaro R., Mateos G.G. 452
- Digestibilidad fecal e ileal de la grasa y ácidos grasos de diferentes materias grasas en el cerdo en crecimiento.- Durán P., Esteve-García E., Lizardo R. 455

Nutrición-Alimentación: No rumiantes II

- Efecto del nivel y del tamaño de partícula de la fibra sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras y gazapos lactantes.- Nicodemus N., Redondo R., Pérez Alba L., Carabaño R., De Blas C., García J. 458
- Efecto del tipo de fibra sobre el tejido linfoide asociado a intestino en gazapos de 35 días de edad.- Gómez-Conde M.S., Chamorro S., Rebollar P.G., Eiras P., García J., Carabaño R. 461
- Medida de la actividad celulásica en la digesta cecal de conejos.- Soler M.D., Blas E., Biglia C., Cervera C. 464
- Reciclaje de proteína en conejas en lactación: Efecto del tamaño de camada y la ingestión de antibióticos.- Abecia L., Belenguer A., Belanche A., Solanas E., Balcells J., Fondevila M. 467
- Uso de paredes celulares de levadura en dietas para pollos con alto y bajo contenido de polisacáridos no amiláceos y su influencia sobre la productividad, fisiología digestiva e inmunidad.- Morales R., Francesch M., Auclair E., García F., Ducatelle R., Van Immerseel F., Andrea N., Brufau J. 470
- Efecto del tipo y procesamiento térmico del cereal y la inclusión de fibra en la dieta sobre la retención de los nutrientes en pollos de engorde.- González-Alvarado J.M., Jiménez-Moreno E., Lázaro R., Mateos G.G. 473
- Interacción lípidos-carbohidratos: efectos sobre la alimentación del salmón atlántico (S. Salar).- Menoyo D., Bautista J.M., López-Bote C.J., Díez A., Obach A. 476

Nutrición-Alimentación: Posters: No rumiantes; rumiantes: fisiología y metabolismo

- Incorporación de sepiolita reológica en los alimentos líquidos para porcino y su influencia sobre los resultados zootécnicos.- Lizardo R., Gómez G., Escribano F., Brufau J. 479

- Relación entre los parámetros relativos a la fermentación ruminal y las papilas ruminales en terneros durante la fase de acabado.- Mach N., Devant M., Bach A. 533
- Minibolos para la identificación electrónica de corderos antes del destete y sus efectos digestivos durante el cebo.- Ghirardi J.J., Caja G., Flores C., Hernández M., Casellas J. 536

Nutrición-Alimentación: Rumiantes: Valoración nutritiva I

- Degradación ruminal de pastos de montaña invadidos por lecherina (*Euphorbia polygalifolia*) en vacuno y ovino: efecto del pastoreo previo.- Mora M., Hervás G., López-Campos O., Busqué J., Mantecón A.R., Fernández B., Frutos P. 539
- Protección frente a la degradación ruminal de la harina de girasol mediante el tratamiento con ácidos y calor.- Arroyo J.M^a., González J., Alvir M.R., Rodríguez C.A. Ouarti M. 542
- Degradabilidad y tránsito de las espigas, hojas y tallos de la cebada pastada por el ganado ovino en estado lechoso-pastoso del grano.- Olmos G., Keli A., Vega A. de, Guada J.A. 545
- Efecto de la extrusión de ingredientes y piensos concentrados sobre su fermentación ruminal 'in vitro'.- Solanas E., Fondevila M., Mota M., Castrillo C. 548
- Efectos de la aplicación de enzimas fibrolíticas sobre la fermentación ruminal *in vitro* de una mezcla de forraje y concentrado.- Giraldo L.A., Carro M.D., Ranilla M.J., Tejido M.L. 551
- Efectos de la suplementación de levaduras vivas sobre el pH ruminal en vacas lecheras en estabulación libre.- Bach A., Iglesias C., Devant M., Ràfols N. 554
- Efecto de la adición de enzimas fibrolíticas y aceite de soja a la ración de ovejas lecheras: II. Digestibilidad de nutrientes.- Bouattour M.A., Casals R., Albanell E., Such X., Caja G. 557

Nutrición-Alimentación: Rumiantes: Valoración nutritiva II

- Caracterización de subproductos de la manzana para su uso en nutrición animal.- Vicente F., Cueto M.A., Roza B. de la, Argamentería A. 560
- Modificación de la fermentación ruminal *in vitro* en respuesta a la adición de plantas medicinales.- García-González R., López S., Rodríguez A.B., Fernández M., González J.S. 563
- Efecto del aditivo crina sobre la actividad fermentativa ruminal *in vitro*.- Fernández M., López S., Rodríguez A.B., García-González R., Frehner M., González J.S. 566
- Efecto de compuestos fenólicos sobre la fermentación microbiana ruminal y el flujo de nutrientes in vitro.- Castillejos L., Calsamiglia S., Ferret A. 569
- Efectos del aceite de ajo y cuatro de sus constituyentes sobre la fermentación microbiana ruminal.- Busquet M., Calsamiglia S., Ferret A., Carro M.D., Kamel C. 572
- Efecto de la proporción de concentrado en la ración sobre la fermentación 'in vitro' y la síntesis de proteína microbiana.- Ranilla M^a.J., Tejido M^a.L., Carro M.D. 575
- Efectos del tiempo a pH subóptimo y el número de ciclos sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivo continuo.- Cerrato M., Calsamiglia S., Ferret A. 578

Nutrición-Alimentación: Rumiantes: Valoración nutritiva III

- Propuesta de un método *in situ* simplificado para la evaluación proteica de los alimentos en rumiantes.- González J., Ouarti M., Alvir M^a.R., Rodríguez C.A. 581

- Degradación ruminal de un sustrato con un alto contenido en forraje en fermentadores de flujo semicontinuo: Efecto del tratamiento con enzimas fibrolíticas.- Giraldo L.A., Tejido M.L., Ranilla M.J., Carro M.D. 584
- Comparación de dos procedimientos para determinar la síntesis de proteína microbiana en fermentadores de flujo semicontinuo (RUSITEC).- Tejido M^a.L., Carro M^a.D., López S., Ranilla M^a.J. 587
- La tecnología NIRS para la detección y cuantificación de harinas de origen animal en piensos compuestos analizados de forma intacta.- Pérez D., Garrido A., Guerrero J.E., Gómez-Cabrera A., Soldado A., dela Roza B. 590
- Utilización de información espectral NIR para la diferenciación de grasas y aceites.- Bautista J., Garrido A., Guerrero J.E., Perez M.D. 593
- Empleo de la metodología NIRS para predecir la ingestión, digestibilidad, composición de la dieta y contenido en N-alcanos de las heces en ovejas alimentadas con diferentes proporciones de alfalfa y raigrás (*Lolium rigidum*).- Keli A., Andueza D., Baumont R., Béchet G., Vega A. de 596

Nutrición-Alimentación: Posters: Valoración nutritiva; producción

- Efectos de la suplementación con alfalfa o maíz deshidratado y concentrados de diferente contenido proteico a vacas lecheras alimentadas con ensilados de hierba: (2) efectos sobre la digestibilidad y balance nitrogenado.- Salcedo G. 599
- Modelización de la cinética de degradación ruminal *in vitro* de los cítricos de destrío en ovino.- Piquer O., Casado C., Biglia S., Pascual J.J. 602
- Degradabilidad *in vitro* de la pared celular de *Bouteloua repens* en líquido ruminal enriquecido con inóculos prototipo de bacterias y hongos celulolíticos aislados de bovinos en pastoreo en el trópico colombiano.- Arcos M.L., Díaz T.E. 605
- Estudio comparativo de la fermentación ruminal de una dieta con un alto contenido en concentrado en ovejas y en dos sistemas de fermentadores.- Carro M^a.D., Ranilla M^a.J., Martín A.I., Molina Alcaide E. 608
- Efectos de la inoculación de *Lactobacillus buchneri* sobre la conservación de ensilados de maíz.- Iglesias C., Bach A., Devant M., Adelantado C., Calvo M.A. 611
- Recuentos de bacterias ruminales en cultivos *in vitro* a los que se añaden plantas medicinales que modifican la fermentación.- García-González R., Dehority B.A., López S. 614
- Screening *in vitro* de los efectos de extractos de plantas sobre la fermentación microbiana ruminal a dos niveles de pH y alimentados con dieta alta en concentrado.- Cardozo P.W., Calsamiglia S., Ferret A., Kamel C. 617
- Efecto de la dieta sobre la actividad fermentativa del fluido ruminal en fermentadores de flujo semicontinuo.- Tejido M^a.L., Gómez J.A., Carro M^a.D. 620
- Efectos del tiempo a pH subóptimo sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivo continuo.- Cerrato M., Calsamiglia S., Ferret A. 623
- Estudio *in situ* de la disponibilidad de aminoácidos del grano de cebada en rumiantes.- González J., Ouarti M., Alvir M.R., Rodríguez C.A. 626
- La huella espectral NIRS para la identificación del tipo y/o la especie animal en mezclas de harinas de carne.- Haba M^a.J. de la, Garrido A., Guerrero J.E., Pérez D. 629
- Determinación de la presencia/ausencia de ingredientes en piensos compuestos mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS).- Campos León M^a.I., Garrido Varo A., Pérez-Marín D., Guerrero Ginel J.E., Gómez Cabrera A. 632

- Comparación de sistemas discontinuos versus continuos para el análisis NIRS de piensos compuestos.- Fernández E., Garrido A., Guerrero J.E., Pérez E., Gómez A. 635
- Efecto de la adición de enzimas fibrolíticas y aceite de soja a la ración de ovejas lecheras: I. Producción y composición de leche.- Bouattour M.A., Casals R., Albanell E., González E., Such X., Caja G. 638
- Efectos de la suplementación con alfalfa o maíz deshidratado y concentrados de diferente contenido proteico a vacas lecheras alimentadas con ensilados de hierba: (1) efectos sobre la producción y composición química de la leche.- Salcedo G. 641
- Efecto del malato sobre la fermentación ruminal y la producción láctea en vacas durante el inicio de la lactación.- Devant M., Bach A., García-Regueiro J.A. 644
- Utilización de grasas de origen vegetal en raciones de ovejas lecheras: Digestibilidad y rendimientos productivos.- Castro T., Jimeno V., Manso T., Mantecón A.R. . . . 647

Nutrición-Alimentación: Rumiantes: Producción

- Nivel de excreción de urea en leche como estimador de la alimentación nitrogenada en vacas.- de la Roza B., Marbán A., Paredes E., Vicente F., Rodríguez M.L., Argamentería A. 650
- Estudio de la eficiencia proteica en explotaciones de vacuno de leche del País Vasco.- Arriaga H., Rosell M^a, Pinto M., Calsamiglia S., Merino P. 653
- Inclusión de aceite de soja en el concentrado de cabras lecheras para incrementar el CLA en leche. Bouattour M.A., Casals R., Albanell E., Such X., Caja G. 656
- Efecto de la conservación del forraje sobre el nivel de excreción de cuerpos cetónicos por orina.- Vicente F., Roza B. De la, Rodríguez M., Peláez M., Argamentería A. 659
- Utilización de grasas de origen vegetal en raciones de corderos: rendimientos productivos y composición química de la canal.- Manso T., González L., Castro T., Jimeno V., Mantecón A.R., Pulgar A. 662

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los productos: Ovino

- Deposición de α -tocopherol en carne de corderos suplementados con vitamina E según el músculo estudiado, la dosis y tiempo de suplementación.- Álvarez I., Díaz M.T., Lauzurica S., de la Fuente J., Pérez C., Cañeque V. 667
- Relación entre la evaluación *in vivo* y de la canal y entre evaluadores en corderos.- Osório J.C., Osório M., Esteves R., Oliveira M., Correa F., Jardim R., Gonçalves M., Costa J., Araújo O., Rota E. 670
- Efecto del peso y edad sobre las características de engrasamiento y conformación de canales de lechazo para distintas razas.- Revilla I., García-Martín M.A., Vivar-Quintana, A.M. 673
- Evaluación de la influencia de la raza en la calidad sensorial de cordero lechal.- Revilla I., Rodríguez-López G., Vivar-Quintana A.M. 676

Calidad de los productos: Conejos

- Contenido en ácido linoleico conjugado (CLA) en la grasa suprarrenal, intramuscular y los cecotofos de conejos alimentados con un pienso comercial.- Gómez-Conde M.S., Menoyo D., Chamorro S., López-Bote C.J., García-Rebollar P., De Blas C. . . . 679

- Efecto del tiempo de espera pre-sacrificio sobre la calidad instrumental de la carne en conejos comerciales.- Liste G., María G.A., Buil T., Sañudo C., Olleta J.L., López M., Villarroel M. 682
- Efecto del tiempo de espera pre-sacrificio sobre la calidad sensorial de la carne en conejos comerciales.- Liste G., María G.A., Campo M., Buil T., Olleta J.L., Sañudo C., López M., Villarroel M. 685
- Efecto de la raza, de la edad de sacrificio y del sexo sobre la calidad sensorial de la carne de conejo.- Carilho M.C., López M., Gañarul C., Bolet G. 688

Calidad de los productos: Otros productos

- Variaciones diarias de leche, grasa, proteína y recuentos de células somáticas en ovejas de Raza Manchega.- Arias R., Ramón M., Gallego R., Pérez-Guzman M.D. . . 691
- Efecto de la inclusión de una mezcla de aceites de pescado y de girasol en la dieta de vacuno lechero sobre el rendimiento productivo y el perfil lácteo de ácidos grasos.- Hervás G., Shingfield K.J., Reynolds C.K., Jones A.K., Lupoli B., Griinari J.M., Grandison A.S., Beever D.E. 694
- Un modelo multi-umbral para el análisis sensorial.- Varona L., Hernández P. 697
- Valoración de las carnes de calidad específica de vacuno y ovino por parte del eslabón minorista.- Maza M.T., Boukhalat W. 700

Calidad de los productos: Calidad de canal

- Variación del pH en canales comerciales de cordero.- Sañudo C., Monsón F., Campo M.M., Beltrán J.A., Bello J.M. 703
- Efecto del periodo y temperatura de conservación en congelación y la maduración previa sobre la calidad de la carne de vacuno.- Vieira C., Martínez B., Díaz M.T., García-Cachán M.D. 706
- Efecto de la zona de montanera sobre la calidad de los cerdos ibéricos sacrificados en el Valle de los Pedroches (Córdoba).- Moreno P., Gómez A., De Pedro E., Sánchez L., Díaz E., Fernández I. 709
- Categorización de los cueros de vacuno joven.- Carballo J.A., Lendoiro J. 712
- Efecto de la raza-biotipo en la composición tisular y superficie del Longissimus dorsi.- Monsón F., Sañudo C., Sierra I. 715
- Estudio de la calidad de la canal de 15 razas bovinas europeas mediante un análisis discriminante.- Panea B., Albertí P., Ripoll G., Olleta J.L., Monsón F., Pardos J.J., Sañudo C., Christiansen M., Failla B., Gigli S., Gaddini A., Hocquette J.F., Nute G.R., Williams J.L. 717
- Relación entre el peso del cuero y la clasificación de la canal en vacuno joven.- Carballo J.A., Lendoiro J. 720
- Relación entre medidas objetivas y subjetivas de la conformación en 15 razas europeas de vacuno.- Monsón F., Campo M.M., Panea B., Sañudo C., Olleta J.L., Albertí P., Ertbjerg P., Christiansen M., Gigli S., Failla S., Gaddini A., Hocquette J.F., Jailler R., Nute G.R., Williams J.L. 723
- Valoración subjetiva y objetiva del engrasamiento de la canal en diferentes razas bovinas europea.- Campo M.M., Monsón F., Panea B., Sañudo C., Olleta J.L., Albertí P., Ertbjerg P., Christiansen M., Gigli S., Failla S., Gaddini A., Hocquette J.F., Jailler R., Nute G.R., Williams J.L. 726
- Uso de ultrasonidos in vivo y en la canal, y de la clasificación SEUROP como estimadores de la composición tisular de la canal de bovino.- Ripoll G., Albertí P., Lahoz F., Delfa R. 729

- Estimación del rendimiento de la canal a partir de la longitud del tendón calcáneo común y del perímetro del lagarto posterior en bovino.- Meléndez S., Asenjo B., Miguel J.A., Ciria J. 732
- Evaluación del efecto de algunos factores sobre la temperatura de canales bovinas *Bos indicus* en Venezuela.- Vitto R., Delgado A., Ciria J., Asenjo B., Miguel J.A. 735
- Evaluación del efecto de algunos factores sobre el pH de canales bovinas *Bos indicus* en Venezuela.- Vitto R., Delgado A., Ciria J., Asenjo B., Miguel J.A. 738

Calidad de los productos: Porcino

- Evolución de los ácidos grasos de la grasa subcutánea de cerdos Ibéricos, durante la montanera, según clase de capa y nivel de alimentación administrado durante la premontanera.- Daza A., Rey A.I., López C., López Bote C.J. 741
- Efecto del nivel de alimentación durante la premontanera sobre las características de la canal y el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea de cerdos Ibéricos.- Daza A., Rey A.I., López C., López Bote C.J. 744
- Efecto de la incorporación de diferentes aceites y antioxidantes en la dieta sobre la calidad de la carne de cerdo blanco graso envasada en atmósferas modificadas.- Rubio B., Martínez B., González-Fernández C., Mingoarranz F.J., Rodríguez A., Jaime I., Rovira J. 747
- Evolución de la calidad sensorial de la carne de cerdo ibérico envasada en atmósferas modificadas.- Martínez B., Rubio B., Molinero C., González-Fernández C., García-Cachán M.D. 750

Calidad de los productos: Nuevas tecnologías en la predicción de la composición de la canal y de la carne

- Evaluación de un método de determinación 'in vivo' del contenido y composición de la grasa intramuscular en porcino a partir de una biopsia.- Bosch L., Tor M., Villalba D., Puigvert X., Reixach J., Estany J. 753
- Validez de las medidas de composición corporal obtenidas 'in vivo' mediante ultrasonidos en el cerdo Ibérico.- Daza A., Mateos A., Rey A.I., Ovejero I., López Bote C.J. 756
- Uso de la tecnología NIRS en el control de canales de cerdo ibérico a nivel de la línea de sacrificio.- Núñez N., De Pedro E., García J., Aparicio D., Campos M.I., Pérez D., Fernández V.M., Garrido A. 759
- Aplicación de la tecnología NIRS para estimar parámetros químicos indicativos de la calidad de la carne de vacuno.- Prieto N., Andrés S., Lavín P., Giráldez F.J., Mantecón A.R. 762
- Relación entre la nota de conformación y diferentes medidas morfológicas realizadas mediante análisis de imagen en canales bovinas de diferentes conformaciones.- Mendizábal J.A., Legarra A., Purroy A. 765
- Análisis de la influencia de los perfiles en la calificación SEUROP de las canales bovinas mediante técnicas de aprendizaje automático.- Goyache F., Albertí P., Fernández I., Ripoll G., Lahoz F., Olleta J.L., Panea B., Sañudo C., Bahamonde A., Díez J. 768

Calidad de los productos: Vacuno: alimentación y manejo

- Cebo de terneros en praderas de alfalfa: efecto de distintas alternativas de manejo sobre la calidad de la canal y de la carne.- Blanco M., Ripoll G., Margalef J., Albertí P., Casasús I., Joy M. 771
- Efecto del destete precoz sobre la calidad de la canal y de la carne de terneros producidos en condiciones de montaña.- Blanco M., Ripoll G., Albertí P., Casasús I. 774

- Efecto del acabado en terneros ecológicos Retintos y Charolés x Retinto sobre los parámetros de engrasamiento.- García S., López M.M., Espejo M., Robles A., Blanco T., Izquierdo M.	777
- Estudio del efecto de la condición sexual sobre el pH y temperatura de la carne de mestizos Brahman a las 0 y 24 horas postsacrificio.- Colmenarez D., Pargas H., Meléndez S., Ciria J.	780
- Características de la canal y de la carne de añojos Retintos criados a pasto y sacrificados a 480 y 550 Kg. de peso vivo.- Espejo M., García S., López M.M., Izquierdo M.	783
- Efecto del uso de grasas vegetales en el cebo intensivo de terneros Frisones: 1. Calidad de la canal.- Partida J.A., Olleta J.L., Campo M.M., Sañudo C.	786
- Efecto del uso de grasas vegetales en el cebo intensivo de terneros Frisones: 2. Composición tisular de la 6ª costilla y planimetría del músculo Longissimus dorsi.- Partida J.A., Olleta J.L., Campo M.M., Sañudo C.	789
Calidad de los productos: Cruzamiento industrial	
- Composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular en terneros de raza Retinta y sus cruces industriales.- Indurain G., Rodríguez I., Insausti K., Alberti P., Beriain M.J., Purroy A.	792
- Composición tisular y comercial y características de la canal de terneros cruzados de raza Retinta.- Albertí P., Ripoll G., Alzón M., Lahoz F.	795
- Conformación y engrasamiento de terneros de raza Retinta y cruzados Retinta x Pirenaica y Retinta x Limusín.- Mendizábal J.A., Alzón M., Arana A., Albertí P., Soret B., Purroy A.	798
- Evolución de la calidad instrumental de la carne de terneros cruzados de raza Retinta.- Albertí P., Ripoll G., Panea B., Olleta J.L., Muela E., Sañudo C.	801
- Calidad sensorial de la carne de cruces de Retinto a lo largo de la maduración: Panel de expertos y consumidores.- Panea B., Albertí P., Ripoll G., Olleta J.L., Sañudo C.	804
Calidad de los productos: Calidad instrumental	
- Composición de la canal y de la carne en conejos seleccionados por velocidad de crecimiento.- Pascual M., Aliaga S., Pla M.	807
- Contribución para la IGP (Indicación Geográfica Protegida) de un producto tradicional del 'Fumeiro de Melgaço': caracterización del chorizo de carne.- Santos D., Oliveira C., Lopes J.C., Soares M.L., Alfonso I.M., Brito N.V.	810
- Efecto de los factores meteorológicos sobre las características físico-químicas y microbiológicas de la leche cruda producida en la región centroccidental de Venezuela en el período 2000-2002.- Bravo H., Ramírez R., Herrero B., Ciria J.	813
- Avances de resultados sobre la calidad de la carne de pintadas en Extremadura.- López M.M., García S., Tejerina D., Blanco T., del Moral J.	816
- Estabilidad del color de la carne de potro producida en Navarra.- Sarriés M.V., Indurain G., Goñi M.V., Insausti K., Beriain M.J.	819
- Evolución de los parámetros colorimétricos de tres piezas cárnicas en función de la maduración.- Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blázquez B.	822
- Efecto de la castración y de la edad de sacrificio sobre la calidad de la carne de corderos de la raza Corriedale.- Rota E.L., Osorio M.T., Osorio J.C., Mendonça G., Pradié J., Rocha A., Esteves R.M.	825

- Efecto del sexo, el peso al sacrificio y la línea paterna sobre la calidad de la canal de cerdos Ibéricos x Duroc destinados a la industria de productos curados.- Serrano M.P., Valencia D.G., del Pico, D., Lázaro R., Mateos G.G.	828
- Influencia del programa de alimentación y del momento de sacrificio sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne del cerdo castrado.- Morales J., Piñeiro C., Lorenzo E., Medel P., Mateos G.G.	831
- Calidad de la carne de novillos Rubia Gallega x Nelore.- Sánchez L., Carballo J.A., Pérez N., Moreno T., Monserrat L.	834
- Predicción de la composición química, textura y calidad sensorial de carne de terneros por NIRS.- Ripoll G., Albertí P., Panea B., Olleta J.L., Muela E., Sañudo C.	837
Calidad de los productos: Vacuno: análisis instrumental	
- pH, capacidad de retención de agua y color de la carne de cuatro razas de vacuno.- Monsón F., Sañudo C., Sierra I.	840
- Evolución de los parámetros texturales de la carne de añejo en función de la maduración.- Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blázquez B.	843
- Diferencias en la valoración sensorial de la carne de terneros de razas bovinas autóctonas andaluzas según sexo y edad de los catadores.- Alcalde M.J., Horcada A., Valera M., Induráin G., Molina A.	846
- Efecto del tipo de músculo sobre los parámetros de calidad de la carne de terneros de raza Rubia Gallega.- Portela C., Moreno T., Pérez N., Monserrat L.	849

PATOLOGÍA ANIMAL

Patología animal: Enfermedades infecciosas

- Supresión de la expresión de la molécula coestimuladora CD80 y de la respuesta linfoproliferativa específica frente a proteínas GAG en las formas clínicas pulmonar, nerviosa y articular del Maedi Visna ovino.- Reina R., de Andrés X., Benavides J., Pérez V., Biescas E., Luján L., Pérez de la Lastra J.M., Crespo H., de Andrés D., Amorena B.	855
- Carga vírica, valores ELISA y proporción de gamma-globulina en calostro de madres infectadas por el virus Maedi Visna ovino.- Andrés S., Glaria I., Fernández A., Reina R., de Andrés X., Pérez de la Lastra J.M., Berriatua E., Daltabuit M., Álvarez V., Luján L., Biescas E., Pérez M.M., Amorena B., de Andrés D.	858
- Primer aislamiento de una estirpe española del virus Maedi Visna ovino.- Reina R., Glaria I., Lucas N., de Andrés X., Solano C., Biescas E., Luján L., Pérez M.M., Andresdóttir V., Amorena B., de Andrés D.	861
- Tipificación Molecular de <i>Brucella suis</i> .- Muñoz P., de Miguel M.J., Blasco J.M., Marín C.M.	864
- Programa nacional de vigilancia entomológica frente a Lengua Azul.- Lucientes J., Calvete C., Miranda M.A., García J.M., Moreno N., Estrada R., Borrás D.	867

Patología animal: Parasitología

- ¿Damos la suficiente importancia a los nematodos gastrointestinales en las explotaciones ovinas?.- Valcárcel F., Cerdeño A., Mateos J.J., Martín P., Muñoz T., Olmeda A.S., Rojo-Vázquez F.A.	870
---	-----

- Situación de la resistencia parasitaria a drogas antihelmínticas en rumiantes de Argentina.- Entrocasso C., Lázaro L., Field C., Manazza J.	873
- Eficacia de <i>Duddingtonia flagrans</i> en el control de los nematodos gastrointestinales del ovino en sistemas extensivos de montaña.- Gómez-Rincón C., Valderrábano J., Uriarte J.	876
- Relación entre la concentración de leptina plasmática y la respuesta inmune frente a <i>Haemonchus contortus</i> en el periparto ovino.- Valderrábano J., Gómez-Rincón C., Uriarte J.	879
Direcciones de los asistentes a las XI Jornadas de Producción Animal AIDA	883

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Abecia L.	467, 500	Anguita M.	446, 449, 494
Acín S.	353	Aniorte V.	291
Adelantado C.	611	Aparicio D.	759
Agüera P.	33	Aparicio M.	267
Aguilar B.	404, 422	Arana A.	798
Alabart J.L.	368, 377, 422	Aranda C.	33
Alabern X.	303	Araújo O.	670
Albanell E.	243, 246, 249, 252, 557, 638, 656	Arcos M.L.	602
Albarracín J.L.	380	Areán H.	60, 341
Albertí P.	216, 717, 723, 726, 729, 768, 771, 774, 792, 795, 798, 801, 804, 837	Ares J.L.	66
Alcalde M.J.	846	Argamentoría A.	560, 650, 659
Alfonso I.M.	810	Argente M.J.	159, 291
Aliaga S.	162, 807	Argüello A.	521
Alierta S.	336	Arias R.	240, 691
Altarriba J.	24	Armstrong E.	57
Álvarez I.	72, 75, 108, 667	Arranz J.	231
Álvarez J.	207, 210	Arranz J.J.	21, 75, 141
Álvarez L.	141	Arriaga H.	225, 653
Álvarez Sánchez-Arjona M.J.	410	Arroyo J.M ^a	542
Álvarez Sánchez-Arjona S.	410	Arruga M.V.	69, 144
Álvarez V.	858	Asenjo B.	279, 732, 735, 738
Alves E.	9, 15	Astillero J.R.	488
Alvir M.R.	542, 581, 626	Auclair E.	470
Alzón M.	795, 798	Averós X.	306
Amenabar M.	195	Avilés M.	386
Amenabar M.E.	222	Ayadi M.	249
Amills M.	33, 48, 51, 63, 66, 150	Ayllón S.	267
Amorena B.	855, 858, 861	Babot D.	258, 306, 309, 312, 315
Andrea N.	470	Bach A.	533, 554, 611, 644
Andrés S.	762, 858	Bach R.	42
Andresdóttir V.	861	Badaoui B.	66
Andueza D.	596	Badiola I.	506
Anguita B.	383, 392	Baena P.L.	159, 291
		Bahamonde A.	768
		Balcells J.	467, 500
		Balmisse E.	207, 210
		Ballesta J.	386
		Ballester J.	147
		Ballester M.	27

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Barajas P.	386	Brufau J.	443, 470, 479, 482, 506
Baselga M.	105, 153, 171	Buil T.	336, 682, 685
Baucells M.D.	273, 333	Burgos I.	434
Baumont R.	596	Busqué J.	539
Bautista J.	593	Busquet M.	572
Bautista J.M.	476	Bustamante J.	285
Bayón Y.	21	Caballero de la Calle J.R. 237, 270, 288, 401	
Beaundry D.	3	Cadillo J.M.	150
Béchet G.	596	Caja G.	42, 54, 243, 246, 249, 252, 294, 297, 300, 303, 309, 318, 321, 518, 521, 536, 557, 638, 656
Beever D.E.	694	Calderon J.	57
Belanche A.	467	Calsamiglia S.	524, 527, 569, 578, 617, 623, 653
Belenguer A.	467	Calvete C.	867
Beltrán de Heredia I.	231	Calvo J.L.	279
Beltrán J.A.	703	Calvo M.A.	611
Beltrán P.	410	Calle M.I.	288
Bello J.M.	703	Campo J.L.	93, 96, 120
Benavides J.	855	Campo M.M.	685, 703, 723, 726, 786, 789
Beriain M.J.	792, 819	Campos M.I.	632, 759
Bernacer J.	425	Cánovas S.	347, 389
Bernués A.	180, 189, 192, 204, 213, 219	Cañeque V.	667
Berriatua E.	858	Capote J.	48, 297, 521
Biescas E.	855, 858, 861	Carabaño R.	458, 461, 497
Biglia C.	464	Carballo J.A.	712, 720, 834
Biglia S.	602	Cardozo P.W.	617
Blanco M.	213, 216, 771, 774	Cardozo-Cerquera J.A. 356	
Blanco T.	777, 816	Carillho M.C.	688
Blas E.	464	Carné S.	297, 300
Blasco A.	84, 87, 156	Carrasco Alarcón L.S. ...234	
Blasco J.M.	864	Carriedo J.A.	81
Blázquez B.	822, 843	Carrión D.	273
Bodas R.	512	Carrizosa J.	66
Bolet G.	688		
Borrás D.	867		
Bosch L.	18, 753		
Bouattour M.A.	557, 638, 656		
Boukhalat W.	700		
Bouzada J.A.	60		
Bravo H.	813		
Brito N.V.	78, 407, 810		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Carro M.D.....	509, 551, 572, 575, 584, 587, 608, 620	Costa M.R.	39
Carvalho J.	407	Coy P.	347, 386, 389
Casado C.	602	Crespo H.	855
Casals R.	243, 246, 252, 557, 638, 656	Cubiló D.	285
Casamiglia S.	572	Cueto M.A.	560
Casao A.	324	Chacón G.	327, 336
Casaponsa J.	312, 315	Chamorro S.	461, 679
Casasús I.	189, 192, 213, 216, 219, 327, 771, 774	Chapinal N.	333
Casellas J.	36, 42, 54, 168, 327, 518, 536	Christensen M.	717, 723, 726
Castillejos L.	569	Daltabuit M.	858
Castillo M.	446, 449	Dávila S.G.	93, 96, 120
Castillo V.	252	Daza A.	276, 419, 741, 744, 756
Castrillo C.	548	De Andrés D.	855, 858, 861
Castro N.	297, 521	De Andrés X.	855, 858, 861
Castro T.	647, 662	De Blas C.	458, 679
Cebrián-Pérez J.A.	353, 356, 359, 362	De la Fuente J.	667
Cerdeño A.I.	419, 870	De La Fuente L.F.	21, 81, 141, 228
Cerisuelo A.	273	De la Roza B.	590, 650
Cerrato M.	578, 623	De Miguel M.J.	864
Cervera C.	464	De Pedro E.	9, 709, 759
Cifre J.	177, 279	De Vega A.	515
Ciria J.	732, 735, 738, 780, 813	Dehority B.A.	614
Climent A.	84, 87, 156	Del Cacho E.	506
Clop A.	150	Del Moral J.	816
Cocero M.J.	377, 401	Del Pico D.	828
Colás-Esteban C.	362	Del Prado A.	225
Colmenarez D.	780	Delfa R.	207, 210, 729
Colléll E.	147	Delgado A.	735, 738
Coma J.	273	Delgado I.	216
Concha I.	365	Delgado J.V.	39, 57
Corral J.M.	30	Delgado R.	147
Correa F.	670	Devant M.	533, 554, 611, 644
Costa J.	670	Dias M.	407
Costa L.	78	Díaz E.	709
		Díaz M.T.	667, 706
		Díaz T.E.	602
		Díez A.	476
		Díez J.	768
		Ducatelle R.	470

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Durán P.....	455	Forcada F.	431
Echegoyen E.	422	Francesch A.	285
Eiras P.	461	Francesch M.	470, 506
El-Saied U.M.	81	Francino O.....	42, 54
El-Zarei M.-F.....	21	Frehner M.....	566
Entrocasso C.....	873	Friggens N.C.	171
Ertbjerg P.....	717, 723, 726	Frutos P.	530, 539
Escribano F.	479	Fuentes-López F.	401
Espadas M.	285	Fuentetaja A.....	264
Espejo M.	777, 783	Gaddini A.	717, 723, 726
Estany J.	18, 753	Gadea J.....	347, 395
Estellé J.....	12	Galman-Omitogun O. ...	150
Esteve-García E.	455	Gallardo D.	63
Esteves R.	670, 825	Gallardo J.	312
Estrada R.	867	Gallego M.....	362
Ezcurra X.	255	Gallego R.	691
Failla S.	717, 723, 726	Gañarul C.....	688
Falagán A.....	66	Garbayo J.M.....	404
Farriol B.....	303	García A.....	180, 189, 192, 198, 231
Fernández A.....	6, 9, 60, 117, 341, 858	García A.I.....	497
Fernández B.....	512, 530, 539	García C.B.	69
Fernández E.....	635	García F.....	470
Fernández I.	72, 75, 108, 709, 768	García J.....	458, 461
Fernández J.	114	García J.M.....	867
Fernández M.	341, 563, 566	García M.	485
Fernández V.M.	759	García M.L.	159, 291
Fernández-Juan M.	353	García N.....	282
Ferreira S.F.....	39	García Paloma J.A.	413
Ferret A.	524, 527, 569, 572, 578, 617, 623	García S.	777, 783, 816
Fiel C.....	873	García-Belenguer S.	327, 336
Fina M.	327	García-Cachán M.D.	706, 750
Flores C.....	536	García-Cortés L.A.	117
Flores E.....	365	García-García R.M.....	401
Flores L.	485	García-González R.	563, 566, 614
Folch J.....	368, 377, 422	García-Martín M.A.	673
Folch J.M.....	12, 15, 27, 45	García-Olmo J.	759
Fondevila M.....	467, 491, 500, 548	García-Rebollar P.....	434, 461, 679
		García-Regueiro J.A. ...	644
		García-Roselló E.....	389, 395
		García-Vázquez F.A.	347, 395
		Gardón J.C.	347

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Garín D.....	294, 303, 518	Guerrero J.E.....	590, 593, 629, 632, 635
Garrido-Varo A.	590, 593, 629, 632, 635, 759	Gulías J.	177
Gasa J.	273, 333, 446, 449, 494	Gumbao D.	347, 395
Ghirardi J.J.	249, 297, 300, 318, 321, 518, 536	Gutiérrez J.P.....	72, 75, 102, 108
Gigli S.....	717, 723, 726	Gutiérrez-Adán A.	395
Gil M.G.	93, 120	Gutiérrez-Gallego R.	386
Gillet J.	63	Gutiérrez-Gil B.	21
Giráldez F.J.	512, 530, 762	Haba M ^a J. de la	629
Giraldo L.A.	551, 584	Harkiss G.D.....	855
Glaría I.	858, 861	Heijden S. Van der.....	446
Gómez A.	635, 709	Hernández M.	371, 374
Gómez E.	72, 75, 389, 485	Hernández P.....	697
Gómez E.A.....	126, 425	Hernández-García F.I...	416
Gómez G.....	479	Hernández-Jover M.....	303, 309, 312, 536
Gómez J.A.	620	Herrero B.....	813
Gómez-Brunet A.	428	Hervás G.....	539, 694
Gómez-Cabrera A.	590, 632	Hocquette J.F.	717, 723, 726
Gómez-Conde M.S.	461, 679, 876	Horcada A.	846
Gómez-Rincón C.....	879	Ibañez N.....	87
Goñalves M.	670	Igarzabal A.....	195, 198, 201, 222
González A.	344	Iglesias C.	554, 611
González E.	638	Indurain G.	792, 819, 846
González J.	30, 542, 581, 626	Insausti K.	792, 819
González J.S.....	509, 563, 566	Izquierdo D.....	380, 383, 392
González L.	524, 527, 662	Izquierdo M.	30, 777, 783
González-Alvarado J.M.	473, 503	Jailler R.	723, 726
González-Bulnes A.	401	Jaime I.....	747
González-Fernández C.	747, 750	Jardim R.....	670
Goñi M.V.....	819	Jiménez M.A.	99, 138
Gosálvez M.	306	Jiménez-Macedo A.R...	383, 392
Goyache F.	72, 75, 102, 108, 768	Jiménez-Moreno E.	473, 503
Grandison A.S.....	694	Jiménez-Movilla M.	386
Grasa P.....	359	Jimeno V.....	647, 662
Grimal A.	126	Jones A.K.....	694
Grinari J.M.....	694	Jordana J.	66, 102
Guada J.A.	515, 545	Joy M.....	177, 207, 210, 216, 771
		Joy S.	177
		Jurado J.J.....	99, 138

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Kamel C.	572, 617	Llauradó L.	443
Keli A.	515, 545, 596	Llorente A.	497
Kelly L.	150	Mach N.	533
Korsgaard I.R.	105	Manazza J.	873
Lahoz F.	729, 768, 795	Mandaluniz N.	195, 198, 201, 222
Lauzurica S.	667	Manrique E.	183, 186
Lavara R.	350, 398	Manso T.	647, 662
Lavín P.	762	Manteca X.	261, 327, 333, 524, 527
Lázaro L.	873	Mantecón A.R.	512, 530, 539, 647, 662, 762
Lázaro R.	264, 452, 473, 488, 503, 828	Manzanilla E.G.	491, 494
Legarra A.	90, 123, 129, 132, 765	Marbán A.	650
Leite J.V.	78	Marco M.A.	347
Lendoiro J.	712, 720	Marco-Jiménez F.	350, 425
León J.M.	39	Marcos J.	386
Liste G.	336, 682, 685	Margalef J.	771
Lizardo R.	443, 455, 479, 482	María G.A.	324, 336, 682, 685
Lombardía V.	413	Marín C.M.	864
Lopes J.	407	Marín N.T.	344
Lopes J.C.	78, 810	Marmi J.	102
López de Maturana E.	123	Marques J.R.F.	39
López Fuentes F.	237, 270, 288	Marshall Makuza S.	150
López M.	60, 350, 431, 682, 685, 688	Martí J.I.	368, 422
López M.M.	777, 783, 816	Martín A.I.	608
López S.	509, 563, 566, 587, 614	Martín D.	297, 521
López-Bote C.J.	276, 476, 679, 741, 744, 756	Martín P.	870
López-Campos O.	530, 539	Martínez A.	57
López-Gatius F.	368, 404	Martínez B.	706, 747, 750
López-Sebastián A.	428	Martínez J.L.	72
Lorenzo E.	831	Martínez M.	30, 87
Lorenzo P.L.	434	Martínez M.A.	413
Lozano J.	297	Martínez R.D.	57
Lucas N.	861	Martínez-Navalón B.	126
Lucientes J.	867	Martín-Orúe S.M.	446, 449, 491, 494
Lueso M.J.	318	Martín-Peláez S.	491, 494
Luján L.	855, 858, 861	Martins A.	407
Lupoli B.	694	Matás C.	344, 347
		Mateos A.	756

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Mateos G.G.....	261, 264, 452, 473, 488, 503, 828, 831	Moussaoui Y.	54
Mateos J.J.	419, 870	Muela E.	801, 837
Maza M.T.....	700	Muelas R.	159, 291
McEwan N.R.	500	Muiño R.	60, 341
Medel P.....	831	Muiño-Blanco T.....	353, 356, 359, 362
Mehaisen G.M.K.	398	Muñoz E.	297
Meléndez S.	732, 780	Muñoz G.	36
Mendizábal J.A.....	765, 798	Muñoz I.	120
Mendonça G.	825	Muñoz P.M.....	864
Menéndez-Buxadera A.33		Muñoz T.....	870
Menoyo D.	476, 679	Muriel A.	282
Mercadé A.	12, 15	Nicodemus N.....	458, 497
Merchán M.	45	Nieto M.	6
Merino P.	225, 653	Nieto M.I.....	183, 186
Mick V.....	855	Noguera J.L.....	12, 15, 36, 51
Miguel E.	822, 843	Núñez N.	759
Miguel J.A.	279, 732, 735, 738	Nute G.R.	717, 723, 726
Milán M.J.....	318, 321	Obach A.	476
Mingoarranz F.J.....	747	Olaizola A.M.....	180, 183, 186
Miranda M.A.....	867	Oliveira C.....	810
Mocé E.	350	Oliveira M.	670
Mocé M.L.	84	Olivera J.M.	377
Mogas T.....	380	Olmeda A.S.....	870
Molina A.	846	Olmos G.....	545
Molina Alcaide E.	608	Ollero M.	362
Molinero C.	750	Olleta J.L.	682, 685, 717, 723, 726, 768, 786, 789, 801, 804, 837
Monserrat L.....	834, 849	Ordovás L.....	24
Monsón F.....	703, 715, 717, 723, 726, 840	Oregui L.M.	195, 198, 201, 222, 231
Monteagudo L.V.	144	Osada J.	353
Mora M.J.	539	Osório J.C.	670, 825
Morales J.....	261, 267, 831	Osório M.	670, 825
Morales R.....	470	Quarti M.	542, 581, 626
Mora-Pulido V.....	506	Ovejero I.....	756
Morató R.	380	Ovilo C.	6, 9, 12
Moreno C.	24	Padilla J.A.	30
Moreno N.	867	Palacio J.....	327
Moreno P.	709	Palin M.F.....	3
Moreno T.	834, 849		
Mota M.	548		

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Palomo M.J.	365	Plà L.M.	255, 258
Panea B.	717, 723, 726, 768, 801, 804, 837	Pla M.	162, 807
Paramio M.T.	383, 392	Pong-Wong R.	114
Pardos J.J.	717	Pons A.	285
Paredes E.	650	Ponz R.	144
Parejo J.C.	30	Portela C.	849
Pargas H.	780	Pradié J.	825
Partida J.A.	786, 789	Prado C.	60
Pascual J.J.	171, 602	Prieto N.	762
Pascual M.	162, 807	Puigvert X.	753
Pastor F.	371, 374	Pulgar A.	662
Peiró R.	45, 156	Purroy A.	765, 792, 798
Peláez M.	659	Quintín F.J.	371, 374
Pellitero M.A.	509	Quiroz J.	57
Pena R.	135	Rabasco A.	30
Peña A.I.	341	Ràfols N.	554
Peña J.C.	288, 401	Ramírez L.M.	267
Pereira-Jaume T.	294	Ramírez O.	36, 63, 150
Pérez Alba L.	458	Ramírez R.	813
Pérez C.	667	Ramon J.	177
Pérez D.	759	Ramón M.	90, 129, 132, 240, 691
Pérez de Arenaza A.	201	Ranilla M.J.	551, 575, 584, 587, 608
Pérez de la Lastra J.M.	855, 858	Rauch C.	365
Pérez de Villarreal M.	855	Redondo R.	458
Pérez J.F.	446, 449, 491, 494	Reina R.	855, 858, 861
Pérez M.M.	858, 861	Reixach J.	18, 753
Pérez N.	834, 849	Revilla I.	673, 676
Pérez V.	855	Revilla R.	189, 192, 207, 213
Pérez-Enciso M.	12, 15, 36, 111, 150	Rey A.I.	276, 741, 744, 756
Pérez-Guzmán M.D.	90, 129, 132, 138, 240, 691	Reynolds C.K.	694
Pérez-Marín D.	590, 593, 629, 632, 635	Ricos A.M.	416
Piedrafita J.	42, 327	Riedel J.L.	180, 189, 192
Pinto M.	653	Rigo A.	177
Piñeiro C.	261, 267, 831	Ripoll G.	219, 717, 729, 768, 771, 774, 795, 801, 804, 837
Piñeiro M.	261	Robles A.	777
Piquer O.	602	Robles V.	524

AUTORES	Páginas
Rocha A.	407, 825
Roche A.	377, 422
Rodellar C.	24
Rodrigáñez J.	117
Rodríguez A.	485, 747
Rodríguez A.B.	512, 563, 566
Rodríguez B.	159
Rodríguez C.	6, 9
Rodríguez C.A.	542, 581, 626
Rodríguez I.	792
Rodríguez J.A.	347
Rodríguez M.L.	650, 659
Rodríguez R.	21, 228
Rodríguez-Gil J.E.	365
Rodríguez-López G.	676
Rojo-Vázquez F.A.	870
Romar R.	347
Romero A.	24
Rosati S.	855
Rosell M ^a	653
Rota E.	670, 825
Rovira J.	747
Roy R.	24
Royo L.J.	72, 75, 108
Roza B. de la.	560, 659
Rubio B.	747, 750
Ruiz A.	318
Ruiz de Huidobro F.	822, 843
Ruiz de la Torre J.L.	333
Ruiz R.	195, 204, 219, 222, 231
Ruiz S.	344, 347
Saa C.	318, 321
Sala R.	273
Salama A.A.K.	243, 246
Salcedo G.	225, 599, 641
Salvador I.	425
San Miguel O.	318
San Primitivo F.	21, 81, 141, 228
Sánchez A.	12, 15, 27, 33, 36, 48, 51, 63

AUTORES	Páginas
Sánchez J.P.	105, 153, 165, 171
Sánchez L.	709, 834
Sánchez P.	377
Sánchez P.J.	240
Sansegundo M.	344, 347
Sansinforiano E.	30
Santacreu M.A.	84, 87, 156
Santamarina C.	306, 309, 312, 315
Santiago-Moreno J.	428
Santoja V.	285
Santolaria P.	368
Santos D.	810
Santos M.A.	237
Sanz A.	189, 192, 207, 210, 213, 327
Sanz E.	485
Sañudo C.	682, 685, 703, 715, 717, 723, 726, 768, 786, 789, 801, 804, 837, 840
Sarriés M.V.	819
Sellas S.	126, 347, 389
Serradilla J.M.	33, 66
Serrano A.	270
Serrano B.	404
Serrano M.	138
Serrano M.P.	264, 452, 828
Sevilla E.	371, 374
Shingfield K.J.	694
Sierra I.	715, 840
Silió L.	9, 117
Silvestre M.A.	368, 425
Smulders J.P.	138
Soares M.L.	78, 407, 810
Soguero J.	371, 374
Solanas E.	467, 548
Solano C.	861
Soldado A.	590
Soler M.D.	464

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Soret B.	798	Valera M.	846
Suárez F.	413	Valiente O.L.	515
Such X.	54, 243, 246, 249, 252, 557, 638, 656	Vallée M.	3
Tejedor M.T.	144	Van Immerseel F.	470
Tejerina D.	816	Varona L.	15, 697
Tejido M.L.	551, 575, 584, 587, 620	Vega A. de	545, 596
Theilgaard P.	171	Vega O.	240
Tibau J.	147	Veiga-López A.	401
Tibble S.	273	Velasco S.	822, 843
Toledano-Díaz A.	428	Velasquez J.G.	386
Tomás A.	36, 150	Viana J.L.	60, 341
Tor M.	18, 753	Vicente B.	488
Toro M.A.	114, 117	Vicente F.	560, 650, 659
Torrallardona D.	443, 482	Vicente J.S.	350, 398
Torre J.L. de la.	527	Vidal O.	51
Torrento N.	147	Vieira C.	706
Torres O.	93	Vihás L.	356
Trilla N.	147	Vijil E.	371, 374
Ugarte E.	90, 123, 129, 132	Villalba D.	204, 219, 285, 753
Uriarte J.	876, 879	Villamide M.J.	497
Urrutia B.	66	Villanueva B.	114
Valcárcel F.	870	Villarroel M.	336, 682, 685
Valdelvira J.J.	306	Vitto R.	279, 735, 738
Valderrábano J.	876, 879	Viudes de Castro M.P.	398, 425
Valdés C.	509	Vivar-Quintana A.M.	673, 676
Valencia D.G.	264, 452, 488, 828	Williams J.L.	717, 723, 726
		Yániz J.	368
		Zaragoza P.	24
		Zidi A.	249

Nutrición-Alimentación

ALIMENTACIÓN LÍQUIDA DEL GANADO PORCINO: COMPARACIÓN CON EL PIENSO SECO Y TASA DE DILUCIÓN

R. Lizardo, D.Torrallardona, L. Llauradó, J. Brufau
IRTA - Centro Mas Bové, Apartado 415, 43280 Reus (Tarragona)
rosil.lizardo@irta.es

INTRODUCCIÓN

El avance de las nuevas tecnologías y la progresiva introducción de los ordenadores en la agricultura han permitido desarrollar sistemas de alimentación líquida para el ganado porcino totalmente automatizados. Estos sistemas facilitan la aplicación de programas de alimentación ajustados a las necesidades nutricionales, que mejoren la calidad de la canal y reduzcan el impacto medioambiental (Torrallardona, 2003). Aunque en España sólo existan unas 60 granjas con equipos de alimentación líquida, este tipo de alimentación está fuertemente implantada en otros países de la UE, en los cuales se estima que más del 60% de los cerdos de engorde son alimentados en líquido (Lizardo, 2004). La dilución del alimento puede influir en el funcionamiento del sistema o en los resultados productivos. Así un alimento demasiado concentrado se mezcla y fluye mal, y puede provocar atascos en las tuberías de distribución (Hoppenbrock et al., 1998). En cambio, una dilución elevada disminuye el crecimiento por restricción del consumo de nutrientes (Février, 1985) y aumenta el volumen de purines (Russell et al., 1996). La granulación del pienso mejora el crecimiento y el índice de conversión en cerdos de engorde. La administración en forma líquida de pienso en harina, proporciona resultados similares a los del granulado e incluso el porcentaje de músculo de la canal suele ser mejor (Quémeré et al., 1988). En una revisión bibliográfica de resultados en los que el mismo alimento fue distribuido en seco y en líquido, Jensen y Mikkelsen (1998) tampoco detectaron diferencias en los resultados productivos de cerdos de engorde. El objetivo del presente experimento es el de evaluar diferentes tasas de dilución del alimento líquido y de comparar este con un pienso seco para cerdos de engorde en las condiciones de producción españolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ensayaron 3 tratamientos experimentales correspondientes a un pienso en harina distribuido en seco *ad libitum* o en forma líquida con un 22 o un 25% de materia seca (MS). El pienso fue formulado para aportar 13.2 y 13.0 MJ/kg de energía metabolizable y 9.0 y 8.5 g/kg de lisina digestible en crecimiento y acabado, respectivamente (**Tabla 1**). La MS de los 2 tratamientos líquidos resultó de la mezcla de 3.08 o 2.60 L de agua por kg de pienso (90% MS), respectivamente. Esto se realizó automáticamente en el tanque de mezclas del sistema de alimentación líquida WEDA (Dammann & Westerkamp GMBH, Lutten, Germany), antes de cada distribución (10 min de agitación a 69 rpm). El alimento líquido se distribuyó 2 veces al día, según un plan de alimentación estándar introducido en el programa 4PX™ (WEDA). No obstante, para simular la administración *ad libitum* del tratamiento en seco, la cantidad administrada se aumentó alrededor de un 15%, a lo largo del experimento.

Se utilizaron 48 cerdos machos y 48 hembras cruzados Pietrain*Landrace, con un PV promedio 46.5 ± 2.8 kg. Los cerdos fueron distribuidos de acuerdo a su PV y sexo en 4 bloques y alojados en grupos de 4 por corral. Los cerdos se pesaron individualmente al inicio y a intervalos regulares de 3 semanas, controlándose en el mismo momento el consumo de pienso seco por corral. Después del control final los animales se enviaron al matadero, donde se les realizó un control de rendimiento y calidad de la canal con el Fat-O-Meater.

Los datos fueron analizados según modelo de bloques completos al azar, utilizando el procedimiento GLM del programa SAS™. Se testaron inicialmente los efectos del tipo de alimento, del sexo (**Sx**) y la interacción entre ambos. Posteriormente, se realizaron análisis por contraste para evaluar los efectos de la forma de presentación del alimento (**SL**: seco vs. líquido) y del nivel de MS (**MS**: 22 vs. 25%). Las medias se compararon con un test de Student-Newman-Keuls.

Tabla 1. Análisis químico de las dietas experimentales (g/kg).

Pienso	Crecimiento	Acabado
Energía (MJ EM/kg) ^a	12,84	12,72
Proteína bruta ^b	177,2	165,4
Lisina digestible ^c	9,0	8,5
Materia orgánica ^b	842,8	898,5
Grasa bruta ^b	44,2	39,4
Fibra bruta ^b	39,1	34,0
Cenizas ^b	56,2	56,8

^a calculado como el 76% del valor de EB determinado; ^b valores determinados por análisis; ^c valor dado por formulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La GMD durante las 3 primeras semanas fue similar entre los tratamientos, en las 3 semanas siguientes fue 60 g/d superior con el alimento líquido ($P < 0.05$) y esta diferencia pasó a 90 g/d en las 3 semanas finales ($P < 0.01$). En consecuencia, la GMD global fue cerca de 40 g/d superior ($P < 0.10$), conduciendo a un PV final aproximadamente unos 2.5 kg más elevado en los cerdos alimentados con el alimento líquido ($P < 0.10$; **Tabla 2**). Sin embargo, con el alimento líquido el consumo de pienso aumentó aproximadamente 450 g/d ($P < 0.01$), y el índice de conversión empeoró ($P < 0.01$). En general, los resultados tanto de consumo de pienso (2.68 kg/d) como de crecimiento (898 g/d) están de acuerdo con resultados obtenidos en condiciones de experimentación similares. No obstante, el índice de conversión obtenido con el alimento líquido fue bastante elevado (3.10 kg/kg). Esto se debe, por un lado, a un desperdicio de alimento favorecido por el diseño de los comederos y por otro, a la necesidad de ajustar el plan de alimentación introducido en el equipo al tipo de cerdo utilizado. De acuerdo con su PV final los cerdos alimentados en líquido presentaron un peso y un rendimiento de canal más elevados ($P < 0.10$). No obstante, no se observaron diferencias debido a los tratamientos en las medidas lineales de espesor de grasa y de profundidad del lomo o incluso de porcentaje de magro. En la literatura, únicamente Hurst et al., (2001) describen mejoras de crecimiento con el alimento líquido; los demás autores (Quéméré et al., 1988; Jensen y Mikkelsen, 1998) no presentan diferencias. Las diferencias que a veces se pueden observar están probablemente relacionadas con las condiciones experimentales y en particular, al manejo alimentario practicado. Los mejores resultados productivos del pienso granulado suelen acompañarse de una canal normalmente más grasa, más úlceras (Quéméré et al., 1988) y un mayor riesgo de transmisión de microorganismos patógenos (e.g., *Salmonella spp.*; Brooks y Beal, 2005). Nosotros no observamos diferencias de calidad de la canal, al contrario de Quéméré et al. (1988), y ello puede ser debido a la modificación del plan de alimentación del equipo para simular la situación *ad libitum*.

El nivel de MS del alimento líquido no presentó ninguna influencia sobre los parámetros estudiados ($P > 0.10$), tanto en granja como en matadero. Della Casa et al. (1997) tampoco observaron diferencias de crecimiento con la dilución del alimento líquido pero aconsejan el uso de diluciones bajas por el ahorro en agua. Según el ITP (2000), siempre que la ingestión de materia seca no varíe, la tasa de dilución puede variar entre 2 y 4 L de agua por kg de pienso sin que los resultados productivos sean significativamente afectados. Sin embargo, a partir del umbral de 2.2L/kg, toda la agua ingerida por el cerdo se transforma litro por litro en purín (Le Treut et al., 2003). El problema es más bien técnico y la solución pasa por trabajar con la dilución más baja que permita el pienso por su capacidad de retención de agua y el equipo. Esto, probablemente, obliga a la incorporación de aditivos con propiedades reológicas. En matadero, tampoco se observan diferencias debido a la dilución del alimento líquido aunque a las diluciones más elevadas se observe una tendencia a que el rendimiento canal disminuya (Pacchioli et al., 1997). Trabajando

con cerdos pesados, estos mismos autores tampoco observaron diferencias de calidad de la carne o de composición química en las piezas más nobles.

Tabla 2. Influencia de la forma del alimento (seco vs. líquido), del nivel de materia seca del alimento líquido y del sexo sobre los parámetros productivos.

Pienso Sexo	Tipo alimento			Sexo		Estadística ^a				
	Seco	Liq22	Liq25	Hembras	Machos	RSD	SL	MS	Sx	
Resultados en granja										
Peso vivo inicial (kg)	46,5	46,3	46,4	47,2	45,7	2,78	NS	NS	NS	
Ganancia de peso (g/d)	860	897	898	875	918	104	†	NS	*	
Consumo de pienso (g/d)	2305	2754	2812	2696	2663	68	**	NS	NS	
Índice conversión (kg/kg)	2,68	3,08	3,14	3,09	2,91	0,18	**	NS	*	
Peso vivo final (kg)	100,7	102,8	103,0	102,4	103,5	7,40	†	NS	NS	
Resultados en matadero										
Peso ante-mortem (kg)	108,5	110,8	111,3	109,8	111,5	8,09	†	NS	NS	
Peso canal (kg)	81,8	83,8	84,7	83,3	84,1	6,37	†	NS	NS	
Rendimiento canal (kg)	75,4	75,6	76,1	75,8	75,4	1,60	†	NS	†	
Espesor grasa X2 (mm) ^b	14,3	15,1	15,2	14,9	15,1	2,68	NS	NS	NS	
Profundidad lomo X3 (mm) ^b	55,4	55,8	54,9	56,7	53,6	7,76	NS	NS	*	
Porcentaje de magro (%) ^c	57,7	57,1	56,8	57,4	56,7	2,91	NS	NS	NS	

^a RSD: desviación estándar residual del modelo; SL: contraste entre pienso y alimento líquido; MS: contraste entre 22 y 25 % de materia seca; Sx: efecto del sexo. ^b Medidas tomadas con Fat-O-Meater a 4.5cm de la línea mediana, entre la 3ª y 4ª últimas costillas. ^c El porcentaje de magro se calculó como $Y=61.56-0.878*X2+0.157*X3$ (Decisión Comisión 94/337/CEE).

El sexo ha afectado significativamente la GMD, creciendo los machos 43 g/d más ($P<0.05$). El consumo de pienso fue similar entre sexos y por lo tanto se observó una mejora del IC de 180 g a favor de los machos. Por el contrario, se observó que las hembras presentaban una profundidad del lomo superior a los machos ($P<0.01$). En cuanto a la predicción del porcentaje de magro, no se observaron diferencias debido al sexo de los animales.

En conclusión, se puede decir que el suministro de piensos en forma líquida es un medio eficiente de alimentación de los cerdos en engorde y se puede recomendar su uso en las condiciones de producción de porcino existentes en España.

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brooks P.H., Beal J.D.; 2005. Manitoba Swine Seminar, 26-27 January, Winnipeg, Canadá.
- Della Casa G., Pacchioli M.T., Cavuto S., Campanelli G., Poletti E., Marchetto G.; 1997. Atti XII Congresso Nazionale ASPA, 23-26 Giugno, Pisa, Italia
- Février C.; 1985. Colloque de Production Porcine, CPAQ-MAPA, 28 mai, Victoriaville, Quebec, 26pp.
- Hoppenbrock K.H., Latka S., Bonekamp B., Alvarez A., Ihnen T., Escribano F.; 1998. 49th EAAP Annual Meeting, 24-27 august, Warsaw, Poland, 8pp.
- Hurst D., Lean I.J., Hall A.D.; 2001. Proceedings of the British Society of Animal Science, p.161
- ITP; 2000. Mémento de l'éleveur de porc. Institut Technique du Porc, Paris, 374pp.
- Jensen B.B., Mikkelsen L.L.; 1998. In: "Recent Advances in Animal Nutrition", P.C.Garnsworthy, J.Wiseman (Eds.), Nottingham University Press, Loughborough, UK, 107-126
- Le Treut Y., Kervenez B., Rannou M.; 2003. Porc magazine, 363, 134-137
- Lizardo R.; 2004. Suis, 12: 12-25
- Pacchioli M.T., Rossi A., Faeti V., Poletti E., Marchetto G., Della Casa G.; 1997. Atti XII Congresso Nazionale ASPA, 23-26 Giugno, Pisa, Italia
- Quémeré P., Castaing J., Chastanet J.P., Latimier P., Saulnier J., Willequet F., Grosjean F.; 1988. Journ. Rech. Porcine France, 20, 351-360
- Russel P.J., Geary T.M., Brooks P.H., Campbell A.; 1996. J. Sci. Food Agric., 72: 8-16pp.
- Torrallardona, D.; 2003. Jornadas de Alimentación Líquida del Ganado Porcino, 2 Octubre, IRTA, Reus, España.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE MOLIENDA Y LA INCORPORACIÓN DE POLISACÁRIDOS NO AMILÁCEOS EN LA RACIÓN SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS E INTESTINALES DEL CERDO EN CRECIMIENTO

M. Anguita, J.F. Pérez, M. Castillo, S.M. Martín-Orúe, S. van der Heijden, J. Gasa
Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona
Bellaterra 08193, Barcelona

INTRODUCCIÓN

El incremento del aporte de fibra en la ración de los animales monogástricos determina una reducción de la energía absorbida, fundamentalmente en el intestino delgado. Sin embargo, la presencia en la digesta de constituyentes fibrosos solubles e insolubles puede condicionar el bienestar y la salud intestinal de los animales mantenidos en condiciones intensivas (Meunier-Salaün, 1999). Buena parte de estos efectos se deben al estímulo físico sobre los diferentes compartimentos intestinales así como también a los productos resultantes de su fermentación. Las diferentes características de composición de los constituyentes de la fibra y la forma de presentación de las raciones pueden influir en las características fisicoquímicas de la digesta, y afectar a la sensación de saciedad, o la predisposición a patologías digestivas como son por ejemplo, las úlceras gástricas (Pluske et al., 2002). Por otra parte, la fermentación de fibra en el tracto posterior resulta en una reducción relativa de los productos de fermentación proteica, potencialmente dañinos para la integridad de la mucosa intestinal.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de diferentes tipos de fibra (almidón resistente y polisacáridos no amiláceos (PNA) solubles o insolubles), sobre el crecimiento y parámetros digestivos en el cerdo en crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y dietas: Se utilizaron 96 animales con un peso inicial de $15 \pm 2,2$ Kg, organizados en cuatro bloques de peso y distribuidos en cuatro salas de ocho boxes (3 animales/box). Se administró a los animales cuatro dietas experimentales diferenciadas en el contenido y tipo de fibra. Una dieta considerada como estándar con un 55% de maíz (molturado a 2,5 mm), 28% de torta de soja 44 y 15% de cebada se utilizó como dieta control (FIN). Para la obtención de una dieta rica en almidón físicamente resistente (GRO) se sustituyó el maíz por un maíz molturado a 4,0 mm. Para la obtención de una dieta con un mayor aporte de PNA solubles (PUL) se sustituyó un 8% del maíz por pulpa de remolacha; y para obtener una dieta con mayor porcentaje de PNA insolubles (SAL) un 10% del maíz se sustituyó por salvado de trigo. Las raciones fueron administradas a voluntad durante un periodo de 42 días, durante los cuales se realizaron sacrificios y controles productivos seriados de los animales, coincidiendo con el día 7, 21, y 42 de experimento. En el sacrificio se registraron el peso de los diferentes compartimentos intestinales llenos y vacíos, y se recogieron muestras del contenido para determinar el contenido en materia seca.

Estadística: En el presente trabajo se expondrán los resultados obtenidos en el primer (día 7º) y último periodo experimental (día 42º), los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999) siguiendo el modelo:

Variable dependiente_{ijk} = media + dieta_{i (1,...,4)} + periodo_{j(1,2)} + dieta*periodo_{ij} + error_{ijk}

El peso de los compartimentos intestinales se presenta como peso relativo (%) al peso vivo vacío (PVV).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados productivos, el peso del tracto gastrointestinal total y el peso relativo de los compartimentos intestinales de los animales en los dos periodos experimentales. La inclusión de PNA en la dieta

repercutió negativamente en el consumo voluntario de alimento de los animales. El menor consumo en las raciones PUL y SAL fue determinante en el menor peso vivo de los animales registrado en el último periodo, ya que no se encontraron diferencias en la conversión (datos no presentados).

El peso del tracto gastrointestinal (total) fue superior en las dietas GRO, PUL y SAL respecto a la dieta FIN, siendo estas diferencias evidentes entre las dietas FIN y SAL a los 7 días de experimento. El mayor peso del tracto repercutió en el peso vivo vacío de los animales, ampliando las diferencias observadas entre tratamientos, en especial con la dieta de pulpa.

Tabla 1. Resultados productivos y peso relativo (%) al peso vivo vacío de los compartimentos intestinales y de su contenido, en los dos periodos experimentales.

	Primer periodo				Último periodo				RSD ¹	P-valor ²		
	FIN	GRO	PUL	SAL	FIN	GRO	PUL	SAL		D	P	int
³ Consumo (kg/día)	0,71 ^d	0,62 ^d	0,59 ^d	0,67 ^d	2,18 ^a	2,06 ^{ab}	1,74 ^c	1,90 ^{bc}	0,182	***	***	*
Peso vivo (kg)	19,5 ^{dc}	19,5 ^{dc}	18,9 ^d	19,7 ^c	43,4 ^a	43,9 ^a	40,1 ^b	41,6 ^b	1,49	***	***	***
Tracto GI (kg)	2,76 ^d	2,90 ^{cd}	2,85 ^{cd}	3,13 ^c	4,71 ^b	5,42 ^a	5,36 ^a	5,12 ^a	0,341	***	***	*
PVV (kg)	16,6 ^d	16,6 ^d	15,7 ^d	16,8 ^d	38,7 ^a	38,3 ^a	34,7 ^c	36,4 ^b	1,67	***	***	*
⁴ Estómago lleno	3,18 ^b	3,39 ^b	3,85 ^a	3,79 ^{ab}	2,89	2,80	3,75	3,40	0,885	*	ns	ns
vacío	0,83 ^b	0,87 ^{ab}	0,94 ^a	0,95 ^a	0,68	0,72	0,83	0,78	0,130	*	***	ns
contenido	2,35 ^b	2,52 ^b	2,91 ^a	2,84 ^{ab}	2,21	2,08	2,92	2,62	0,822	t	ns	ns
⁴ Ciego lleno	0,97 ^b	1,13 ^b	1,27 ^a	1,12 ^{ab}	0,73	0,78	1,04	0,92	0,258	*	***	ns
vacío	0,24	0,25	0,26	0,28	0,22	0,23	0,22	0,23	0,043	ns	***	ns
contenido	0,73 ^b	0,88 ^b	1,01 ^a	0,84 ^{ab}	0,51	0,55	0,82	0,69	0,244	*	***	ns
⁴ Colon lleno	3,92 ^b	4,08 ^b	4,47 ^a	4,25 ^b	2,99	3,61	4,19	3,14	0,636	**	***	ns
vacío	1,48	1,45	1,49	1,57	1,15	1,24	1,25	1,20	0,196	ns	***	ns
contenido	2,44 ^b	2,63 ^{ab}	2,98 ^a	2,68 ^b	1,84	2,37	2,94	1,94	0,541	***	**	ns

¹ n= 8 datos por tratamiento en cada periodo.

² ns, p-valor >0,10; t, p-valor <0,10; *, p-valor <0,05; **, p-valor <0,01; ***, p-valor <0,001. D= dieta, P= periodo, int=interacción.

³ Consumo medio diario primer periodo del día 1 al 7 de experimento, y tercer periodo del día 21 al 42 de experimento.

⁴ a y b, reflejan diferencias entre dietas considerando la media de los dos periodos.

Con relación a los pesos relativos de los compartimentos intestinales, llenos, vacíos y de su contenido, se presentó un efecto periodo reflejo de la decreciente importancia de los compartimentos intestinales en el peso total conforme los animales crecieron, sin embargo en ningún caso la interacción dieta por periodo fue significativa. Los incrementos en el peso del tracto digestivo se explicaron por un incremento en el peso relativo del estómago, lleno y vacío, así como también del ciego lleno en las raciones PUL y SAL. La dieta de pulpa determinó un incremento en el peso del colon. Las raciones GRO y SAL incrementaron el peso del intestino delgado lleno, valor calculado por diferencia.

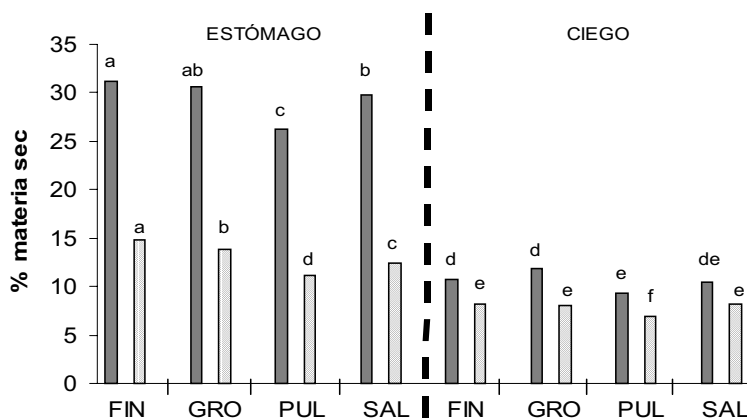
Los incrementos observados en el peso del estómago en las dietas PUL y SAL respecto a la dieta FIN no se explicaron en su totalidad por el incremento en el peso vacío de este compartimento. De esta manera, se observó una tendencia (P-dieta=0,08) en las dietas PUL y SAL a presentar un mayor contenido en el estómago, lo que podría indicar un menor ritmo de vaciado gástrico, y explicar el menor consumo voluntario registrado en estos animales.

Variaciones en el peso del contenido digestivo pueden ser debidas a variaciones en el contenido de agua de la digesta. En un estudio *in vitro* se midió la capacidad de retención de agua (por gramo de MS) de las dietas experimentales, antes y después de su digestión con pancreatina (Figura 1). Los resultados indicaron una mayor

retención de agua en todas las dietas respecto a la dieta FIN, en especial por parte de la dieta PUL. La hidratación de la digesta en el estómago de los animales (Figura 1) fue claramente inferior a la obtenida *in vitro*. Los resultados *in vivo* indicaron un descenso significativo en el % de MS en el estómago de la dieta PUL. Este resultado sugiere una disminución del ritmo de vaciado gástrico, afectando especialmente a la fracción líquida, resultado que concuerda con los resultados obtenidos por Rainbird y Low (1986). Por el contrario, la tendencia a incrementar el contenido gástrico en la dieta de salvado pudo deberse al incremento en el tamaño de partícula de la ración (0,47 mm en la dieta FIN, 0,58 mm en la dieta SAL).

El contenido de digesta en el ciego incrementó en las dietas PUL y SAL, pero solo en la dieta de pulpa se incrementó el contenido en el colon, reflejando en parte las variaciones en el contenido de agua.

Figura 1. Porcentaje de materia seca del contenido de estómago y ciego en los animales sacrificados (■) y porcentaje de materia seca calculado en base al líquido retenido antes (estómago) y después (ciego) de la incubación *in vitro* con pancreatina (□) ¹.



¹Las letras indican diferencias entre los resultados de una misma metodología, *in vivo* o *in vitro*.

CONCLUSIÓN

La incorporación de PNA, solubles e insolubles, en la dieta del cerdo en crecimiento determina cambios en las propiedades de la digesta que pueden repercutir negativamente en la ingestión voluntaria y los rendimientos productivos del animal.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto, CYCIT AGL01-2621-C02-01. La primera autora disfruta de una beca predoctoral del Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Meunier-Salaün, M.C. 1999, Recent Advances in Animal Nutrition 1999. Págs. 257-273.
 Pluske et al., 2002 Nutrition Research Reviews, 15, 333-371.
 Rainbird y Low, 1986. The British Journal of Animal Nutrition, 55, 87-98 y 111-121.
 SAS Institute Inc. 1999, SAS/ETS User's guide Version 8.

ADAPTACIÓN DE LA MICROBIOTA GASTROINTESTINAL DEL CERDO A DIFERENTES TIPOS DE FIBRA

M. Castillo, S. M. Martín-Orúe, M. Anguita, J. F. Pérez y J. Gasa.
Dept. Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193,
Bellaterra, Barcelona, España.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el concepto de salud intestinal en el campo de la producción animal está cobrando cada vez mayor importancia. El objetivo es el de conseguir un equilibrio de la microbiota gastrointestinal que favorezca un óptimo crecimiento del animal e impida a la vez la colonización por patógenos oportunistas. Para ello, en las primeras etapas de crecimiento del lechón (destete y transición) es cada vez más frecuente la adición a los piensos de acidificantes, probióticos y prebióticos, enzimas y extractos de plantas. En animales de mayor edad (fase de engorde) una alternativa atractiva a la administración rutinaria de aditivos es la modificación del sustrato que llega a tracto posterior mediante la modificación del tipo de fibra utilizado en la dieta. En este sentido, diferentes trabajos han demostrado el aumento de poblaciones bacterianas beneficiosas tras la administración de diferentes tipos de fibra (Reid y Hillman, 1999).

El objetivo de este experimento fue el de estudiar el efecto de diferentes fuentes de fibra (almidón resistente y polisacáridos no amiláceos solubles o insolubles) sobre la adaptación de la microflora gastrointestinal y los procesos digestivos del cerdo en engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental: Se utilizaron 104 cerdos cruzados (Landrace x Large White) x Pietrain) de 9 semanas de vida con un peso medio inicial de $15 \pm 2,3$ kg durante 5 semanas. Los animales fueron distribuidos en 4 tratamientos (24 animales por tratamiento): dieta control; a base maíz (54,7%) y soja 44 (27,7%) (FIN), o esta dieta con maíz grosero (4mm vs. 2,5 mm) (GRO), o sustituyendo maíz por pulpa de remolacha (8%; PUL) o salvado de trigo (10%; SAL).

Para evaluar la adaptación de los animales a las dietas, se realizaron sacrificios seriados: día 0, 7, 21 y 42. En cada uno de ellos se sacrificaron 32 animales (8 animales/dieta), a excepción del día 0 en el que se sacrificaron únicamente 8 animales.

PCR cuantitativo: Se cuantificaron las poblaciones de enterobacteria y lactobacilli en muestras de colon proximal mediante PCR cuantitativa a tiempo real (SYBR Green®; ABI PRISM 7900 HT) siguiendo el método descrito por Castillo et al. (2005).

Bases púricas: Se determinó la concentración de bases púricas en muestras de digesta de ciego y colon proximal mediante HPLC. Para ello se utilizó el método descrito por Makkar and Becker (1999).

Actividades enzimáticas: las actividades amilolíticas (amilasa y amilopectinasa) y celulolíticas (celulasa y xilanasas) bacterianas se determinaron en muestras de contenido digestivo de colon proximal. Para ello se procedió a la extracción del extracto enzimático bacteriano (Silva et al., 1987) y cuantificación de las actividades enzimáticas mediante colorimetría (Ashwell, 1957).

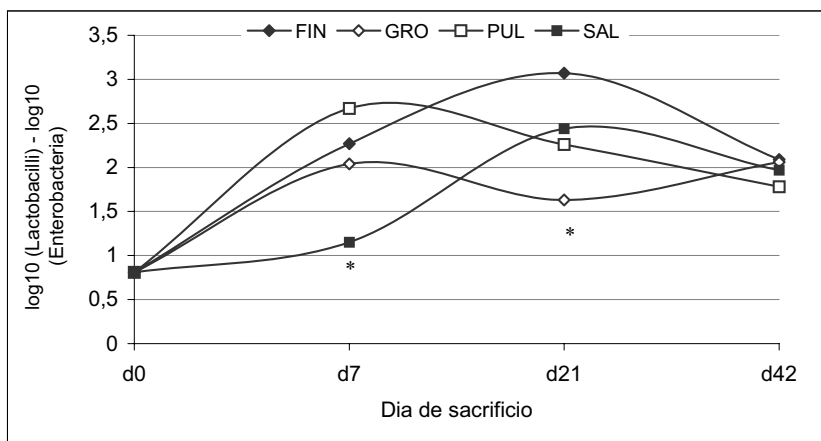
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la microflora bacteriana, los contajes de enterobacterias disminuyeron a lo largo del tiempo y fueron siempre inferiores a los de lactobacilli (10,45; 9,93; 9,34 y 9,55 para enterobacteria vs. 11,26; 11,96; 11,65 y 11,53 para lactobacilli en el d0, d7, d21 y d42 respectivamente (copias del gen 16S rDNA / g MF)).

La relación entre lactobacilli y enterobacteria, expresada como diferencia entre logaritmos, fue de: 0,81; 2,0; 2,3 y 2,0 para el d0, d7, d21 y d42 respectivamente (Figura 1). Esta ratio se ha utilizado en diversas ocasiones como indicador de la microflora gastrointestinal, de forma que, cuanto mayor es dicha relación, mayor es la estabilidad de la flora del tracto digestivo con una mayor resistencia a la colonización por patógenos (Ewing y Cole, 1994).

Durante la primera semana de adaptación a la dieta experimental se observó un incremento importante con las dietas FIN, GRO y PUL alcanzando valores cercanos a los que se observaron tras 42 días de adaptación mientras que la dieta SAL presentó los niveles más bajos (2,27; 2,04; 2,67 y 1,15; P dieta < 0,05). A los 21 días, las dietas con fibra incorporada presentaron valores inferiores a los de la dieta control (3,07; 1,63; 2,26 y 2,44 para FIN, GRO, PUL y SAL respectivamente; P dieta < 0,05). Sin embargo, al final del periodo experimental no se observaron diferencias entre dietas reflejando cómo la microbiota alcanza de nuevo el equilibrio independientemente del tipo de fibra incluido en la ración.

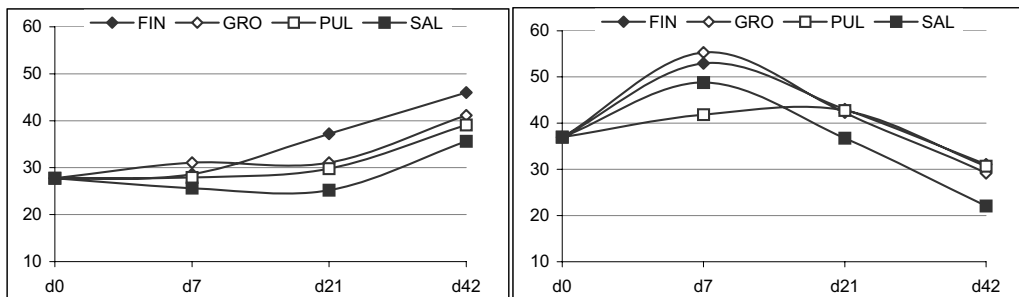
Figura 1. Relación lactobacilli:enterobacteria (\log_{10} (copias 16S rDNA lactobacilli / g MF) - \log_{10} (copias 16S rDNA enterobacteria / g MF)) en muestras de contenido digestivo de colon proximal en cerdos que tomaron una dieta control (FIN), una dieta con maíz grosero (GRO), con pulpa de remolacha (PUL) o con salvado de trigo (SAL) como fuente de fibra.



En relación a la concentración total de bases púricas (Figura 2), no se observaron diferencias significativas entre dietas ($P > 0.05$), pero sí a lo largo de los días de adaptación. Mientras que en ciego, los valores aumentaron a medida que avanzó el periodo experimental (27,7; 28,3; 30,8 y 40,5 μmol / g MS para el d0, d7, d21 y d42 respectivamente), en colon proximal la evolución fue contraria, mostrando una disminución en el total de bases púricas con el tiempo (36,9; 49,7; 41,2 y 28,1 μmol / g MS para d0, d7, d21 y d42 respectivamente).

El aumento en el contenido total de bases púricas en ciego, podría reflejar la adaptación de la microflora de este compartimiento a la fermentación de las nuevas dietas. Conforme la actividad fermentativa del ciego se incrementa, la cantidad de sustrato fermentable que abandona este compartimiento y llega a colon proximal es menor, lo que explicaría el descenso paralelo observado en este tramo.

Figura 2. Concentración de bases púricas ($\mu\text{mol} / \text{g MS}$) en muestras de contenido digestivo de ciego (izda) y colon proximal (dcha) de cerdos que tomaron una dieta control (FIN), una dieta con maíz grosero (GRO), con pulpa de remolacha (PUL) o con salvado de trigo (SAL) como fuente de fibra .



Las actividades amilolíticas (amilasa y amilopectinasa) fueron apreciables desde el inicio del periodo experimental sin presentar diferencias significativas a lo largo del tiempo o en relación a las dietas (98,4 UE y 287,1 UE (UE = μmol de monosacárido liberado * $\text{min} / \text{g MS}$) para amilasa y amilopectinasa respectivamente). Sin embargo, en el caso de las actividades celulolíticas, sí se observó un cambio significativo a lo largo del periodo experimental con un incremento importante a los 7 y 42 días para las actividades xilanasa (6,97 UE) y celulasa (25,03 UE) respectivamente. Nuevamente no se observaron cambios en relación a las fuentes de fibra utilizadas.

Los resultados obtenidos permiten concluir que después del cambio de dieta de transición a engorde, la microflora bacteriana del cerdo requiere de un periodo de adaptación que podría alcanzar los 42 días. Este proceso adaptativo conlleva importantes oscilaciones en la ratio lactobacilli:enterobacteria y parece afectar fundamentalmente a las poblaciones bacterianas celulolíticas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto CYCIT AGL01-2621-C02-01

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashwell, G. 1957. *Methods in Enzymology*. 3:73-105.
- Castillo, M., Martín-Orúe, S. M., Roca, M., Manzanilla, E. G., Badiola, I., Pérez, J. F., J. Gasa. *Journal of Animal Science*, en revisión.
- Ewing, W. N. and Cole, D. J. A. 1994. *Context*. Ireland.
- Makkar, H. P. S. and K. Becker. 1999. *British Journal of Nutrition* 81.2: 107-12.
- Reid, A. and Hillman, K. 1999. *Animal Science*. 68.3:503-511.
- Silva, A.T., Wallace, R.J., E.R. Orskov. 1987. *British Journal of Nutrition*. 57:407-415.

FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL EN DIETAS PARA LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE

D. G. Valencia, M. P. Serrano, R. Lázaro, y G. G. Mateos
Departamento de Producción Animal, U.P. Madrid
Senda del Rey s/n, 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

Una práctica común en la industria porcina ha sido la de reducir la edad del destete para incrementar la productividad de la cerda (Friesen et al. 1993). El destete precoz está asociado con cambios profundos en la estructura y funcionamiento del tracto gastro-intestinal (Pluske et al. 1997) lo que produce una disminución del consumo de alimento, mala absorción intestinal, pobres índices de conversión y pérdida de peso. Esta reducción de la productividad es más importante cuando se utilizan piensos vegetales basados en harina de soja que cuando se utilizan piensos basados en proteínas animales (Sohn et al. 1994). Las proteínas de soja han sido asociadas con una reducción en la digestibilidad que puede ser causada por la presencia de factores antitripsicos o por una hipersensibilidad a sus proteínas tipo glicinina o β -conglucina (Walker et al. 1986). La harina de soja es la fuente de proteína vegetal más comúnmente usada en Europa en alimentación animal, pero la producción nacional es muy escasa por lo que es esencialmente importada. De acuerdo con sus características agronómicas, ciertas leguminosas producidas en Europa tal como el guisante, podrían ser fuentes alternativas de proteína vegetal (Salgado et al. 2002). Por otro lado, Fastinger y Mahan (2003) han demostrado que la reducción del tamaño de la partícula mejora la digestibilidad de los nutrientes de la harina de soja en lechones. Aunque, no todos los autores están de acuerdo a este particular (Medel et al. 2000). Estas discrepancias podrían deberse a la diferencia en el tamaño entre las moliendas consideradas. Por ello en el presente ensayo se evaluó el efecto de la utilización de diferentes fuentes de proteína vegetal: concentrado de proteína de soja, concentrado de proteína guisante y harina de soja molida a tres tamaños de partícula diferente sobre la productividad en lechones de 26 a 58 d de vida.

MATERIAL Y METODOS

Se usaron 150 lechones (destetados con 21 ± 2 d de edad y $6,2 \pm 1,4$ kg de peso) para evaluar diferentes fuentes de proteína vegetal sobre los rendimientos productivos. De 21 a 25 d de vida los lechones consumieron un pienso prestarter común y a continuación recibieron uno de los cinco piensos experimentales hasta los 48 d de vida. Las dietas fueron formuladas en base al valor nutritivo de ingredientes de las Tablas FEDNA (2003) y estaban basadas en cereales procesados, subproductos lácteos y harina de pescado, con un contenido aproximado de 2490 kcal EN/kg, 20,7% PB, 1,28% de Lisina digestible y 0,77% de aminoácidos azufrados digestibles. La principal diferencia entre los piensos experimentales fue la fuente de proteína utilizada: concentrado de proteína de soja 56% PB, concentrado de proteína de guisante 52,5% y harina de soja 45,2% PB como tal (con un tamaño medio de partícula de 883 μ m) o molida a un tamaño medio de 400 ó 137 μ m. La fuente de proteína testada suministró en todos los casos 5,5% de la proteína total de la dieta. En ninguno de los piensos experimentales se incluyó $ZnSO_4$, $CuSO_4$, o

promotores de crecimiento. Posteriormente, se suministró un pienso estándar común durante siete días extras, basado en cereales y productos de soja. Todos los piensos se suministraron *ad libitum* en forma de pellet (2,5 mm Ø).

El concentrado de proteína de soja (HP-300) fue obtenido de Hamlet Protein (Horsens, Dinamarca) y se caracterizaba por su bajo contenido en factores antitripsicos (1,0 mg/g) y en β conglucina (2,0 g/kg). El guisante usado para obtener el concentrado de proteína de guisante fue proporcionado por Esasa, S.A. (Valladolid, España) y tenía un 25,6% de proteína bruta. Los guisantes se descascarillaron y se molieron usando un molino de impacto con una autoclasificadora de aire integrada (Circoplex mill 200 ZPS, Hosokawa-Alpine, Ausburg, Alemania). La materia prima original se molió a un tamaño medio de partícula de 47,6 μ m y a continuación se separaron las fracciones finas y groseras por medio de un equipo de clasificación Turboplex (Turboplex ATP 200, Hosokawa-Alpine, Ausburg, Alemania). En este ensayo se usó la fracción fina que tenía un tamaño de partícula medio de 28,9 μ m y contenía un 52,5% de PB. La harina de soja se obtuvo a partir de un lote de harina de soja comercial (45,2% PB) de Esasa, S.A. (Cabezón de Pisuerga, Valladolid) y se dividió en tres porciones: la primera se usó como tal, la segunda se envió a micronizar a Hosokawa (Ausburg, Alemania) a un tamaño medio de partícula de 137 μ m (> 97%), usando el molino de impacto con autoclasificadora de aire integrada (Circoplex 200 ZPS) y la tercera porción se molió in situ a un tamaño medio de partícula de 400 μ m aproximadamente, usando un equipo propio.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos. Cada tratamiento se replicó cinco veces y la unidad experimental fue el box con seis lechones. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 1990) para diseños completamente al azar. Se usó el peso inicial como covariable y las diferencias entre tratamientos se estimaron mediante contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 26 a 36 d de edad los lechones que consumieron dietas basadas en proteína de soja crecieron más (274 vs 214 g/d; $P < 0,001$) fueron más eficientes (0,86 vs 0,98 g/g; $P < 0,01$) y tendieron a consumir más pienso (235 vs 209 g/d; $P < 0,10$) que los lechones que consumieron el pienso basado en concentrado de proteína de guisante. De 37 a 49 d de vida los lechones alimentados con el concentrado de guisante se recuperaron y fueron más eficientes (1,09 vs 1,18 g/g; $P < 0,01$) que los lechones que consumieron piensos con fuentes de proteína de soja. De 50 a 56 d de vida (cuando los animales consumieron un pienso común) y al final de la prueba no se observó ningún efecto de los tratamientos sobre los rendimientos productivos.

Los pobres resultados obtenidos con el uso del concentrado de proteína de guisante durante los primeros 10 días del ensayo fueron inesperados y probablemente debidos a una reducción del consumo de alimento. La razón posiblemente sea el alto contenido de factores antitripsicos encontrados ya que estos factores se concentran en la fracción proteica. Friesen et al. (1993) observaron que al extrusionar habas de soja y reducir los factores antitripsicos de 11,58 a 0,47 mg/kg en piensos de lechones de 21 a 35 d de vida, se incrementó el consumo de pienso y el crecimiento de los lechones ($P < 0,01$), pero que dicho efecto desapareció con la edad, lo que coincide con nuestros

datos. Así mismo, nuestros resultados concuerdan con Sohn et al. (1994) quienes observaron que los lechones que consumieron concentrados y aislados de proteína de soja presentaron mejor eficiencia alimenticia que los alimentados con harina de soja de 21 a 36 d de vida ($P < 0,05$). En el presente ensayo, el tamaño de partícula no influyó sobre los rendimientos productivos de los lechones, estando en concordancia con Lawrence et al. (2003) que no encontraron diferencias sobre los rendimientos productivos al reducir el tamaño de partícula de la harina de soja de 1226 a 444 μm .

Se concluye que el concentrado de proteína de soja es la proteína vegetal de elección en piensos de lechones de 26 a 36 d de edad. Asimismo, en lechones con un peso de 10 kg de peso vivo o más, el concentrado de proteína de soja puede ser sustituido por harina de soja o por fuentes de proteína de guisante reduciendo el coste de las dietas. La molienda fina de la harina de soja no afecta los rendimientos productivos en lechones recién destetados. Es necesario llevar a cabo nuevos estudios sobre el comportamiento de lechones consumiendo proteína de guisante previamente procesada por calor a fin de reducir el contenido de factores antitripsicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fastinger, N. D. y D. C. Mahan. 2003. Effect of soybean meal particle size on amino acid and energy digestibility in grower-finisher swine. *J. Anim. Sci.* 81: 697-704.
- FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2a ed). C. de Blas, G.G. Mateos y P. G. Rebollar. (Eds). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid.
- Friesen, K. G., J. L. Nelssen, R. D., Goodband, K. C. Behnke y L. J. Kats. 1993. The effect of moisture extrusion of soy products on growth performance and nutrient utilization in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 71: 2099-2109.
- Lawrence, K. R., C. W. Hastad, R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, J. M. DeRouche y M. J. Webster. 2003. Effects of soybean meal particle size on growth performance of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 2118-2122.
- Medel, P., M. García, R. Lázaro, C. De Blas, G. G. Mateos. 2000. Particle size and heat treatment of barley in diets for early-weaned piglets. *Anim. Feed Sci. Tech.* 84: 13-21.
- Pluske, J. R., D. J. Hampson, y I. H. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: A review. *Livest. Prod. Sci.* 51: 215-236.
- Salgado, P., J. P. B. Freire, F. Cabral, R. Toullec, J. P. Lallès. 2002. Comparative effects of different legume protein sources in weaned piglets: nutrient digestibility, intestinal morphology and digestive enzymes. *Livest. Prod. Sci.* 74: 191-202.
- SAS Institute. 1990. SAS® User's Guide. Version 6. 4th ed. SAS Institute Inc. Cary. NC. EEUU.
- Sohn K. S., C. V. Maxwell, L. L. Southern y D. S. Buchanan. 1994. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: II. Effects on ileal amino acid digestibility. *J. Anim. Sci.* 72: 631-637.
- Walker, W. R., C. V. Maxwell, F. N. Owens y D. S. Buchanan. 1986. Milk versus soybean protein sources for pigs: I. Effects of performance and digestibility. *J. Anim. Sci.* 63: 505-512.

DIGESTIBILIDAD FECAL E ILEAL DE LA GRASA Y ÁCIDOS GRASOS DE DIFERENTES MATERIAS GRASAS EN EL CERDO EN CRECIMIENTO

Pere Duran, Enric Esteve-García y Rosil Lizardo

IRTA - Departament de Nutrició Animal, Apartat 415, 43280 Reus (Tarragona)

pere.duran@irta.es

INTRODUCCIÓN

La inclusión de grasas en las dietas para porcino viene cobrando cada vez más importancia, aunque el nivel de inclusión se vea limitado por razones tecnológicas. Asimismo, la composición de las grasas, o sea su perfil en ácidos grasos, incorporadas en las dietas para monogástricos afecta de forma muy importante la composición de la canal. Por otro lado, tanto el origen como la composición de la grasa influyen en la digestibilidad de la propia grasa y de la energía de la dieta.

El objetivo de esta prueba fue determinar la influencia de la composición en ácidos grasos de diferentes fuentes de grasa incorporadas a la dieta sobre la digestibilidad fecal e ileal de la proteína, de la grasa y de los ácidos grasos en el cerdo en crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se compuso de 2 pruebas, una de digestibilidad fecal y otra de digestibilidad ileal. Esta última se realizó con cerdos quirúrgicamente preparados con una anastomosis ileo-rectal termino-terminal (Laplace et al., 1985). En cada una de ellas, se utilizaron 12 cerdos machos Pietrain x Landrace con un peso vivo aproximado de 35 kg al inicio. El diseño experimental adoptado fue un cuadrado latino con 6 tratamientos x 6 períodos de colecta, de forma que todos los animales ingirieran cada una las dietas. Los tratamientos experimentales correspondieron a 6 dietas a base de cebada, una premezcla de vitaminas y minerales y un 0,5% de óxido de titanio como marcador. Esta misma dieta basal sirvió como dieta control y en las demás, las diferentes materias grasas se incorporaron en sustitución de la cebada. En la prueba de digestibilidad fecal, las grasas evaluadas fueron sebo al 12 %, el aceite de girasol al 10 %, el aceite de girasol alto oleico al 10 %, el aceite de linaza al 10% y una mezcla de sebo (5.5%), aceite de girasol (3.5%) y de linaza (1%). En la prueba de digestibilidad ileal, las dietas fueron las mismas con excepción de la dieta con sebo, que incorporaba un 10% en vez del 12%. Los períodos de recogida consistían en 5 días de adaptación a la dieta y 2 de recogida de las heces.

El contenido en nitrógeno, grasa bruta, ácidos grasos y óxido de titanio de las dietas, de las heces y de las digestas ileales fueron posteriormente analizados en el laboratorio. El contenido en nitrógeno fue analizado mediante el método de Dumas y el de la grasa bruta por Soxhlet. Los lípidos fueron extraídos a frío por el método de Folch et al. (1957) y su contenido en ácidos grasos (AG) analizado por cromatografía de gases (Morrison y Smith, 1964). El óxido de titanio fue analizado por el método de Short et al. (1996). La digestibilidad verdadera de la grasa se calculó, corrigiendo la grasa excretada en las heces y digesta ileal por 4.4 g y 4.7g/Kg MS de grasa endógena (Jorgensen et al. 1993). Los datos obtenidos se analizaron con el procedimiento GLM del SAS™, realizando la comparación de medias con el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad fecal del nitrógeno de las dietas y por tanto de la cebada varió de 70.4 a 73.4 y la ileal de 54.0 a 59.0%. En términos absolutos, estos valores son

bastante bajos debido al tipo de dieta basal y al contenido y tipo de proteína de las dietas. De hecho, una parte del nitrógeno estaría atrapado en la matriz de las paredes celulares vegetales y por ello inaccesible a las enzimas digestivas. Esto mismo se confirma por la diferencia entre la digestibilidad fecal e ileal, resultante de una fracción importante de nitrógeno que llegaría hasta el ciego, siendo después utilizada (fermentada o digerida) por la flora microbiana. A nivel fecal, el hecho de añadir grasa a la dieta basal no causó diferencias destacables con la utilización digestiva del nitrógeno. No obstante, a nivel ileal cabe destacar que el valor más elevado (diferencia no significativa) se observó con la dieta basal.

Tabla 1. Digestibilidad fecal e ileal del nitrógeno y de la grasa de las dietas experimentales

	Basal	Sebo	Aceite girasol	Girasol alto oleico	Aceite linaza	Mezcla aceites
Digestibilidad fecal						
Proteína fecal	72.5 ^{ab}	71.4 ^{abc}	73.4 ^a	70.4 ^c	72.2 ^{abc}	70.9 ^{bc}
Grasa aparente	29.4 ^a	86.5 ^b	85.5 ^c	84.7 ^c	85.0 ^c	85.4 ^c
Grasa verdadera*	49.4 ^a	89.6 ^b	88.9 ^c	88.0 ^c	88.4 ^c	88.8 ^c
Digestibilidad ileal						
Proteína ileal	59.3	55.6	58.9	56.0	54.0	55.4
Grasa aparente	14.8 ^c	67.5 ^a	74.5 ^b	77.5 ^b	76.7 ^b	74.9 ^b
Grasa verdadera*	36.6 ^c	71.0 ^a	78.1 ^b	81.1 ^b	80.3 ^b	78.5 ^b

*: atendiendo a que las heces y la digesta ileal contienen respectivamente 4.4 y 4.7 g/kg de MS de grasa endógena (Jorgensen et al. 1993)

** : Los valores con distinto superíndice son distintos dentro de una misma hilera (P<0.05)

La digestibilidad de la grasa de la dieta basal, tanto fecal como ileal es bastante baja. Esto se debería a un bajo contenido y al tipo de grasa o aceite de la cebada. De hecho, no se trataría tanto de lípidos de reserva si no más bien estructurales (lípidos de membrana). Entre tratamientos con grasa añadida se puede apreciar una digestibilidad aparente similar y relativamente elevada ($\approx 86\%$). La digestibilidad fecal de la dieta con sebo es ligeramente superior a la de las demás (aceites vegetales y mezcla de grasas) lo cual contraviene los resultados de otros autores (Jorgensen et al. 2000; Cera et al. 1990) que reportan una digestibilidad superior en el caso de las grasas insaturadas. Por otro lado, si se observan los resultados de digestibilidad ileal de la grasa por la dieta sebo, estos sí son claramente inferiores a los de las grasas insaturadas (67.5% vs. 76.0%). El hecho de corregir los resultados con la grasa endógena permite estimar la digestibilidad verdadera (Jorgensen et al. 1993) y se observa que esta aumenta considerablemente ($\approx 88.0\%$) pero tampoco permite discriminar entre el tipo de grasa añadida. No obstante, se puede observar que la grasa endógena contenida en las heces y contenido ileal de la dieta basal es proporcionalmente muy superior respecto a las dietas con grasa añadida.

En el caso de la digestibilidad fecal de los ácidos grasos, se observan unos valores bastante inferiores y variables en el caso de la dieta basal. De los ácidos grasos mayoritarios, se observa que el esteárico presenta valores bastante bajos o incluso negativos. De la misma forma que otros AG saturados, tal como el palmítico o el mirístico presentan una digestibilidad relativamente mediana. Esto puede explicarse por el importante efecto de biohidrogenación de la flora microbiana y las propias grasas endógenas (ricas en esteárico y palmítico a nivel fecal) secretadas por el animal (Jorgensen et al., 1992).

Tabla 2. Digestibilidad de los ácidos grasos de las dietas y de las materias grasas.

	Basal	Sebo	Aceite girasol	Girasol rico oleico	Aceite linaza	Mezcla aceites
Digestibilidad fecal (%)						
C 14:0	7.2 ^d	94.2 ^a	47.3 ^b	35.3 ^c	33.0 ^c	90.7 ^a
C 16:0	38.2 ^a	84.7 ^b	75.2 ^d	59.8 ^c	71.3 ^d	82.5 ^b
C 16:1	68.2 ^b	98.0 ^a	94.4 ^a	89.0 ^a	97.2 ^a	98.4 ^a
C 18:0	-1063.4 ^a	64.1 ^b	-34.8 ^b	-58.9 ^b	-42.0 ^b	43.8 ^b
C 18:1 n-9 cis	72.3 ^a	95.9 ^b	95.7 ^b	95.7 ^b	94.2 ^b	94.7 ^b
C 18:2 n-6 cis	87.5 ^d	89.7 ^{cd}	97.2 ^a	92.1 ^{cb}	93.8 ^b	92.6 ^b
C 18:3 n-3 cis	90.2 ^{ab}	93.6 ^b	93.4 ^b	89.4 ^a	98.6 ^c	98.5 ^c
C 20:0	-69.7 ^c	14.1 ^b	51.5 ^a	45.5 ^a	24.0 ^b	14.5 ^b
Digestibilidad ileal (%)						
C 14:0		97.9	100.4	100.2	101.9	97.9
C 16:0		95.8 ^a	99.3 ^b	100.4 ^b	101.0 ^b	97.6 ^{ab}
C 16:1		98.4 ^a	102.1 ^{ab}	99.3 ^a	105.6 ^b	99.0 ^a
C 18:0		90.5	68.9	80.7	83.0	89.0
C 18:1 n-9 cis		98.2 ^a	97.8 ^{ab}	96.8 ^b	97.8 ^{ab}	97.7 ^{ab}
C 18:2 n-6 cis		101.9	99.1	99.4	99.1	99.1
C 18:3 n-3 cis		100.6	102.0	100.1	98.8	99.0
C 20:0		92.0	90.4	95.4	95.9	92.2

* Los valores con distinto superíndice son distintos dentro de una misma hilera (P<0.05)

La digestibilidad de los ácidos grasos mono- o poliinsaturados es bastante elevada, en general superior al 90%. Esto es tanto más importante cuanto las grasas o aceites son ricas en estos AG. La digestibilidad fecal de los ácidos grasos de las grasas o aceites utilizados en el experimento es bastante menos variable. En muchos casos (ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, linoleico y linolénico) es cercana o mismo del 100%. El ácido esteárico es el menos digestible, tanto en el caso de los aceites como del propio sebo. El ácido oleico, es el más importante en la grasa del cerdo, igualmente presenta una digestibilidad inferior al 100% e independiente del tipo de grasa. En general estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Jorgensen et al. (1993) para diferentes tipos de grasas.

En función de los resultados de este estudio, se puede concluir que la digestibilidad verdadera de las grasas aportadas por los aceites es bastante elevada a nivel fecal (88.5%) pero bastante menos a nivel ileal (79%). El sebo, más saturado, se digiere peor que los aceites vegetales debido probablemente a su riqueza en ácido esteárico, el menos digestible de los AG. Por lo general, los AG más importantes se digieren en su casi totalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cera K.R., Mahan D.C., Reinhart G.A. (1990). J. Anim. Sci. 68: 2756-2765
 Folch J., Lees M., Sloane-Stanley Gh. (1957). J. Biol. Chem. 226: 497-509
 Jorgensen H., Gabert V.M., Hedemann M.S., Jensen S.K. 2000. J. Nutr. 130: 852-857
 Jorgensen H., Jakobsen K., Eggum B.O. (1993). Acta Agric. Scand. Anim. Sci. 43: 101-106
 Jorgensen H., Jakobsen K., Eggum B.O. (1992). J. Anim. Feed Sci. 1:139-149
 Laplace J.P., Darcy-Vrillon B. Picard M. (1985). Journ. Rech. Porc. France 17: 353-370
 Morrison W. R., Smith L.M. (1964) J Lipid Res 5 (4): 600-608
 Short F.J., Gorton P., Wiseman J., Boorman K.N. (1996). Anim. Feed Sci. Tech. 59:215-221

EFFECTO DEL NIVEL Y DEL TAMAÑO DE PARTICULA DE LA FIBRA SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE CONEJAS REPRODUCTORAS Y GAZAPOS LACTANTES

Nicodemus N¹., Redondo R., Pérez-Alba L., Carabaño R., De Blas C. y García J.
Departamento de Producción Animal. E.T.S.I.Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040
Madrid

¹ nnicodemus@pan.etsia.upm.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes de las conejas reproductoras es el balance energético negativo que padecen especialmente durante la primera y la segunda lactación (Xiccato et al., 1995; Pascual et al., 2002). Este problema se ha intentado solucionar mediante el desarrollo de nuevas formas de manejo (Nicodemus et al., 2002; Xiccato et al., 2004) o nuevas estrategias de alimentación (Pascual et al., 2003). Estas últimas se basan en incrementar el consumo energético de los animales. Este depende fundamentalmente de la concentración energética del pienso, pero hay otros factores como el nivel de fibra y el tamaño de partícula que también pueden influir. Así, Nicodemus et al., 1997 a y b, con piensos isofibrosos (36% FND/MS de media), comprobaron que es necesario un mínimo de un 21% de partículas mayores de 0,315 mm para maximizar los rendimientos de los animales tanto en cebo como en lactación, si bien se desconoce que sucede si se supera este límite. El objetivo de este trabajo es comprobar durante las tres primeras lactaciones si las necesidades de fibra neutro detergente (FND) de las conejas se pueden reducir aumentando el tamaño de partícula de los ingredientes más fibrosos y si esto redundaría en una mayor ingestión de energía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formularon 4 dietas donde se varió el nivel y el tamaño de la fibra de acuerdo a un diseño factorial (2x2). Se utilizaron dos niveles de fibra: 30 y 25% FND. El tamaño de partícula se modificó moliendo una mezcla formada por un 30% de paja y un 70% de heno de alfalfa con un tamaño de partícula superior al comercial. La inclusión de esta mezcla molida a 9 mm constituyó el tamaño de fibra largo. Para conseguir un tamaño de partícula comercial se molió a 1 mm y por separado el heno de alfalfa y la paja (cuatro y tres veces, respectivamente) y posteriormente se mezcló en las proporciones indicadas y se pasó a la mezcladora junto con el resto de los componentes de la dieta. Para que las dietas fueran isoenergéticas, a las dietas con el 30% de FND se les añadió un 4% de manteca. Las dietas con un 25% FND se diluyeron con harina de trigo para no modificar el tipo de fibra. El resto de los componentes de la dieta se mantuvieron iguales. La composición de las dietas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de los piensos experimentales, %MS

	30% FND		25% FND	
	Fibra larga	Fibra normal	Fibra larga	Fibra normal
FND	33.2	34.0	26.8	27.8
Almidón	22.6	21.7	33.2	34.0
PB	16.8	16.9	16.7	16.6
EE	6.08	6.28	2.00	2.10
% partículas > 0.3 mm	35.1	24.4	24.4	19.8
FND > 0,3 mm	23,4	18,3	17,1	14,0

Se distribuyeron al azar 18 conejas por tratamiento. Se realizó monta natural y la proporción hembra:macho fue de 8:1 durante todo el periodo experimental. El intervalo parto-cubrición para la segunda cubrición se fijó en 4 días y el destete de los gazapos se

realizó a los 25 días de edad. Las conejas que no quedaron gestantes (palpación negativa a los 10 días) fueron cubiertas inmediatamente. El peso de las conejas se controló al parto y al principio y al final de la lactación. Se midió el consumo de las conejas durante la lactación y el de los gazapos desde los 21 días de edad hasta el destete, controlándose también la ganancia media diaria de los mismos durante este periodo mediante el peso de la camada a los 21 y a los 25 días de edad. La producción de leche se determinó mediante la separación de las conejas de sus gazapos tras el parto, y se estimó diariamente midiendo la pérdida de peso que experimentaron las conejas después de amamantarlos. Sólo se midió en 52 conejas, ya que se determinó en aquellas con más de 6 gazapos y que se hubiesen cubierto como máximo 14 d después del parto.

En las muestras de pienso se analizó su contenido en MS, PB (AOAC,1990), EE con hidrólisis previa y EB con bomba calorimétrica. Sobre una muestra de pienso se analizaron su contenidos en FND, FAD y LAD de manera secuencial (Van Soest et al., 1991). El tamaño de partícula del pienso se determinó siguiendo el procedimiento descrito por García et al (2000) y sobre el residuo de cada tamiz se determinó el nivel de FND.

Se realizó un análisis de medidas repetidas utilizando el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS (1990). Los efectos fijos considerados fueron el número de lactación, el nivel de fibra, el grado de molienda (larga o normal) y sus interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestra el efecto de nivel y el tamaño de molienda de la fibra sobre los parámetros estudiados.

Tabla 2. Efecto del nivel y del tamaño de partícula de la fibra sobre la productividad de conejas y gazapos.

	NIVEL FIBRA NORMAL		NIVEL FIBRA BAJO		rsd ¹	P _{NF} ²	P _{TP} ³	P _{NF*TP} ⁴
	TP LARGO A	TP NORMAL B	TP LARGO C	TP NORMAL D				
Número de conejas	15	12	15	10				
Energía digestible ⁵ , MJ/kg MS	11,7	11,8	12,4	12,8	0,51	0,001	0,18	0,33
Consumo pienso, g/d								
0-21	345	350	321	329	37,4	0,037	0,54	0,88
21-25	356	341	341	363	67,8	0,82	0,80	0,20
Destete-parto	186 ^a	200 ^{ab}	233 ^b	177 ^a	38,8	0,50	0,23	0,049
Consumo ED, MJ/kg ^{0,75} d								
0-21	1248	1286	1215	1290	146,4	0,69	0,14	0,63
21-25	1261	1238	1268	1390	247,7	0,14	0,36	0,18
Destete-parto	663 ^a	726 ^{ab}	870 ^b	683 ^a	151,1	0,20	0,33	0,050
Producción leche, kg								
0-21 d	4418	4407	4080	3959	473	0,007	0,63	0,68
21-25 d	1052	1040	1020	957	203	0,25	0,45	0,60
Crecimiento de la camada, g/d								
0-21 d	116	117	108	105	13,3	0,012	0,82	0,63
21-25 d	123	145	168	160	49,4	0,001	0,39	0,066
Consumo camada (21-25d), g/d	48,4	62,8	97,5	112	40,7	0,001	0,039	0,97
Intervalo parto-cubrición	9,64 ^{ab}	7,42 ^a	7,70 ^a	12,9 ^b	9,31	0,28	0,37	0,028
EA entre partos ⁶ (g/g)	0,300	0,308	0,300	0,291	0,043	0,31	0,98	0,31

¹ rsd: desviación residual standard

² P_{NF}: P Nivel Fibra

³ P_{TP}: P Tamaño Partícula

⁴ P_{NF*TP}: P Nivel Fibra*Tamaño Partícula

⁵ n = 8

⁶ EA: eficacia alimenticia (gramos de gazapos destetados/gramos de alimento ingerido entre partos)

Ni el nivel de fibra ni su tamaño de partícula tuvieron efecto sobre el consumo de energía digestible durante los primeros 21 días de lactación (1260 MJ/kg^{0,75}d de media). Sin embargo, en este periodo la producción de leche de las conejas alimentadas con los piensos de mayor contenido en fibra y grasa fue un 10% superior con respecto a las que consumieron los piensos con menor contenido en fibra y sin grasa añadida (4412 vs 4019 kg; P = 0,007). En trabajos previos (Xiccato, 1996; Pascual et al., 2003) ya se ha demostrado que el aumento de la concentración energética de los piensos de las conejas reproductoras mediante la adición de grasa produce un incremento de la producción de leche. Esto podría deberse a una mayor ingestión de energía neta al adicionar grasa al pienso y a una diferente utilización de ésta con respecto al almidón por parte del animal. Este efecto no se observó durante los cuatro últimos días de lactación probablemente debido a que en este periodo la producción de leche ya es menos importante (Xiccato, 1996). Esta mayor producción de leche dio lugar a un incremento del 10% en el crecimiento de la camada durante los primeros 21 días de lactación (117 vs 106 g/d; P = 0,012), periodo en el que los gazapos consumieron exclusivamente leche. Los gazapos que ingirieron menos leche durante las tres primeras semanas de lactación, consumieron un 89% más de pienso y mostraron un crecimiento compensatorio (164 vs 134 g/d; P = 0,001) los últimos cuatro días de lactación, periodo en el que tuvieron acceso al pienso. Este efecto se observó incluso cuando en el modelo se corrigió por el consumo de leche de los gazapos de 0 a 21 d. Además, en este periodo también se observó que el incremento del tamaño de partícula redujo la ingestión de los gazapos un 17% (P = 0,039), lo que implicó una reducción del crecimiento del 15% en los animales alimentados con los piensos con un 30% de FND, sin observarse este efecto al reducir el nivel de fibra.

En el periodo destete-parto hubo una interacción entre el nivel de fibra y el tamaño de partícula sobre el consumo de energía digestible de las conejas, mostrando una mayor ingesta energética (798 vs 673 MJ/kg^{0,75}d; P = 0,050) tanto aquéllas alimentadas con un 30% FND/TP normal como las que ingirieron el pienso con un 25% FND/TP largo (18,3 y 17,1 FND > 0,3 mm, respectivamente) en comparación con las que consumieron los otros dos piensos. Estos animales fueron los que también tuvieron un menor intervalo parto-cubrición (7,56 vs 11,3 d; P = 0,028). Finalmente, la eficacia alimenticia entre partos no fue modificada por los tratamientos (0,300 g/g de media).

REFERENCIAS

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis (14th Ed). Association Official Analytical Chemists (Ed), Arlington, VA.
- García J., Carabaño R., Pérez-Alba L., de Blas J.C., 2000. J. Anim. Sci., 78, 638-646.
- Nicodemus N., García J., Carabaño R., Méndez J., de Blas C., 1997a. ITEA., 18, 181-183.
- Nicodemus N., García J., Carabaño R., Méndez J., de Blas C., 1997b. ITEA., 18, 184-186.
- Nicodemus N., Gutiérrez I., García J., Carabaño R., de Blas C., 2002. Anim. Res., 51, 517-523.
- Pascual J.J., Motta W., Cervera C., Quevedo F., Blas E., Fernández-Carmona J. 2002., Anim. Sci., 75: 267-279.
- Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., 2003. Nutr. Abs. Revs. Serie B, 73, 27-39.
- SAS. 1990. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Van Soest J.P., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zote A., Carazzolo A., Cossu M.E., 1995. Anim. Sci., 61: 387-398.
- Xiccato, G., 1996. Proceedings of the Sixth World Rabbit Congress, Toulouse, vol. 1, 29-47.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., 2004. Livest. Prod. Sci., 85: 239-251.

EFFECTO DEL TIPO DE FIBRA SOBRE EL TEJIDO LINFOIDE ASOCIADO A INTESTINO EN GAZAPOS DE 35 DÍAS DE EDAD

Gómez-Conde M.S.¹, Chamorro S.¹, Rebollar P.G.¹, Eiras P.², García J.¹, Carabaño R.¹

¹Dpto. Producción Animal. ETSI Agrónomos. UPM. Madrid 28040

²Servicio de Inmunología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal es fundamental no sólo para el perfecto desarrollo de las distintas funciones intestinales, sino también como barrera de protección frente a la colonización por agentes patógenos. La dieta puede afectar a las características de la mucosa intestinal. En este sentido, trabajos previos en conejos alimentados con distintos tipos de fibra han puesto de manifiesto como la inclusión de fibras más solubles, producen un alargamiento en la longitud de los villi y una mejora en la actividad de los enterocitos; mientras que la inclusión de fibras más lignificadas da lugar a una atrofia estructural y a una menor actividad de las células intestinales (Chiou et al., 1994; Gómez-Conde M.S. et al., 2004; García et al., 1997). Un daño en la mucosa intestinal puede afectar a la respuesta inmune, pudiendo resultar este efecto aún mayor en el caso de animales jóvenes, en los que ya se ha observado (Lanning et al., 2000 y Campin et al., 2003) como el sistema inmune asociado a mucosa no se encuentra totalmente desarrollado. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del tipo de fibra sobre la población linfocitaria de la lámina propia intestinal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Piensos. Para estudiar el efecto de dieta sobre la regulación de la respuesta inmune, se formularon tres dietas isoenergéticas, isoproteicas, con el mismo contenido en almidón y fibra total, pero en las que se fue modificando la relación entre el porcentaje de fibra soluble respecto a la insoluble, utilizando como principales fuentes de fibra: cascarilla de avena, heno de alfalfa y una mezcla de pulpa de remolacha y pulpa de manzana. Los ingredientes y la composición química se recogen en la tabla 1. El acceso de los animales al pienso fue a voluntad y se les suministró 200 ppm de sulfato de apramicina y 120 ppm de tilosina tartrato en el agua de bebida.

Tabla1. Ingredientes y composición química de los piensos experimentales

Dietas	Cascarilla de avena	Alfalfa	Pulpas
Ingrediente, %			
Heno de alfalfa	13.9	28.3	13.9
Cascarilla de avena	14.7	0	0
Pulpa de remolacha	0	2.3	15.0
Pulpa de manzana	0	0	5.0
Composición química, %MS (Valor determinado)			
Almidón ²	20.8	21.1	20.5
FND ²	35.8	33.5	33.1
Fibra soluble ¹	7.9	10.3	13.1
ED kcal/kg MS	2965	3008	3121

Ingredientes comunes: Trigo cocido: 32.3%, Salvado:8.4%, Girasol 36: 7.1%, Soja 44: 11.1%

¹Valor calculado a través del análisis de las materias primas mediante el métodos de Hall (1998)

²Valor determinado de acuerdo con los procedimientos de la AOAC (1995) y Van Soest (1991)

Animales. Se empleó un total de 36 animales (12 por tratamiento) de la raza Blanco Neozelandés×Californiano, destetados con 25 días de edad y un peso medio de 524±110 (desv. std.) gramos. Los animales fueron asignados a las tres dietas sin realizar distinción entre sexos y utilizando la camada como bloque. A los 35 días de edad y un peso medio de 964±155, se procedió al sacrificio de los animales mediante la administración endovenosa de barbitúricos (pentobarbital sódico, Dolethal).

Técnicas analíticas. El aislamiento de linfocitos en lámina propia se realizó conforme al procedimiento descrito por Eiras et al. (1998). Para lo cual, se tomó una muestra de duodeno de 1 mm de longitud, situada inmediatamente después de la primera flexura duodenal. Dicha muestra se abrió longitudinalmente y se incubó durante 45 minutos en un medio de cultivo que contenía 5 ml de una solución de RPMI/Suero de ternera fetal al 10% y 50 µl de colagenasa (1.5mg/ml). La cantidad de linfocitos en Lámina propia (LPL), su caracterización fenotípica (CD45: marcador general de linfocitos, CD5: marcador de linfocitos T, CD4: marcador de Linfocitos T cooperadores, CD8: marcador de linfocitos T citotóxicos), así como el estado de activación de los mismos (CD25: receptor de la interleukina2) se realizó incubando las muestras con los correspondientes anticuerpos monoclonales (Cymbus Biotechnology). El análisis de datos se realizó mediante citometría de flujo tricolor en FACScan estándar (Becton Dickinson).

Análisis estadístico. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). El efecto principal estudiado fue la fuente de fibra, introduciendo la camada como bloque y el peso al destete como covariable. La comparación entre medias se realizó mediante un test LSD protegido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados del efecto del tipo de fibra sobre la cantidad de linfocitos de la lámina propia y la distribución fenotípica en gazapos de 35 días de edad. No se observó ningún efecto significativo del tratamiento sobre el porcentaje total de linfocitos, resultando además este valor marcadamente superior a los medidos en trabajos previos (Campín et al., 2003).

Tabla 2. Efecto del tipo de fibra sobre la cantidad de linfocitos de la lámina propia (LPL) y la distribución fenotípica (% sobre total linfocitos) presentes en duodeno

	Casc. Avena	Heno de alfalfa	Pulpas	EEM ¹	P
%Linfocitos	8.69	5.14	4.83	1.95	0.3547
CD5+ (linfocitos T)	76.76	74.17	75.88	3.80	0.8952
CD5- (linfocitos B)	23.24	25.83	24.12	3.80	0.8952
CD25+	11.17 ^b	19.05 ^a	14.84 ^a	1.85	0.0290
CD5+CD25+	8.36	15.29	11.57	1.84	0.0572
CD4+	26.25	33.95	35.06	3.87	0.2546
CD8+	30.32	26.88	21.34	2.61	0.0743
CD4+CD8+	25.05	22.49	23.68	3.39	0.8718

¹n=12

El porcentaje total de linfocitos que expresó el marcador de superficie CD5+, así como el que no lo expresó CD5-, no se vio afectado por el tipo de pienso, resultando como media del 75.6% y 24.4%, respectivamente. De estos resultados se comprueba, al igual que ya se observó en trabajos previos (Campín et al., 2003) como los animales a 35 días no presentan un sistema inmune desarrollado, predominando el porcentaje de linfocitos T sobre el de linfocitos B y natural killer.

Al estudiar el grado de activación de estos linfocitos mediante la expresión del marcador de superficie CD25, los animales que ingirieron los piensos con un menor contenido en fibra soluble presentaron una menor activación linfocitaria. Tanto la proporción de linfocitos totales y de los linfocitos T CD25+ fue significativamente inferior en la dieta de cascarilla de avena respecto a las de pulpa y de alfalfa (11.17 vs 16.94, P=0.03 y 8.36 vs 13.43, P=0.057, respectivamente).

En este experimento, el hecho de que en los animales que consumieron el pienso con cascarilla de avena, se redujese el porcentaje de linfocitos CD25+ (receptores de la IL-2), al mismo tiempo que el porcentaje de linfocitos CD8+ tendiese a aumentar, podría estar poniendo de manifiesto una respuesta inmune de tipo celular producida por un antígeno de tipo endógeno o por la translocación de una toxina capaz de atravesar la mucosa intestinal. En este sentido, en trabajos previos (Gómez-Conde, 2004), ya se ha observado como dietas con cascarilla de avena ejercen un efecto negativo sobre la mucosa intestinal, reflejado por un acortamiento en la longitud de los villi y probablemente por un incremento en la permeabilidad de la membrana que podría estar favoreciendo la translocación directa de toxinas.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1995, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.
- Eiras P.; Roldán E., Camarero C., Olivares F., Bootello A. and Roy G. (1998). Cytometry (Communications in Clinical Cytometry) 34, 95-102.
- Campín J., Eiras P., Rebollar P.G., Carabaño R. (2003). Estudio del tejido linfoide asociado a intestino en gazapos en torno al destete. ITEA 24: 660-662.
- Chiou, P.W.S., Yu, B., Lin, C. (1994). Effect of different components of dietary fiber on intestinal morphology of domestic rabbits. Comp. Biochem Physiol. 108A: 262-638.
- García, A.I., García, J., de Blas, J.C, Piquer, J., Carabaño, R. (1997). Efecto de la fuente de fibra sobre la actividad enzimática de la amilasa pancreática y las sacarosas en yeyuno e ileon. ITEA 18: 187-189.
- Gómez-Conde, M.S., Chamorro, S., Nicodemus, N., De Blas, C., García, J. y Carabaño. R. (2004). Efecto del tipo de fibra en la alimentación de gazapos destetados precozmente. XXIX Congreso ASESCU. 157-163.
- Hall, M.B., Pell, A.N., Chase, L.E. (1998). Characteristics of neutral detergent-soluble fibre fermentation by mixed ruminal microbes. Anim. Feed Sci. Technol.70: 23-39.
- Lanning D., Sethupathi P., Rhee K.J, Zhai S.k and Knight K.L. (2000). Intestinal microflora and diversification of the rabbit antibody repertoire. Journal of Immunology, 165 (4), 2012-2019.
- SAS. 1990. SAS/STAT® User's Guide (Version 6, fourth Edition): SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Van Soest, J.P., Robertson, B. A., Lewis. (1991): Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

MEDIDA DE LA ACTIVIDAD CELULÁSICA EN LA DIGESTA CECAL DE CONEJOS

Soler M.D.¹, Blas E.², Biglia C.², Cervera C.²

¹ Depto. Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos,
Universidad Cardenal Herrera-CEU, Avda. del Seminario s/n, 46113-Moncada

² Depto. Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Cno. de Vera 14,
46071-Valencia. eblas@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el ecosistema microbiano cecal del conejo durante el periodo peridestete son importantes tanto para la eficacia como para la salud digestiva (Gidenne y Fortun-Lamothe, 2002). El estudio de tales cambios se ha abordado describiendo la evolución de las distintas poblaciones bacterianas, monitorizado la concentración de AGV y amoniaco y el pH y, más recientemente, valorando la actividad enzimática microbiana (Marounek *et al.*, 1995; Gidenne *et al.*, 2000 y 2002; Pinheiro *et al.*, 2001; Debray, 2002), con especial énfasis en los enzimas que degradan los constituyentes fibrosos.

Habitualmente, los métodos para valorar la actividad de las polisacaridasas se basan en hidrólisis de los respectivos substratos y cuantificación de los azúcares reductores liberados (normalmente mediante la reacción cromogénica de reducción del ácido 2-hidroxi 3,5-dinitrobenzoico). Para estudiar la influencia que ciertos factores puedan tener sobre tales actividades enzimáticas, es esencial que los ensayos se realicen en condiciones que aseguren que la velocidad de la reacción sea constante durante el tiempo de incubación y linealmente dependiente de la cantidad de enzima presente. En ninguno de los trabajos citados ni en otros realizados con contenido ruminal se hace referencia a tal garantía metodológica; quizá deba suponerse, pero la escueta descripción de las técnicas empleadas no permite descartar la hipótesis contraria.

El objetivo del presente trabajo es la puesta a punto de la técnica para valorar la actividad celulásica en el contenido cecal de los conejos. Secundariamente, se valoró dicha actividad enzimática en conejos de distinta edad y desarrollo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Extracción de la celulasa del contenido cecal. Se emplearon 24 gazapos de 12 camadas distintas, 3 de cada una de las edades consideradas (21, 28, 35 y 42 días de vida), tomando de cada camada 2 animales, el más ligero y el más pesado. Se pesó 1.2 g del contenido cecal en tubos de centrífuga con tapón y se añadió 3 ml de tampón anaeróbico MES (ácido 2-morfolino-etanosulfónico) 25 mM DTT (1,4-ditio-DL-treitol) 0.2 mg/l pH 6.5 enfriado a 4 °C, manteniendo los tubos en baño de hielo hasta que se homogeneizaron a 8000 rpm durante 30 segundos bajo flujo de CO₂, tras lo cual se almacenaron a -80 °C. Tras dos ciclos de descongelación-congelación consecutivos, las muestras se sometieron a un proceso de desintegración ultrasónica en 4 periodos de 30 segundos separados por intervalos de 30 segundos, en baño de hielo y bajo flujo de CO₂. Se centrifugó a 14000 x g durante 20 minutos y a 4 °C. El sobrenadante se almacenó a -80 °C hasta su valoración.

Verificación de la relación lineal entre el aumento de la concentración de azúcares reductores y el tiempo de incubación. Tras diversos ensayos preliminares, se dispuso 1.5 ml de un sustrato de carboximetilcelulosa (10 mg/ml en tampón citrato 100 mM pH 6.0), en tubos de vidrio con rosca, atemperados en baño a 39 °C. Se añadió 100 µl de una muestra promedio, constituida por un pool de 4 muestras (una por cada una de las edades consideradas) y se incubó durante 2.5, 5, 10, 15, 20, 30 ó 60 minutos, deteniendo la reacción con 1.5 ml del reactivo de ácido 2-hidroxi 3,5-dinitrobenzoico. Se calentó en baño a ebullición durante 5 minutos. Se enfrió y se leyó la densidad óptica (DO) a 540 nm. Para descontar los azúcares reductores no resultantes de la actividad enzimática de la muestra (los que pudieran estar presentes en el sustrato o en la muestra, así como los que se hubieran originado durante la incubación por hidrólisis no imputable a la actividad enzimática de la muestra), se prepararon blancos de la forma descrita pero añadiendo la muestra después de agregar el reactivo de ácido 2-hidroxi 3,5-dinitrobenzoico.

Verificación de la relación lineal entre el aumento de la concentración de azúcares reductores y la cantidad de enzima presente. Se realizó un segundo ensayo, tal como se ha descrito en el apartado anterior pero utilizando en lugar de la muestra promedio un patrón con 0.2 µg/µl de celulasa de *Aspergillus niger*, del que se añadieron 25, 50, 75 ó 100 µl (completados hasta 100 µl con tampón citrato 100 mM pH 6.0) e incubando durante 5 ó 15 minutos.

Valoración de muestras procedentes del contenido cecal. A la luz de los ensayos anteriores, se estableció el protocolo para valorar la actividad enzimática de las muestras obtenidas del contenido cecal de gazapos de diferente edad (21, 28, 35 ó 42 días) y desarrollo (ligeros o pesados), utilizando 100 µl de muestra e incubando durante 5 ó 15 minutos. Para convertir los incrementos de DO en µmoles de glucosa formada, se obtuvo una recta de calibración con soluciones seriadas con 0 a 600 µg de glucosa por ml, puestas a reaccionar con el reactivo de ácido 2-hidroxi 3,5-dinitrobenzoico en las mismas condiciones que los incubados de sustrato+muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación entre la DO y la duración de la incubación fue cuadrática, con un tramo lineal entre 2.5 y 20 minutos (Figura 1). Con ello puede concluirse que parece razonable medir el incremento de la DO que se produce desde los 5 a los 15 minutos de incubación, ya que: i) en ese tramo la respuesta observada es directamente proporcional al tiempo de incubación y ii) se optimiza el número de ensayos que pueden realizarse simultáneamente.

Como puede verse en la Figura 2, el incremento de DO es proporcional al volumen del patrón de celulasa hasta los ensayos realizados con 75 µl y menos que proporcional en los realizados con 100 µl (8.15, 16.05, 24.10 y 27.25 miliunidades/minuto para 25, 50, 75 y 100 µl). Ello permite concluir que el incremento de la DO desde los 5 a los 15 minutos de incubación no debe ser superior a 240 miliunidades: si la muestra ensayada originara incrementos mayores, el ensayo debe repetirse con una dilución de la muestra inicial.

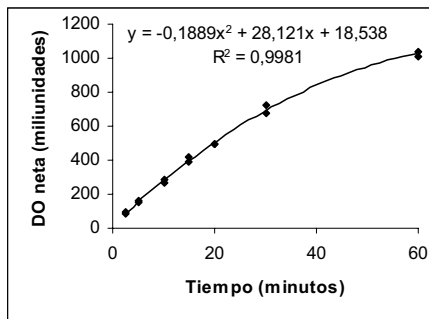


Figura 1. Densidad óptica a 540 nm obtenida al incubar el sustrato de carboximetilcelulosa y 100 µl de una muestra procedente de digesta cecal de gazapos de 21-42 días durante tiempo variable.

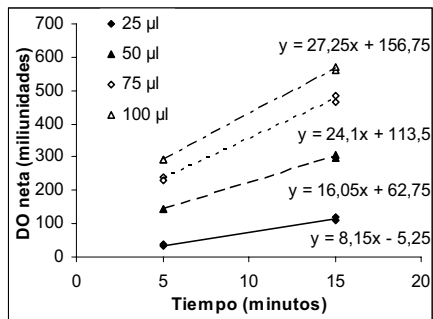


Figura 2. Densidad óptica a 540 nm obtenida al incubar el sustrato de carboximetilcelulosa y un volumen variable de celulasa patrón durante 5 y 15 minutos.

La variabilidad residual de la actividad celulásica de la digesta cecal fue muy alta (CV de 88%), de forma que el tamaño muestral resultó insuficiente para que las diferencias debidas a la edad o al desarrollo fueran estadísticamente significativas. Algunos trabajos muestran que la actividad celulásica está ampliamente establecida a los 25 días, aunque aún incrementa hasta la 7ª semana (Pinheiro *et al.*, 2001; Gidenne *et al.*, 2002), mientras Marounek *et al.* (1995) observan que desciende entre la 4ª semana y los 3 meses.

La actividad celulásica media fue de 31 µmoles de glucosa/hora y g de digesta cecal, casi 2 veces la obtenida por Marounek *et al.* (1995) en animales de 4 semanas. No se determinó el contenido en MS en las muestras de digesta cecal; si le asignamos el valor de 21% propio de estas edades (Marounek *et al.*, 1995; Gidenne *et al.*, 2002; Soler *et al.*, datos no publicados), para poder expresar la actividad enzimática por g de MS, los valores obtenidos en el presente trabajo son 7-8 veces superiores a los presentados por Pinheiro *et al.* (2001), Gidenne y Fortun-Lamothe (2002) y Gidenne *et al.* (2002). Gidenne y Fortun-Lamothe (2002) señalan que la actividad enzimática microbiana es objeto de amplias variaciones entre estudios. Probablemente, una de las principales fuentes de variación sean las diferentes condiciones de los ensayos para valorarla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Debray L. 2002. *Doctoral thesis*, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 2002. *Anim. Sci.* 75, 169-184.
- Gidenne T., Jehl N., Segura M., Michalet-Doreau B. 2002. *Anim. Feed Sci. Technol.* 99, 107-118.
- Gidenne T., Pinheiro V., Falcao-Cunha L. 2000. *Livest. Prod. Sci.* 64, 225-237.
- Marounek M., Vovk S.J., Skrivanova V. 1995. *Br. J. Nutr.* 73, 463-469.
- Pinheiro V., Gidenne T., Falcao-Cunha L. 2001. *2nd Meeting of Workgroups 3 (Pathology and Prophylaxy) and 4 (Nutrition), COST Action 848, Gödollo (Hungary)*, 50.

RECICLAJE DE PROTEÍNA EN CONEJAS EN LACTACIÓN: EFECTO DEL TAMAÑO DE CAMADA Y LA INGESTIÓN DE ANTIBIÓTICOS

Abecia, L., Belenguer, A., Belanche, A., Solanas, E., Balcells, J. y Fondevila, M.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos,
Universidad de Zaragoza, M. Servet 177. 50013 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Los animales herbívoros carecen de los enzimas necesarios para digerir carbohidratos estructurales pero pueden aprovecharlos parcialmente gracias al desarrollo de una flora simbiótica en diferentes compartimentos digestivos. Además los rumiantes utilizan dicha flora como su principal fuente de proteína, mientras que en los fermentadores postgástricos ésta es excretada por las heces. El conejo aprovecha esta proteína microbiana mediante la cecotrofia. Aunque el estudio de este proceso se realiza tradicionalmente mediante collares cervicales, su fijación afecta a la ingestión voluntaria (Gidenne y Lebas, 1987) y a la propia excreción de cecotrofos (Fioramonti & Ruckebush, 1976) siendo este hecho más relevante en animales sometidos a elevados niveles de producción, como en lactación. El marcaje isotópico de lisina y treonina, que como aminoácidos esenciales pueden ser únicamente sintetizados por las bacterias cecales, como índice de la contribución microbiana a la ingestión proteica, se plantea como alternativa a los métodos tradicionales (Belenguer y *col.* 2005).

En este trabajo se pretende determinar la contribución de la cecotrofia a la ingestión proteica en hembras en lactación y estudiar como ésta es afectada por el tamaño de camada y la ingestión de antibióticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 conejas Neozelandesas, gestantes y múltiparas, con un peso inicial de 4.3 ± 0.42 kg, con libre acceso al alimento y agua de bebida y con un ciclo nictameral 12:12. Tras el parto las hembras se separaron de su camada permitiendo un único contacto diario de 10 minutos con la misma para su amamantamiento.

La dieta experimental incluyó heno de alfalfa (40%), cebada (13%), trigo (20%), pulpa de remolacha (10%), soja (15%) y granilla de uva (1%), sin suplementar (T1= Control) o suplementada con 100ppm de bacitracina (T2) o tiamulina (T3). Adicionalmente, a T1 y T2 se les añadió ^{15}N ($^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$, 1 %) como marcador microbiano.

Cada dieta se administró durante 29 días a 8 hembras, alojadas en jaulas de descanso provistas de nidal hasta el día 11-13 de lactación en que fueron trasladadas a jaulas metabólicas. Del día 21 al 28 de experimento se realizó el balance de digestibilidad. Durante el periodo experimental, las madres se trasladaron diariamente a los nidos durante 10 minutos para amamantar a sus gazapos.

Tras el parto, cada lote de animales fue dividido a su vez en dos sublotes, nivel alto (8-9 gazapos) y nivel bajo de alimentación (4-5 gazapos), obtenidos en función del número de gazapos amamantados (8-9 y 4-5, respectivamente) y planteados en función de la política de adopciones 24h tras el parto.

La determinación del enriquecimiento en ^{15}N en los diferentes aminoácidos se llevo a cabo en el laboratorio de isótopos estables por medio de un equipo de cromatografía de gases asociado a un espectómetro de masas a través de una interfase de combustión (GC-C-IRMS).

La contribución de la lisina microbiana a los diferentes tejidos se determinó a partir de la relación de enriquecimiento entre la lisina microbiana y de cada tejido a estudio.

El análisis estadístico se llevo a cabo con procedimiento GLM del paquete informático SAS (2002) Versión 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

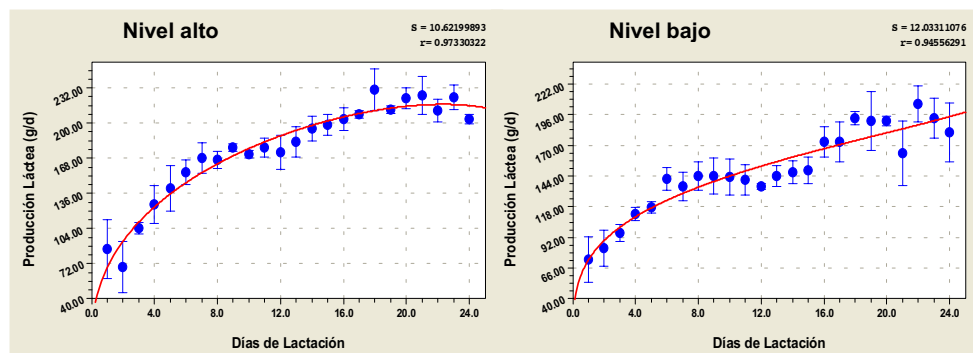
La suplementación con antibióticos no afectó ni a la ingestión diaria de MS ni a la producción de leche en los 24 días de control, que presentaron un valor medio de 249 y 3722 g respectivamente. Por el contrario, las hembras con un mayor tamaño de camada (8-9 vs 4-5) tendieron a comer más (260 vs 238 g, $P < 0.1$) y produjeron mayor cantidad de leche (4062 vs 3394 g, $P < 0.01$). Los valores registrados se situaron dentro del rango descrito previamente en nuestro laboratorio (230g MS/d y 167g de leche/d) y cuando la producción se estima a 30 días de lactación con el modelo de Casado y col. (2004), ésta coincide con valores descritos (5.4 vs 5.3 kg; Nicodemus y col., 1999).

Tabla1. Ingestión diaria de alimento y producción láctea en los distintos tratamientos y niveles experimentales. NS: No significativo; T: $P < 0.1$; **: $P < 0.01$.

	Nivel	Ingestión gMS/d	Producción láctea (g)
Control	Alto	260	4100
	Bajo	239	3468
Bacitracina	Alto	261	3893
	Bajo	238	3424
Tiamulina	Alto	258	4190
	Bajo	237	3257
	E.S.	6,5	120,9
Significación	Antibiótico	NS	NS
	Nivel	T	**

Dado que la evolución de la curva fue independiente de la ingestión de antibiótico la curva media de lactación para los dos tamaños de camada se presenta en la Figura 1. Las hembras con un menor tamaño de camada presentaron una mayor irregularidad. El descenso de la producción registrada los días 12 y 13 podría explicarse por el traslado de los animales a jaulas metabólicas.

Figura 1. Curvas de lactación para los dos niveles, alto (8-9 gazapos) y bajo (4-5 gazapos) respectivamente, usando el modelo de Casado y col. (2004).



Los datos referentes al enriquecimiento de lisina y treonina en la proteína hepática y láctea se muestran en la Tabla 2. Al tratarse treonina y lisina de aminoácidos esenciales, el hecho de que ambos aminoácidos estén enriquecidos en la proteína hepática confirma el doble origen (dietético y microbiano) de los aminoácidos absorbidos en el conejo. Además, en una situación de equilibrio este enriquecimiento debe reflejar los niveles de ingestión de proteína microbiana (Belenguer y col. 2005). De esta forma, la lisina microbiana contribuyó un 0,1871 y 0,2307 a la proteína hepática y láctea, mientras que considerando la treonina dicha contribución fue de 0,1326 y 0,1516 respectivamente para ambos tejidos. La contribución microbiana a la proteína láctea fue independiente del nivel de gazapos, mientras que aquellos animales que ingirieron bacitracina presentaron un mayor nivel de contribución microbiana que aquellos alimentados con la dieta control (0,1697 vs 0,1334, $P < 0.05$) cuando la treonina fue utilizado como índice estimador.

La contribución microbiana a la proteína láctea y hepática fue siempre inferior al 0,25 con independencia del tamaño de camada y del tipo de antibiótico administrado.

Tabla 2. Enriquecimientos tisulares (ape) y contribuciones microbianas a la proteína hepática (PHep) y láctea (PLac). NS: No significativo; T: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$.

		Hígado		Leche		Bacterias		PHep		PLac	
		lys	thr	lys	thr	lys	thr	lys	thr	lys	thr
Control	NA	0,0413	0,0344	0,0501	0,0404	0,2337	0,3319	0,1805	0,1072	0,2167	0,1195
	NB	0,044	0,0264	0,053	0,0464	0,2351	0,3269	0,1875	0,093	0,2252	0,1474
Bacitracina	NA	0,0458	0,0451	0,0572	0,0538	0,2312	0,282	0,1979	0,1962	0,2429	0,1704
	NB	0,0409	0,0401	0,0536	0,0466	0,2253	0,309	0,1826	0,1341	0,2382	0,1691
	E.S.	0,0004	0,005	0,0018	0,0027	0,0063	0,0094	0,0086	0,0179	0,0057	0,0074
Significación	Trat	NS	NS	NS	NS	NS	T	NS	NS	NS	*
	Nivel	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

AGRADECIMIENTOS

Los análisis de este trabajo fueron realizados en el laboratorio de isótopos estables del Rowett Research Institute, financiados por el programa Marie Curie (MASS School Programme). L. Abecia disfrutó una beca para la formación de investigadores del Gobierno Vasco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belenguer A., Balcells J., Guada J.A., Decoux M. & Milne E. *Br. J. Nutr.* Aceptado en prensa.
- Casado C, Piquer O y Pascual J.J. 2004. Efecto del tipo de curva de lactación sobre la condición corporal de la coneja. XXIX Symposium de Cunicultura.
- Fioramonti J & Ruckebush Y. 1976. La motricité caecale chez le lapin. 3. Dualité de l'excretion fécale. *Ann Rech Vet* 7, 281-295.
- Gidenne T & Lebas F. 1987. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance: variations en fonction de l'âge. *Ann. Zootech.* 36, 225-236.
- Nicodemus N, Carabaño R, García J, Mendez J & de Blas C. 1999. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Anim. Feed Sci. Technol.* 80, 43-54.
- SAS (2002) Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. Version 8. Cary. NC

USO DE PAREDES CELULARES DE LEVADURA EN DIETAS PARA POLLOS CON ALTO Y BAJO CONTENIDO DE POLISACARIDOS NO AMILACEOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD, LA FISIOLÓGIA DIGESTIVA Y LA INMUNIDAD

Morales R. ¹, Francesch M. ¹, Auclair E. ², García F. ³, Ducatelle R. ⁴,
Van Immerseel F. ⁴, Andrea N. ⁴, Brufau J. ¹

¹IRTA, Dept. Nutrición Animal; Apartat 415; 43280 Reus

²Lesaffre Feed Additives (LFA- Francia) y ³(Saf-Agri. México)

⁴Gent University; Faculty of Veterinary Medicine; Dept. Pathology, Bacteriology & Avian Diseases (Bélgica)

rene.morales@irta.es.

INTRODUCCIÓN

En alimentación animal se han empleado, desde hace 50 años, bajas dosis de antibióticos como promotores de crecimiento (APC) para mejorar la eficiencia productiva y la salud animal (Leeson y Summers, 2001). Su empleo ha sido limitado recientemente debido al temor de que puedan originar una flora microbiana resistente con un riesgo para la salud pública (Witte, 1998) y a la creciente preferencia del consumidor hacia productos de origen animal producidos de manera más natural y segura (Reijnders, 2005). Como consecuencia, nuevas alternativas de manejo, alimentación e incorporación de nuevos aditivos, quedan abiertas para disminuir las pérdidas en eficiencia productiva animal que pueden producirse al no utilizar APC en los piensos (Kaldhusdal, 2003). El empleo de paredes celulares de levadura (PCL) parece presentar ciertos beneficios ya que dos de sus principales componentes, manano-proteínas y beta-glucanos, pueden favorecer el mecanismo de exclusión de patógenos e inmunidad innata en el tracto digestivo de las aves y de esta manera mejorar la salud intestinal e incrementar la eficiencia productiva (Morales *et al.*, 2003; Spring *et al.*, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 460 pollos broilers (Ross 308) alojados en jaulas con 23 aves de 1 a 23 días y 13 aves de 23 a 43 días. El diseño experimental fue un factorial 2 x 2, ausencia o presencia de PCL y dieta con alto contenido de PNA a base de trigo+cebada+centeno (TCC) o bajo contenido de PNA a base de maíz. El número de repeticiones por cada combinación de factores fue de 5. La dosis de PCL utilizada fue de 500 ppm. Se utilizaron dietas en harina (sin enzimas, APC y coccidiostatos) formuladas de acuerdo a los requerimientos del NRC (1994; **Tabla 1**). El agua y el alimento fueron suministrados *ad libitum* durante toda la prueba (43 días) y todas las aves fueron vacunadas contra la enfermedad de Newcastle (EN), a los días 9 y 14 de edad. Al final del experimento se calcularon los promedios de peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento por día (CAD) e índice de conversión alimenticia (ICA). Al día 23 se sacrificaron 10 pollos y se tomaron muestras del intestino (yeyuno) para medir la longitud de las vellosidades, el grosor de la capa de mucina y el número de células calciformes. Igualmente se recogieron muestras del contenido ileal para determinar su viscosidad. La respuesta a la vacunación fue evaluada mediante la determinación de títulos de anticuerpos vacúnales contra Newcastle por la prueba de inhibición de la hemoaglutinación a los 14, 21 y 27 días post-vacunación. También se determinó el peso relativo de órganos linfoides (timo, bazo y bolsa de Fabricio), además del ratio bolsa de Fabricio / bazo, al día 37 de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados productivos (**Tabla 2**) a los 43 días mostraron que el uso de PCL incrementó la GDP ($P<0.05$) en ambos tipos de dieta. El ICA de las aves alimentadas con maíz fue mejor ($P<0.01$) que el de las aves alimentadas con TCC,

debido a que estas últimas presentaron un mayor CAD ($P < 0.06$). La utilización de PCL incrementó la longitud de las vellosidades intestinales, el grosor de la capa de mucina y el número de células caliciformes ($P < 0.01$), en ambos tipos de dieta. Además el uso de dietas TCC, incrementó también la longitud de las vellosidades intestinales ($P < 0.01$), el grosor de la capa de mucina ($P < 0.01$) y la viscosidad del contenido ileal ($P < 0.01$). La adición de PCL redujo el peso del bazo (0.131% vs. 0.106%; $P < 0.01$) e incrementó numéricamente el peso de la bolsa de Fabricio (0.187% vs. 0.213%; $P = 0.13$), proporcionando un incremento del ratio bolsa de Fabricio / bazo (1.43 vs. 2.02; $P < 0.05$). No obstante no se observó efecto significativo sobre la respuesta de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle. En otros estudios realizados con pollos de engorde, igualmente se ha demostrado que el uso de paredes celulares de levadura en los alimentos puede incrementar la eficiencia productiva (Morales *et al.*, 2003; Stanley *et al.*, 2004a). Este incremento productivo podría ser debido a una mejora general de la salud intestinal de las aves. Por una parte, los polímeros de manosa muestran una buena capacidad para unirse a las fimbrias de las bacterias (Spring *et al.*, 2000) e impedir un posible daño a la mucosa intestinal por un efecto de exclusión de patógenos o desintoxicación en el caso de toxinas (Stanley *et al.*, 2004b). Por otro lado, estudios realizados con beta-glucanos provenientes de *S. cerevisiae*, mostraron un claro efecto inmunomodulador (Acevedo y Pedroso, 2001; Guo *et al.*, 2003) y un efecto sobre la modificación del tamaño de los órganos linfoides en aves (Ao *et al.*, 2004; Guo *et al.*, 2003). El peso o tamaño de la bolsa de Fabricio es un indicador del estado de inmuno-competencia o inmuno-supresión en el ave a nivel de los órganos linfoides (Dohms y Saif, 1984; Chema *et al.*, 2003), el proceso de involución más lento observado en las aves que consumieron PCL, podría suponer un mejor estado de inmuno-competencia, a pesar de no haberse observado un efecto benéfico sobre la producción de anticuerpos contra la vacuna de Newcastle. La incorporación de PCL, también favoreció el crecimiento de las vellosidades, por tanto las PCL pueden favorecer los procesos de absorción y digestión del animal (Iji *et al.*, 2001). El aumento en el grosor de la capa de mucina y el número de células caliciformes puede representar un incremento en la barreras de defensa a escala intestinal. Ya que la superficie de mucina de la mucosa intestinal actúa como una barrera contra la translocación de bacterias patógenas a través de la pared intestinal (Smirnov *et al.*, 2005). El uso dietas TCC provocó disminución de la productividad de las aves con relación a las aves alimentadas con maíz. Esto podría estar relacionado con los PNA solubles, una vez que al promocionar un aumento de la viscosidad intestinal, se incrementa la actividad microbiana, disminuye la digestibilidad (Choct y Annisson, 1992) y se incrementa el índice de conversión alimenticia (Bedford *et al.*, 2000). La utilización de PCL permitió incrementar la eficiencia productiva del ave al mejorar ciertos mecanismos de la salud intestinal y evitar procesos de involución temprana de la bolsa de Fabricio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, A.M., Pedroso, M.: 2001. *Rev. Cubana Ciencia Avícola.*, 25: 101-112.
- Ao, Z., Kocher, A., Tucker, L.F., Choct, M.: 2004. XXII World's Poultry Congress and Exhibition, Istanbul (Turkey).
- Bedford, M.R.: 2000. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 86:1-13.
- Cheema, M.A., Qureshi, M.A., Havenstein, G.B.: 2003. *Poult. Sci.*, 82:1519-1529.
- Choct, M., Annison, G.: 1992. *Br. Poultry Sci.*, 33: 821-834.
- Dohms, J. E., Saif, Y.M.: 1984. *Avian Dis.*, 28: 305-310.
- Guo, Y., Ali, R.A., Qureshi, A.M.: 2003. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 25: 461-472.
- Iji, P.A., Saki, A.A., Tivey, D.R.: 2001. *Br. Poult. Sci.*, 82:1519-1529.
- Kaldhusdal, M.: 2003. 14th European Symp. Poultry Nutr., Lillehammer, Norway, p 151-157.
- Leeson, S., Summers, J. D.: 2001. *Scott's nutrition of the chicken*. 4th Ed. Guelph, University Books. Ontario, Canada.

Morales, R., Francesch, M., Brufau, J.: 2003. 14th European Symp. Poultry Nutr., Lillehammer, Norway, p 201.
 Reijnders, L.: 2005. Antimicrobial Growth Promoters: Worlwide ban on the horizon?, Noordwijk aan Zee, the Netherlands. p 18-19.
 Smirnov, A.R., Amit-Romach, P.E., Sklan, D., Uni. Z.: 2005. *J. Nutr.*, 135:187-192.
 Spring, P., Wenk, C.K., Dawson, A., Newman, K.E.: 2000. *Poul. Sci.*, 79: 205-211.
 Stanley, V.G., Gray, C., Daley, M., Krueger, W.F., Sefton, A.E.:2004a. *Poul. Sci.*, 83:39-44.
 Stanley, V.G., Winsmon, M., Dunkley, C., Ogunleye, T., Daley, M., Krueger, W.F., Sefton, A.E., Hilton, Jr.A. 2004b. *J. Applied Poultry Res.*, 13:533-539.
 Witte, W.: 1998. *Sci.*, 279:996-997.

Tabla 1. Composición y análisis químico calculado de las dietas experimentales

Ingrediente %	Maíz		Trigo + cebada + centeno	
	0-21 d	21-42 d	0-21 d	21-42 d
Maíz	55.07	57.04	-	-
Trigo	-	-	42.83	53.81
Cebada	-	-	10.72	5.00
Centeno	-	-	5.00	3.60
Torta de soja (48% PB)	31.04	22.02	20.89	12.84
Soja extrusionada	6.00	11.67	11.53	14.00
Otros*	7.9	9.26	9.03	10.67
Análisis calculado				
Energía (kcal EM /Kg)	3000	3200	3000	3200
Proteína bruta (%)	22.0	20.0	22.0	20.0
Lisina (%)	1.30	1.18	1.30	1.18
Metionina + Cistina (%)	1.00	0.92	0.95	0.86
Calcio (%)	1.00	0.90	1.00	0.90
Fósforo disponible (%)	0.45	0.42	0.45	0.42

*Grasa animal, carbonato de calcio, fosfato bicalcico, premezcla de vitaminas y minerales, y aminoácidos sintéticos.

Tabla 2. Efecto de la incorporación de PCL sobre los parámetros productivos, la morfología de la mucosa y la viscosidad ileal en pollos de engorde*¹

Dieta	PCL	Productividad*			Morfología de la mucosa, 23 d			Viscosidad ileal, 23 d (cps)
		0-43			Altura de vellosidad (µm)	Grosor de la mucina, (µm)	Células goblet (n)	
		GDP (g/d)	CAD (g/d)	ICA (kg/kg)				
Maíz	No	57.2	89.4	1.562	940	38.0	403	2.29
Maíz	Sí	59.3	92.1	1.553	1243	65.6	1210	2.26
TCC	No	57.7	92.7	1.606	1145	40.2	411	7.76
TCC	Sí	58.3	93.3	1.599	1350	75.8	1217	5.95
Dieta	Maíz	58.3	90.8 ^b	1.557 ^b	1092 ^b	51.8 ^b	807	2.27 ^a
	TCC	58.0	93.0 ^a	1.602 ^a	1248 ^a	58.0 ^a	814	6.85 ^b
PCL	0 ppm	57.5 ^b	91.0	1.584	1025 ^b	39.1 ^b	405 ^b	5.01
	500 ppm	58.8 ^a	92.7	1.576	1297 ^a	70.7 ^a	1214 ^a	4.12
Análisis estadístico (Pr > F)								
Dieta		0.68	0.06	0.001	0.01	0.01	0.48	0.001
PCL		0.04	0.16	0.48	0.01	0.01	0.01	0.31
Interacción		0.21	0.33	0.86	0.12	0.08	0.98	0.30
ES		0.60	1.12	0.011	30.4	2.2	10.0	0.85

*¹ PCL: paredes celulares de levadura; TCC: trigo + cebada + centeno; GDP: ganancia diaria de peso; CAD: consumo diario de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; ES: error estándar.

EFFECTO DEL TIPO Y PROCESAMIENTO TÉRMICO DEL CEREAL Y LA INCLUSIÓN DE FIBRA EN LA DIETA SOBRE LA RETENCIÓN DE LOS NUTRIENTES EN POLLOS DE ENGORDE

González-Alvarado, J. M¹, E. Jiménez-Moreno², R. Lázaro² y G. G. Mateos².

¹Departamento de Agrobiología, U. A. Tlaxcala (México)

²Departamento de Producción Animal, U. P. Madrid (España)

INTRODUCCIÓN

El uso de ingredientes altamente digestibles es una práctica común en la fabricación de piensos de iniciación para aves. Esta práctica que reduce el nivel de fibra dietética podría afectar la fisiología digestiva del ave joven. El arroz es un ingrediente con buenas posibilidades para ser utilizado en este tipo de piensos. Asimismo el procesamiento térmico de los cereales también podría mejorar la utilización de los nutrientes a edades jóvenes. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tipo y procesado térmico de cereal y la inclusión de fibra sobre la digestibilidad fecal de los nutrientes de pollos de engorde entre 18 y 21 días de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formuló una dieta basal baja en fibra que contenían 60% de cereal, 22% de concentrado de proteína de soja, 7% de harina de pescado, 3.8% de aceite de soja, 3% de sepiolita y 1 % de celite. A partir de esta dieta se fabricaron 12 piensos (tratamientos) constituidos por la combinación de dos tipos de cereal (maíz o arroz), dos tipos de procesado del cereal (crudo o cocido a 90°C durante 50 min.) y tres fuentes de fibra en la dieta (ninguna, 3% de cascarilla de avena o 3% de cascarilla de soja). Las cascarillas fueron incluidas en sustitución de la sepiolita. Todas las dietas fueron isoproteicas (21.5% de proteína) aunque las dietas basadas en arroz fueron más altas en energía metabolizable (3115 kcal EMA_n/kg) que las dietas basadas en maíz (3055 kcal EMA_n/kg) ya que la sustitución se hizo en base a peso (kg/kg).

Se realizaron dos experimentos en batería utilizando las mismas dietas con pollitos Cobb 500 de un día de edad. Cada tratamiento se replicó en seis (experimento 1) o en tres jaulas (experimento 2). Se realizó colecta de heces de cada jaula al día 21 (EXP1) y 18 (EXP2). Se analizó la materia seca, cenizas, proteína y extracto etéreo de piensos y heces por los métodos de la AOAC (2000) y la energía bruta mediante bomba calorimétrica. Las cenizas insolubles en ácido fueron analizadas por la técnica Van Keulen y Young (1977). La digestibilidad de los nutrientes fue calculada utilizando la proporción del marcador en pienso y heces, mientras que la concentración de la energía metabolizable corregida por nitrógeno (EMA_n) fue calculada siguiendo la metodología de Hill y Anderson (1958).

Todas las variables fueron analizadas mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) utilizando un diseño en bloques (experimentos) y un arreglo factorial 2 x 2 x 3. Se estudiaron los efectos principales (cereal, procesado e inclusión de fibra) y sus interacciones. Dentro del factor fibra se estudió el efecto de la adición o no de fibra y el efecto del tipo de fibra (cascarilla de avena vs cascarilla de soja) mediante contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de digestibilidad encontrados fueron superiores en el EXP1 que en el EXP2 (P < 0.001) pero la tendencia fue similar en ambos ensayos. Las dietas

basadas en arroz fueron más digestibles que las dietas basadas en maíz ($P < 0.01$) lo cual explica su mayor contenido de EMA_n (3157 vs 3006 kcal/kg, $P < 0.05$). La inclusión de fibra incrementó las digestibilidades de los nutrientes y la EMA_n (con fibra 3112 vs sin fibra 3021 kcal/kg, $P < 0.001$) y los incrementos observados fueron mayores con cascarilla de avena que con cascarilla de soja (3136 vs 3087 kcal/kg, $P < 0.001$).

Se detectaron varias interacciones entre efectos principales. La interacción cereal x procesado observada ($P < 0.001$) indica que el procesamiento térmico del cereal incrementó las digestibilidades de la materia seca (CDMS), extracto etéreo (CDEE) y EMA_n en dietas basadas en maíz (74.1 vs 72.9% CDMS; 86.7 vs 84.7% CDEE; 3062 vs 2950 kcal/kg EMA_n ; cocido vs crudo, respectivamente) pero no en las dietas basadas en arroz (77.8 vs 80.4% CDMS; 87.7 vs 88.4% CDEE; 3204 vs 3110 kcal/kg EMA_n ; cocido vs crudo, respectivamente). Además la retención del nitrógeno (RN) fue inferior cuando el arroz fue procesado térmicamente (cocido 70.7 vs crudo 73.9% RN) mientras que en el caso del maíz no se vio afectada (cocido 70.3 vs crudo 70.5% RN). Estos resultados sugieren que la proteína del arroz es más susceptible al daño térmico que la proteína del maíz y, que el procesamiento libera parte de la grasa intracelular presente en el maíz mejorando la digestibilidad global del extracto etéreo de la dieta. La reducción de la EMA_n que se observa al procesar el arroz también sugiere presencia de daños térmicos de la fracción almidón.

La interacción cereal x fibra también fue significativa para todas las digestibilidades y la EMA_n (tabla 1). La inclusión de fibra tuvo mayor repercusión positiva en las dietas con arroz que en las dietas con maíz ($P < 0.001$) lo que sugiere que el pollito tiene unas necesidades mínimas de fibra y que reducir a un mínimo la cantidad de fibra en la dieta puede no ser una buena estrategia nutricional. La inclusión de cascarilla aumentó la digestibilidad de todos los nutrientes y la EMA_n en dietas con arroz ($P < 0.001$) mientras que no afectó el CDMS ni la RN y sólo logró incrementos moderados en el CDEE y energía en las dietas con maíz ($P < 0.01$). Nuevamente, la cascarilla de avena tuvo una mayor influencia positiva en las dietas con arroz que en las dietas con maíz. Estas observaciones anteriores sugieren que la inclusión de una pequeña cantidad de fibra en la dieta es beneficiosa cuando se utilizan dietas basadas en ingredientes muy digestibles y bajos en fibra como es el caso del arroz.

El arroz es un buen ingrediente para dietas de iniciación de pollos de engorde, pero su procesamiento térmico no supone los mismos beneficios que en el caso del maíz. La inclusión de cascarilla mejora la utilización de nutrientes en dietas bajas en fibra lo que sugiere que el pollito de engorde requiere un mínimo de fibra en la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis (17^a edn). AOAC, Virginia, MD.
- Hill, F.W., y D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J. Nutr.* 64:587-603.
- SAS Institute, 1990. SAS User's Guide. Versión 6, SAS Institute, Cary, N.C.
- Van Keulen, J., y B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44:282-287.

Tabla 1. Efecto de la interacción cereal x fibra sobre la digestibilidad de la materia seca (CDMS, %), extracto etéreo (CDEE, %), retención de nitrógeno (RN, %) y energía metabolizable aparente corregida por Nitrógeno (EMA_n, kcal/kg) en pollitos de engorde (medias mínimo cuadráticas, ambos experimentos).

Cereal	Fibra	CDMS	CDEE	RN	EMA _n
Maíz	Ninguna	73.2 ^d	83.9 ^e	71.4 ^b	2965 ^e
Maíz	Cascarilla de avena	73.8 ^d	86.9 ^c	70.3 ^{bc}	3030 ^c
Maíz	Cascarilla de soja	73.5 ^d	86.4 ^c	69.6 ^{bc}	3023 ^c
Arroz	Ninguna	76.6 ^c	85.1 ^d	68.2 ^c	3076 ^d
Arroz	Cascarilla de avena	81.3 ^a	90.8 ^a	77.1 ^a	3242 ^a
Arroz	Cascarilla de soja	79.3 ^b	88.4 ^b	71.6 ^b	3151 ^b
Desviación standard residual		1.06	1.16	3.17	32
Contrastes		Probabilidad			
Cereal * (ninguna vs cascarillas)		***	***	***	***
Cereal * (C. Avena vs C. Soja)		**	**	**	***

^{a,b,c,d,e}Medias en columnas con letras superíndices distintas son estadísticamente diferentes, P < 0.05.

** P < 0.01, ***P < 0.001.

INTERACCIÓN LIPIDOS-CARBOHIDRATOS: EFECTOS SOBRE LA ALIMENTACIÓN DEL SALMON ATLANTICO (S. SALAR)

D. Menoyo¹, J.M. Bautista², C.J. López-Bote³, A. Diez² y A. Obach⁴
¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingenieros Agrónomos, 28040, Madrid. ² Departamento de Bioquímica y Biología Molecular IV y ³ Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid; ⁴ Nutreco Aquaculture Research Centre, N-4001 Stavanger, Noruega

Introducción

Los salmónidos utilizan los carbohidratos de manera deficiente, sin embargo, con el empleo de la tecnología adecuada se puede incluir hasta un 20% en su dieta sin afectar negativamente a la digestibilidad. Una vez absorbida los niveles de glucosa en sangre permanecen elevados durante largo tiempo. Esta lenta tasa de captación de la glucosa por los tejidos no parece ser causada por una deficiente respuesta de la insulina, sino más bien a un deficiente transporte al interior celular, causado probablemente por la escasa presencia de carbohidratos en su dieta natural, asemejándose a lo que en mamíferos se denomina resistencia a la insulina o diabetes tipo dos (Moon 2001). La captación celular de la glucosa se realiza mediante la actuación de proteínas integrales de membrana agrupadas en dos familias: proteínas co-transportadoras de glucosa Na⁺ dependientes (SGLT) y los transportadores de glucosa Na⁺ independientes (GLUT) (Wood y Trayhurn 2003)

Los transportadores de glucosa GLUT4 han suscitado especial interés en los últimos años debido al importante papel que desempeñan en la homeostasis celular de la glucosa en el tejido muscular, en respuesta al estímulo producido por la insulina (Wood y Trayhurn 2003). Estudios realizados en mamíferos han demostrado que la expresión del gen GLUT4 parece estar modulada por el tipo de grasa de la dieta (Zorzano et al., 1998). Por otro lado, es de sobra conocida la influencia del balance de ácidos grasos n-6/n-3 de la dieta sobre la fisiología celular, producción de eicosanoides y el desarrollo de enfermedades metabólicas del tipo de la diabetes mellitus (Storlien et al., 1991; Bruckner 1992).

Recientemente hemos clonado dos isoformas funcionales del gen GLUT4 en el músculo blanco del salmón Atlántico (*Salmo salar*) (Menoyo 2004). En el presente estudio se analiza el efecto de la fuente de grasa sobre la expresión del gen GLUT4 en el músculo blanco del salmón Atlántico con el fin de comprobar si la relación n-6/n-3 de la dieta afecta sobre el metabolismo de la glucosa en salmónidos.

Material y métodos

Dietas. Los piensos se diseñaron para obtener un amplio rango en la relación n-6/n-3, para ello se fabricaron cuatro dietas con la misma ración base donde el aceite de pescado rico en n-3 fue parcialmente sustituido por aceite de girasol rico en n-6 (Tabla 1). Todas las dietas se formularon para alcanzar los niveles deseados de proteína 37% y grasa 36%.

Animales. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la empresa Nutreco, Jørpeland, Noruega. Salmones atlánticos, 176 animales en total, de peso medio aproximado de 220g fueron distribuidos en ocho tanques (dos por dieta experimental) de 1m x 1m de diámetro provistos de agua salada.

Durante el experimento se sometió a los animales a un programa de 18h de luz y 6h de oscuridad, y la temperatura osciló entre los 8-9°C.

Periodo experimental. La prueba de alimentación duró 12 semanas momento en el que se sacrificaron los animales. Inmediatamente se recogió una muestra de músculo blanco en un eppendorf que contenía la solución conservante (RNA later; AMBION).

PCR cuantitativo a tiempo real. Para determinar la expresión del gen GLUT 4 se empleó la técnica de PCR cuantitativo a tiempo real. Para ello se aisló ARN total del músculo de cuatro peces por dieta siguiendo el protocolo general para tejidos animales proporcionado por Applied Biosystems (total RNA chemistry and nucleic acid purification), utilizando el ABI PRISM® 6100 Nucleic Acid Prepstation (Applied Biosystems). Una vez aislado se determinó su concentración siguiendo el protocolo del RiboGreen RNA-Specific Quantitation kit (Molecular Probes). El ADNc se obtuvo mediante la transcripción inversa de 90-130ng de ARN total de cada muestra, manteniendo en paralelo una reacción control con 150ng de ARN estándar a fin de obtener una curva patrón mediante sucesivas diluciones. Se diseñaron dos juegos de cebadores y una sonda común para las dos isoformas de GLUT 4 utilizando el programa informático Primer Express® v.2 (Applied Biosystems). Las secuencias de los cebadores fueron F-GLUT-i1: 5'-CGT TTT CTC TAC ATC ATC CGC TG-3' y R-GLUT-i1 5'-CAT ATC CCC CAC CTC CTG C-3'; F-GLUT-i2 5'-CGC TTC CTC TAC ATC ATC CGT TC-3' y R-GLUT-i2 5'-AGC ATA TCC CCC ACT TCC TGT-3'. La secuencia de la sonda fue, 5'-CCA CGC CAA GAG CGG CTT GAG-3', y se utilizó el termociclador con detector láser ABI PRISM 7000 Sequence Detector (Applied Biosystems) para la cuantificación.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto de la dieta sobre la expresión génica del GLUT 4 se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (SAS Institute Inc.). El test de Tukey se utilizó para separar estadísticamente las medias. Los análisis de regresión se realizaron siguiendo el procedimiento /solution del SAS.

Resultados y discusión

La expresión de las dos isoformas del transportador GLUT 4, referida como cantidad de ARNm vs. ARN total, en el músculo del salmón se vio modificada por la dieta (Tabla 2). La expresión de la isoforma denominada GLUT 4i1 resultó ser hasta cuatro veces superior de la GLUT 4i2. Para cuantificar el efecto de la inclusión (IL) del aceite de girasol se realizó un análisis de regresión obteniéndose un modelo de regresión lineal y cuadrático (GLUT 4i1 = $1.56 (\pm 0.14) + 0.04 (\pm 0.01) IL - 0.0006 (\pm 0.0001) IL^2$, $r^2=0.54$; $p<0.005$). La expresión de la isoforma GLUT 4i2 también se vio modificada de manera significativa por la inclusión de aceite de girasol en la dieta, pero en este caso no se encontró un modelo significativo de regresión lineal ni cuadrático. Los salmónidos se originaron a partir de un proceso tetraploide que tuvo lugar hace 25 millones de años, lo que dio lugar a un genoma complejo en el que persisten muchos genes duplicados y funcionales (Force et al., 1999), sin embargo hasta ahora se desconocen los posibles efectos de esta doble funcionalidad.

Por lo tanto, al alimentar al salmón con una combinación de aceite de pescado rico en n-3 de cadena larga con un 25-50% de aceite de girasol rico en n-6 observamos una mayor expresión del GLUT 4. Aunque una mayor producción de mRNA no implica necesariamente una mayor traducción de proteína y una mayor translocación y presencia de transportadores en las membranas celulares del músculo, puede que al modificar la relación n-6/n-3 en la dieta el transporte de la glucosa se vea favorecido como ocurre en esta clase de peces cuando, a causa de la aclimatación al frío, reestructuran los lípidos de la membrana, y reducen el

consumo de oxígeno utilizando los carbohidratos como fuente energética (Moon et al., 1985).

Los resultados del presente estudio indican que el tipo de grasa utilizada en la dieta del salmón atlántico puede tener efectos sobre la utilización de los carbohidratos en el músculo, de tal manera que se propone que es preciso considerar la relación n-6/n-3 a la hora de formular la ración en salmónidos para conseguir que la utilización de la energía de los carbohidratos sea más eficiente.

Referencias

- Bruckner, G. (1992) Fatty Acids and Cardiovascular Diseases. In: Fatty Acids in Foods and their Health Implications, (Chow, C.K., ed.), pp. 735-752. Marcel Dekker Inc. New York 10016.
- Force, A., Lynch, M., Pickett, F.B., Amores, A., Yan, U.L. & Postlethwait, J. (1999) Preservation of duplicate genes by complementary, degenerative mutations. *Genetics* 151, 1531-1545.
- Menoyo, D. (2004) Utilización de Aceites Vegetales en la Alimentación del Salmón Atlántico (*Salmo salar*): Efectos Sobre el Metabolismo y la Calidad. Tesis Doctoral Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
- Moon, T.W., Walsh, P.J. & Mommsen, T.P. (1985) Fish hepatocytes: a model metabolic system. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1772-1782.
- Moon, T.W. (2001) Glucose intolerance in teleost fish: fact or fiction?. *Comp. Biochem. Physiol.* 129B: 243-249.
- Storlien, L.H., Jenkins, A.B., Chisholm, D.J., Pascoe, W.S., Khouri, S. & Kraegen, E.W. (1991) Influence of dietary fat composition on development of insulin resistance in rats Relationship to muscle triglyceride and n-3 fatty acids in muscle phospholipid. *Diabetes* 40: 280-289.
- Wood, I.S. & Trayhurn, P. (2003) Glucose transporters (GLUT and SGLT): expanded families of sugar transport proteins. *Br. J. Nutr.* 89: 3-9.
- Zorzano, A., Santalucia, T., Palacin, M., Gumà, A. & Camps, M. (1998) Searching for ways to upregulate GLUT4 glucose transporter expression in muscle. *Gen. Pharmac.* 31: 705-713.

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales

Dietas	1	2	3	4
Ingredientes (g/kg)				
Harina de pescado LT	632.1	632.1	632.1	632.1
Gluten de maíz	30.1	30.1	30.1	30.1
Trigo	70.0	70.0	70.0	70.0
Aceite de pescado	259.42	194.56	129.71	64.85
Aceite de girasol	-	64.85	129.71	194.56
Composición de ácidos grasos (g/100g)				
Saturados	32.01	27.01	22.64	17.56
Monoinsaturados	27.61	29.36	30.19	31.66
n-6	4.21	12.79	25.56	36.38
n-3	36.20	30.86	21.86	14.24
n-6/n-3	0.12	0.41	1.17	2.58

Tabla 2. Efecto de las dietas experimentales sobre la expresión de las dos isoformas del GLUT 4 en el músculo de salmón expresadas como abundancia de ARNm respecto al total de ARN.

Isoformas	1	2	3	4	SEM	P<F
GLUT 4i1	1.53 ^b	2.41 ^a	2.16 ^{ab}	1.47 ^b	0.20	0.01
GLUT 4i2	0.59 ^{ab}	0.51 ^{ab}	0.64 ^a	0.42 ^b	0.04	0.04

INCORPORACIÓN DE SEPIOLITA REOLÓGICA EN LOS ALIMENTOS LÍQUIDOS PARA PORCINO Y SU INFLUENCIA SOBRE LOS RESULTADOS ZOOTÉCNICOS

R. Lizardo¹, G. Gómez², F. Escribano², J. Brufau¹,
¹IRTA - Centro Mas Bové, Apartado 415, 43280 Reus (Tarragona)
²Tolsa S.A., Dept. I+D Nutrición Animal, 28001 Madrid
rosil.lizardo@irta.es

INTRODUCCIÓN

En los modernos equipos de alimentación líquida de porcino, el agua funciona como un transporte de nutrientes desde el tanque de fabricación hasta el animal. Esta agua es ingerida por el cerdo que, después de satisfacer sus necesidades hídricas, tiene que excretar el exceso. Un alimento demasiado diluido es más fluido pero facilita la separación de las fases líquida y sólida, la decantación de las partículas sólidas, una mayor heterogeneidad de la banda de engorde (Hoppenbrock et al., 1998) y conlleva al aumento del volumen del purín (Russell et al., 1996). En cambio, un alimento líquido demasiado concentrado presenta problemas de mezclado, falta de fluidez en el transporte, mayor consumo eléctrico y lo peor, puede favorecer problemas de atascos y rupturas en las tuberías (Heidenreich et al., 2000). De ahí, el interés en la incorporación de aditivos con propiedades reológicas al alimento líquido que mejoren su fluidez y mantengan las partículas en suspensión. La sepiolita procesada para potenciar sus propiedades reológicas es capaz de orientar las partículas en suspensión en la misma dirección, transformando un flujo turbulento en flujo laminar y con ello facilitar el bombeo del alimento por las tuberías. Al aumentar la fluidez del alimento, se puede bajar la dilución, incrementar el consumo de materia seca y disminuir el volumen de los purines (Le Treut y Guillou, 2003). Los resultados de algunos ensayos experimentales han demostrado incluso una mejora de los resultados de crecimiento (Hoppenbrock et al., 1998) y una mayor homogeneidad de las canales en matadero (Sardi et al., 2004). El objetivo del presente experimento es el de estudiar la incorporación de sepiolita reológica en el pienso para cerdos en engorde y evaluar su influencia sobre los parámetros productivos tanto en granja como en matadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los tratamientos experimentales correspondieron a 2 piensos distribuidos en forma líquida: un pienso control y otro incorporando 1% de sepiolita reológica (SPLF™, Tolsa S.A., Madrid). Las dietas fueron formuladas para contener 12.9 y 12.7 MJ/kg de energía metabolizable y 7.5 y 7.0 g/kg de lisina digestible en crecimiento y acabado, respectivamente (**Tabla 1**). La sepiolita se incorporó al pienso, al final de la mezcla de ingredientes, provocando un ligero efecto de dilución energética (-175 KJ/kg EM). El alimento líquido contenía alrededor del 27% de materia seca resultante de una relación pienso en harina: agua de 1 kg:2.33 L. La mezcla se preparaba antes de cada distribución (10 min de agitación a 69 rpm) y se distribuía automáticamente con un sistema de alimentación líquida WEDA (Dammann & Westerkamp GmbH, Lutten, Germany). El alimento fue suministrado a los cerdos 2 veces al día según un plan de alimentación predeterminado.

Se utilizaron 64 cerdos machos y 64 hembras Landrace, con un PV promedio de 49.8±1.8 kg. Estos fueron distribuidos de acuerdo a su PV y sexo en 4 bloques y se alojaron en grupos de 8 por corral. Los cerdos fueron pesados individualmente al inicio y a intervalos regulares de 3 semanas, controlándose en el mismo momento el consumo de pienso seco por corral. Tras el control final se enviaron los animales al matadero, donde se controló el rendimiento y calidad de la canal con el Fat-O-Meater.

Los datos fueron analizados según modelo de bloques completos al azar, utilizando el procedimiento GLM del programa SAS™. Se testaron los efectos del pienso (**Pi**: sin o con sepiolita), del sexo (**Sx**) y de la interacción entre ambos (**P*S**). En el análisis de los datos de matadero, se incorporó el PV ante-mortem como covariable para tener en cuenta que los cerdos habían sido enviados en 2 tandas y que el PV

promedio en cada una de ellas fue diferente (101 vs. 109 kg). Las medias se compararon con un test de Student-Newman-Keuls.

Tabla 1. Análisis químico de las dietas experimentales (g/kg).

Fase Pienso	Crecimiento		Acabado	
	Control	Sepiolita	Control	Sepiolita
Energía (MJ EM/kg) ^a	12.88	12.75	12.68	12.46
Proteína bruta ^b	184.1	184.8	168.6	164.7
Lisina digestible ^c	7.5	7.5	7.0	7.0
Materia orgánica ^b	847.6	838.2	845.1	835.6
Grasa bruta ^b	49.7	50.4	25.2	24.5
Fibra bruta ^b	49.8	50.1	43.5	44.3
Cenizas ^b	50.3	61.4	50.2	58.2

^a calculado como el 76% del valor de EB determinado; ^b valores determinados por análisis; ^c valor dado por formulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final de las 3 primeras semanas ya se observó que los cerdos alimentados con el pienso con sepiolita crecían más que los del control ($P < 0.001$). Aunque la amplitud de la diferencia en la ganancia de peso (GMD) se haya reducido en las semanas siguientes, el PV final fue de media 3.5 kg más elevado en los cerdos alimentados con el pienso con sepiolita ($P < 0.01$) debido a un aumento global de 55 g en la GMD ($P < 0.001$). El consumo de pienso fue similar entre tratamientos, por lo que el índice de conversión mejoró en 220 g con el pienso con sepiolita ($P < 0.001$). Esta mejora de los resultados está de acuerdo con la observada anteriormente por Hoppenbrock et al. (1998). No obstante, Geier et al. (2000) y Sardi et al. (2004) no pudieran detectar mejoras estadísticamente significativas. Para un compuesto que es nutritivamente inerte, tampoco se puede esperar una mejora sistemática de los resultados. Donde más se aprecian, las ventajas de la sepiolita reológica es en la homogeneidad del alimento líquido, que a su vez proporciona una distribución homogénea de la materia seca (y otros nutrientes) a lo largo del circuito de distribución (Sardi et al., 2004; Lizardo et al., no publicado). En algunos casos también se ha observado una reducción de las diarreas en postdestete (Sardi et al., 2004) o en la transición de seco a líquido al inicio del engorde (Le Treut y Guillou, 2003). Aunque no ha sido valorado, este efecto podría tener consecuencias muy positivas durante el período de engorde. Por otro lado, al fluidificar el alimento líquido se puede bajar la dilución, ahorrando el agua y disminuyendo el volumen de purín (Le Treut y Guillou., 2003). Además, esto permitiría igualmente, incrementar el consumo de materia seca y la GMD, acortando el tiempo de engorde necesario para alcanzar el peso de sacrificio (Le Treut et al., 2003).

A lo largo del experimento, se observó una influencia del sexo sobre la GMD, creciendo los machos 60 g/d más ($P < 0.001$). En consecuencia, su PV final fue 4.2 kg más elevado ($P < 0.001$). Debido al similar consumo de pienso, igualmente se observó una mejora del IC, con cerca de 275 g a favor de los machos. En cualquiera de los períodos analizados, se pudieron observar algunas interacciones entre el tipo de pienso y el sexo, debido a que las diferencias entre sexos se observaron más claramente cuando los cerdos fueron alimentados con el pienso con sepiolita. En general, los resultados tanto de consumo de pienso (2.44 kg/d) como de crecimiento (748 g/d) están de acuerdo con los resultados obtenidos en condiciones similares, en particular con el mismo tipo de cerdos. El índice de conversión observado fue, sin embargo, anormalmente elevado (3.28 kg/kg). Esto se debe, por un lado, a la forma de los comederos que favoreció el desperdicio de alimento y por otro, a la necesidad de ajustar el plan de alimentación introducido en el equipo de alimentación líquida al tipo de cerdos utilizados.

En matadero, no se observaron diferencias debido al tipo de pienso consumido durante la prueba, tanto en cuanto a peso y rendimiento canal, como en las medidas

lineales de espesor de grasa y de profundidad del lomo o incluso de porcentaje de magro. Al contrario, se observó que las hembras presentaban un mejor rendimiento ($P<0.10$) e incluso un peso de canal más elevado ($P=0.11$). Esto probablemente se debió a que también se enviaron más hembras que machos en la tanda más pesada. El espesor de grasa dorsal ($P<0.05$) y la profundidad del lomo ($P<0.01$) fueron inferiores en los machos que en las hembras. Como consecuencia de estas variables en la predicción del porcentaje de magro, no se evidenciaron diferencias debido al sexo en este parámetro. Algún experimento anterior describe una ligera mejora del porcentaje de magro de la canal con la sepiolita reológica (Castaing, 2000; Geier et al., 2000) aunque ello no ha sido confirmado en otros (Hoppenbrock et al., 1998; Heidenreich et al., 2000; Le Treut y Guillou, 2003; Sardi et al., 2004). Lo que se suele observar, más habitualmente es una mayor homogeneidad de las canales (menos canales ligeras o muy pesadas) y por tanto de la banda de engorde, resultado de una ingestión más homogénea de nutrientes con la suplementación del alimento líquido con sepiolita reológica (Le Treut y Guillou, 2003; Sardi et al., 2004).

Tabla 2. Influencia de la incorporación de sepiolita reológica en el pienso y del sexo sobre los parámetros productivos en granja y matadero.

Pienso Sexo	Control		Sepiolita		Estadística			
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	RSD	Pi	Sx	P*S
Resultados en granja								
Peso vivo inicial (kg)	49.9	49.7	49.9	49.8	1.83	NS	NS	NS
Ganancia de peso (g/d)	728	710	831	719	93.4	***	***	**
Consumo de pienso (kg/d)	2.44	2.43	2.42	2.44	0.02	NS	NS	NS
Índice de conversión (kg/kg)	3.36	3.43	2.93	3.41	0.12	**	***	**
Peso vivo final (kg)	95.8	94.4	102.2	95.1	6.59	**	***	*
Resultados en matadero ^a								
Peso canal (kg)	76.9	77.1	76.3	77.1	1.68	NS	NS	NS
Rendimiento canal (kg)	72.9	73.0	72.2	73.0	1.57	NS	†	NS
Espesor grasa X1 (mm) ^b	13.6	14.8	13.9	14.8	2.73	NS	*	NS
Espesor grasa X2 (mm) ^b	16.1	17.1	17.0	17.2	2.85	NS	NS	NS
Profundidad lomo X3 (mm) ^b	46.3	47.2	45.0	48.6	3.66	NS	***	*
Porcentaje de magro (%) ^c	54.7	54.0	53.7	54.1	2.62	NS	NS	NS

^a Se utilizó el PV matadero como covariable en el modelo estadístico porque los cerdos fueron sacrificados en 2 tandas con PV distinto (101 y 109 kg). ^b Las medidas de espesor se realizaron con el Fat-O-Meater a 6 cm de la línea mediana, entre la 3ª y 4ª últimas costillas (X2 y X3) y la última costilla (X1). ^c El porcentaje de magro se calculó como $Y=61.56-0.878*X2+0.157*X3$ (Decisión Comisión 94/337/CEE).

Los resultados obtenidos, permiten concluir que la incorporación de sepiolita reológica, a la dosis evaluada (1%), en los alimentos líquidos para porcino con un 27% de materia seca mejora los resultados zootécnicos de cerdos de engorde y se puede recomendar su utilización, tanto de un punto de vista zootécnico como económico y medioambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castaing J., 2000. 51th Ann. Congress EAAP, Den Haag, Netherlands
 Geier U., Oster A., Gomez G.; 2000. Ganadería 43-47
 Heidenreich E., Strauch W., Bonekamp B., Álvarez A., Gómez G., Escribano F.; 2000. 51th Ann. Congress EAAP, Den Haag, Netherlands
 Hoppenbrock K.H., Latka S., Bonekamp B., Álvarez A., Ihnen T., Escribano F.; 1998. 49th Ann. Congress EAAP, Warsaw, Poland
 Le Treut Y., Guillou D., 2003. 1^{as} Jornadas Alimentación Líquida Porcino, 2 Octubre, Reus, España.
 Le Treut Y., Kervenez B., Rannou M.; 2003. Porc magazine, 363, 134-137
 Russel P.J., Geary T.M., Brooks P.H., Campbell A.; 1996. J. Sci. Food Agric., 72: 8-16pp.
 Sardi L., Martelli G., Escribano F., Parazza P., Parisini P.; 2004. Ital. J. Anim. Sci., 3: 225-234.

EL USO SIMULTANEO DE ÓXIDO DE ZINC Y DE FITASAS EN DIETAS BAJAS EN FÓSFORO DISMINUYE EL CRECIMIENTO Y LA SALUD DE LOS LECHONES

R. Lizardo, D. Torrallardona, J. Brufau,
IRTA - Centro Mas Bové, Apartado 415, 43280 Reus (Tarragona)
rosil.lizardo@irta.es

INTRODUCCIÓN

La incorporación de fitasas en los piensos para monogástricos es una práctica corriente debido al aumento de la digestibilidad del P-fítico, permitiendo reducir el aporte de P-inorgánico y la excreción de P en las heces (Kemme et al., 1998). En lechones, la incorporación de fitasa en la dieta permite mejorar la retención del P en un 50% y disminuir la excreción en un 42% (Lei et al., 1993). El aumento del nivel de calcio de la dieta disminuye la digestibilidad del P-fítico (Sandberg et al., 1993), reduce la absorción y la concentración plasmática del P y disminuye los resultados de crecimiento (Lei et al., 1994). El ácido fítico fácilmente quela con los minerales divalentes (Zn, Fe, Mn, Ca, y Mg), reduciendo su biodisponibilidad (Maenz et al., 1999). Datos obtenidos *in vitro*, igualmente demuestran que el Zn es un fuerte inhibidor de la hidrólisis del P-fítico por las fitasas (Champagne y Fisher, 1990). El requerimiento en Zn para lechones entre 5 y 10 kg es 100 ppm pero en EUA se usa rutinariamente a dosis farmacológicas (1500 a 3000 ppm) en los piensos para prevenir las diarreas y promover el crecimiento (Hill et al., 2001). Sin embargo, el zinc no es absorbido y es excretado en las heces en casi su totalidad (Revy et al., 2003). Para evitar el riesgo de contaminación medioambiental, la UE ha decidido limitar su uso como aditivo en las dietas para porcino a 150 ppm (Comisión Regulation EU nº1334/2003). No obstante, algunos países de la UE, entre los cuales España, han acordado una moratoria autorizando el uso terapéutico del Zn en los piensos (2500 – 3000 ppm, 2 semanas) para lechones al destete.

Así, el objetivo del presente experimento es el de estudiar el uso de fitasas en combinación con dosis farmacológicas de óxido de zinc (ZnO) en dietas para lechones y evaluar sus efectos sobre los parámetros zootécnicos en el postdestete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuatro tratamientos correspondientes a 4 dietas experimentales fueron estudiados: **T1**, dieta control con un nivel de fósforo normal, sin fitasa añadida y con 3000ppm de ZnO; **T2**, dieta baja en fósforo, con 500 unidades de fitasa (FTU) por kg añadidas y ZnO; **T3**, idéntico a T2 pero sin ZnO; **T4**, idéntico a T2 pero sin la premezcla de vitaminas y oligoelementos (Tabla 1). Las dietas fueron formuladas para contener 4.3 g.kg⁻¹ de P digestible en T1 y 2.8 g.kg⁻¹ en las demás. Todas estaban medicadas y contenían 13.8 MJ.kg⁻¹ EM y 12.4 g.kg⁻¹ de lisina digestible. El pienso fue granulado a baja temperatura para no destruir las fitasas y distribuido *ad libitum*.

Tabla 1. Análisis químico de las dietas experimentales (g.kg⁻¹).

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Fitasa (Natuphos 500™)	-	+	+	+
Zinc (3000ppm ZnO)	+	+	-	+
Premezcla vitaminas y minerales	+	+	+	-
Energía (MJ EM.kg ⁻¹)	13.78	13.82	13.82	13.82
Proteína bruta	184.0	183.3	185.2	186.1
Calcio	10.25	7.45	7.10	7.15
Fósforo	7.45	4.25	4.20	4.30
P digestible	0.43	0.28	0.28	0.28
Zinc	2.47	2.75	0.27	2.55
Actividad fitasa (FTU.kg ⁻¹) ^a	122	403	539	403

^a Actividad medida después de la granulación; los valores correspondientes a la harina fueron respectivamente: 125, 434, 541 y 433 unidades fitasa (FTU) por kg.

Ciento doce lechones machos castrados Duroc, destetados a las 2 semanas y pesando 4.6 ± 0.69 kg de peso vivo (PV) fueron utilizados. Los lechones fueron distribuidos de acuerdo con su PV en 7 bloques y alojados en grupos de 4 por corral. El experimento duró 33 días y los lechones fueron pesados al inicio, a los 14 días y al final del ensayo, controlándose el consumo de pienso en los mismos periodos. Se recogieron muestras de sangre a 8 lechones al inicio y a 28 al final (7 por tratamiento) para determinar las concentraciones plasmáticas de Ca y P. Los datos fueron analizados según modelo de bloques completos al azar, utilizando el procedimiento GLM del programa SASTM. Las medias se compararon con un test de Student-Newman-Keuls y 2 análisis por contraste fueron efectuados para discriminar los efectos de la fitasa y del ZnO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que peso inicial fue similar entre tratamientos, a los 14 días ya se observaron diferencias entre tratamientos, las cuales se confirmaron al final del ensayo ($P < 0.001$). En todos los periodos, los lechones de los tratamientos T3 y T1 consumieron más pienso, crecieron más y presentaron un mejor índice de conversión que los de los tratamientos T2 y T4 ($P < 0.001$), siendo la diferencia media de PV final entre estos tratamientos de 5.22 kg. El análisis de contraste en todos los periodos, reveló un efecto negativo de la aplicación de fitasa combinada a una reducción de los aportes de Ca y P en la dieta, así como de la incorporación de ZnO. Con relación a la concentración inicial, la calcemia aumentó ligeramente en los tratamientos T1 y T3, muy significativamente con el T2 y no se alteró con el T4 ($P < 0.001$) al final de la prueba. La fosfatemia del T1 fue similar a la inicial pero la de los demás tratamientos fue significativamente menor ($P < 0.001$). Estos resultados igualmente afectaron el ratio Ca:P ($P < 0.001$). Las comparaciones por contraste resultaron significativas para cualquiera de los parámetros estudiados.

Tabla 2. Influencia de la incorporación de fitasa y de ZnO sobre los resultados zootécnicos y la concentración plasmática de Ca y P en lechones postdestete.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4		RSD	P
Fitasa (Natuphos 500 TM)	-	+	+	+			
Zinc (3000ppm ZnO)	+	+	-	+			
Premezcla Vitam-Min	+	+	+	-			
Resultados entre 0 y 14 días postdestete							
Peso vivo inicial (kg)	4.55	4.56	4.57	4.56	0.15	NS	
Ganancia de peso ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)	0.180b	0.133c	0.207a	0.129c	0.041	***	
Consumo de pienso ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)	0.206ab	0.185b	0.230a	0.180b	0.035	*	
Índice de conversión ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	1.17b	1.45a	1.12b	1.47a	0.19	**	
Resultados entre 15 y 33 días postdestete							
Ganancia de peso ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)	0.472a	0.209c	0.448a	0.254b	0.068	***	
Consumo de pienso ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)	0.607a	0.340b	0.600a	0.343b	0.044	***	
Índice de conversión ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	1.29b	1.64a	1.34b	1.35b	0.08	***	
Peso vivo final (kg)	15.90a	10.32b	15.98a	11.10b	1.75	***	
Concentración de minerales en la sangre^a							
Calcio total ($\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$)	12.50b	13.96a	12.77b	11.57c	0.85	**	
Fósforo inorgánico ($\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$)	8.00a	3.10c	5.06b	3.07c	0.57	***	
Ratio Ca:P	1.57d	4.51a	2.57c	3.80b	0.38	***	

^a los valores al inicio del ensayo fueron respectivamente, 11.36 y 7.56 $\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ para el Ca y el P.

En cerdos, la calcemia se mantiene relativamente constante desde el nacimiento hasta el sacrificio mientras que la fosfatemia aumenta del nacimiento hasta las 2 semanas y disminuye después (Ullrey et al., 1967). En base a los resultados de crecimiento, el experimento no permite discriminar cual es la fosfatemia o el ratio Ca:P normales. En presencia de ZnO, la reducción del aporte de Ca y P con incorporación de fitasa provoca una reducción muy fuerte del P y un aumento del Ca

plasmáticos. El zinc es un fuerte inhibidor de la hidrólisis del P-fítico, debido a que los iones Zn^{2+} presentan una afinidad bastante elevada por la molécula del fitato (Champagne y Fisher, 1990) y al producirse el enlace se genera un cambio de conformación que deja el complejo Zn-P-fitato inaccesible para las fitasas (Maenz et al., 1999). La retirada del ZnO permite bajar la calcemia hasta su nivel normal y aumentar la fosfatemia pero esta última apenas se restablece parcialmente, lo que estará relacionado con el aporte reducido de P digestible del alimento. Si asumimos como normales los valores observados con el tratamiento control (T1), los lechones alimentados con las dietas bajas en P digestible (0.28%) y con fitasas añadidas sufrirán una deficiencia en fósforo. Los requerimientos para el máximo crecimiento de los animales son normalmente más bajos que lo necesarios para máximo desarrollo óseo. La evaluación visual de la estructura ósea no permite detectar deficiencias durante el desarrollo, sobretodo en animales muy jóvenes (Cera y Mahan, 1988) pero una deficiencia en P (o en Ca) en postdestete puede tener consecuencias en la fase de acabado o en futuras reproductoras. Aunque no se observen diferencias en los resultados productivos de los cerdos alimentados con un nivel sub-óptimo de P, es frecuente que se observen y se produzcan rupturas óseas en matadero (Anselme, 2000). Una deficiencia en P en lechones jóvenes normalmente se traduce en raquitismo y cuando los síntomas clínicos se observan ya la recuperación es dificultosa. Por tanto, parece ser conveniente mantener el nivel de P digestible cercano al 0.40% en los piensos para lechones al destete.

El uso de dosis farmacológicas de ZnO en condiciones similares a las del experimento y en que no hay problemas de diarrea no parece ser necesario. Los lechones alimentados con la dieta sin ZnO fueron los que presentaron la mejor ganancia de peso, en particular en las primeras semanas después del destete. Este resultado es contrario al de un extenso estudio realizado en EUA (Hill et al., 2000) pero de alguna forma confirma los resultados de Schell y Kornegay (1996). Es importante recordar que todos los piensos estaban medicados y no se observaron las diarreas. En estudios recientes, el uso simultáneo de dietas bajas en P y de dosis farmacológicas de ZnO tampoco ha permitido incrementar la ganancia de peso o el contenido en cenizas de los huesos de los lechones recién destetados (Augspurger et al., 2004; Williams et al., 2005). La incorporación de fitasas permitió mejorar la ganancia de peso pero solo parcialmente comparado con los lechones suplementados con P-inorgánico. En ambos estudios se sugiere que los iones de Zn aportados en exceso quelan el fitato, imposibilitando la hidrólisis del P-fítico por las fitasas.

En conclusión, aunque la generalización del uso de fitasas y la utilización de dosis farmacológicas de Zn en las dietas para lechones estén limitadas por diversas razones, a la hora de formular se tendrá que tener en consideración las posibles interacciones entre nutrientes y los efectos secundarios que puedan producirse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anselme, 2000. Report of the Inorganic Feed Phosphates Sector Group, CEFIC, 5pp
Augspurger N.R., Spencer J.D., Webel D.M., Baker D.H.; 2004. J. Anim. Sci., 82: 1732-1739
Cera K.R. Mahan D.C.; 1988. J. Anim. Sci., 1598-1605
Champagne E.T., Fisher M.S.; 1990. J. Inorg. Biochem. 38: 217-223
Comission Regulation UE Nº1334/2003 of 25 July 2003.
Hill G.M., Mahan D.C., Carter S.D., Cromwell G.L., Ewan R.C., Harrold R.L., Lewis A.J., Miller P.S., Shurson G.C., Veum T.L.; 2001. J. Anim. Sci., 79: 934-941.
Kemme P.A., Jongbloed A.W., Mroz Z., Beynen A.C.; 1998. Livest. Prod. Sci., 54: 33-44
Lei X.G., Ku P.K., Miller E.R., Yokoama M.T., Ullrey D.E.; 1994. J. Anim. Sci., 72:139-143
Maenz D.D., Schaan C.M.E., Newkirk R.W., Classen H.L.; 1999. Anim. Feed Sci. Technol. 81: 177-192
Revy P.-S., Jondreville C., Dourmad J.-Y., Nys Y.; 2003. INRA Prod. Anim., 16: 3-18
Sandberg A.F., Larsen T., Sandstrom B.; 1993. J. Nutr., 123: 559-566
Schell T.C., Kornegay E.T.; 1996. J. Anim. Sci., 74:1584-1593
Ullrey D.E., Miller E.R., Brent B.E., Bradley B.L., Hoefler J.A., 1967. J. Anim. Sci., 26:1024-1029
Williams S.B., Southern L.L., Bidner T.D.; 2005. J. Anim. Sci. 83:386-392

INFLUENCIA DE INMUNOGLOBULINAS, AROMATIZANTES Y ACIDIFICANTES EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE

Elena Sanz¹, Ana Rodríguez¹, Emilio Gómez¹, Mariano García² y Luis Flores³
¹Centro de Pruebas de Porcino del ITACyL
²Nutega S.L
³Ibérica de Nutrición Animal

INTRODUCCIÓN

El destete es un momento crítico en la producción porcina y el estrés que supone a los lechones debe minimizarse en lo posible con medidas de manejo o dietéticas. Asimismo, tras el destete el lechón tiene escasa capacidad de ingestión y presenta gran propensión a padecer trastornos digestivos. En este momento tan delicado, el lechón pasa de una alimentación líquida de gran digestibilidad y palatabilidad a una alimentación sólida para la cual el aparato digestivo está deficientemente preparado.

Es importante destacar las modificaciones legislativas que se avecinan en la Unión Europea que van encaminadas a restringir los aditivos antimicrobianos en los piensos e incluso se prevé la abolición completa de las medicaciones vía pienso en un futuro, esto supone que aparezcan alternativas que sustituyan las prácticas que se realizan en la actualidad. La búsqueda de aditivos naturales y seguros que presenten una eficacia demostrada es uno de los objetivos primordiales en la industria de piensos compuestos.

El objetivo del presente estudio fue analizar la influencia de diferentes complementos dietéticos sobre el rendimiento productivo de lechones destetados precozmente. Asimismo es importante destacar que los lechones sufrieron un proceso diarreico al inicio de la prueba por lo que también se valoró la influencia de las distintas dietas experimentales en la capacidad de recuperación de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo sobre un total de 218 lechones (mitad de cada sexo) con genética Large White-Pietrain X Large White-Landrace, fue realizado en la nave de transición del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Se utilizaron 2 salas, con 8 departamentos cada una. En cada uno de los departamentos existe un bebedero de chupete y comedero de 6 bocas con disponibilidad continua de alimento. Asimismo se controla la humedad relativa, la ventilación, y la temperatura. La iluminación se realizó mediante luz natural (a través de las ventanas) y luz artificial no programable. La unidad experimental consistió en un departamento con 13 -14 animales y hubo 4 réplicas por tratamiento (dos por sala).

Se suministraron cuatro dietas experimentales durante la fase de prestarter (32-47 d/v), de acuerdo con un diseño de bloques completos al azar: **Dieta A:** control; **Dieta B:** Ácidos grasos Volátiles: 0,3% de un complejo de ácidos (fosfórico y láctico) y sales (butirato de sodio y de etilo); **Dieta C:** 50 ppm de alcaloides con efecto saborizante-aromatizante y **Dieta D:** 7,5% de concentrado rico en inmunoglobulinas lácteas. A partir de los 47 d/v, fase de starter, todos los animales recibieron el mismo pienso, hasta los 60 d/v en que finalizó la pueba.

Parámetros medidos

Consumo diario (cd,g), ganancia media diaria (gmd, g) e índice de conversión (ic, g de pienso consumido/g de ganancia de peso), en cada departamento a los 22, 32, 47 y 60 días de vida.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM de SAS (1990), para diseños de bloques completos al azar. El pienso y la sala fueron introducidos como efectos principales, y el P1 (32 d/v) como covariable. Los datos relativos al período P0-P1 (22-32 d/v) fueron retirados del modelo al existir una elevada variabilidad individual (problema sanitario), y no poder observarse el posible efecto del tratamiento.

Tabla 1: Ingredientes del pienso prestarter %

MATERIAS PRIMAS	TRATAMIENTO			
	A Ctrl	B VFA	C Sang	D IG
Espaceel (55T+30M+15SH)	52,70	52,30	52,70	50,30
Avena decorticada	15,00	15,00	15,00	15,00
Suero dulce	13,70	13,70	13,70	9,00
Aceite de soja	1,50	1,70	1,50	1,20
Sal	0,15	0,15	0,15	0,15
Fosfato Bicálcico	1,45	1,40	1,45	1,40
Carbonato Cálcico	0,50	0,50	0,50	0,50
V.F.A.	---	0,30	---	---
Sanguinarina + celeritina (ppm)	---	---	50	---
Concentrado de suero	---	---	---	7,50
Starfeed Lechones 15%	15,00	15,00	15,00	15,00
TOTAL	100	100	100	100

**Pienso A: Control; Pienso B: Ácidos Grasos Volátiles
Pienso C: Sanguinaria+Celetrina; Pienso D: Suero Lácteo.**

RESULTADOS

La tabla, muestra el efecto del tratamiento sobre los parámetros productivos en el periodo experimental (32-47 d/v), así como el rendimiento durante el periodo starter en el que todos los animales recibieron una dieta común. También se indica el peso de llegada (P0) que debería haber coincidido con el comienzo del ensayo. Un proceso colibacilar, obligó a tratar los lechones con enrofloxacina, suero oral, y dieta restringida en cantidad sin cambiar el pienso experimental, provocando el retraso de la prueba hasta su recuperación a los 32 d/v.

Parámetros	Pienso				EEM ¹
	A	B	C	D	
32-47 d/v (P1-P3)					
gmd, g	356 ^{ab}	331 ^a	334 ^a	418 ^b	20
cmd, g	489	499	513	533	18
ic g/g	1,38	1,51	1,54	1,28	0.06
47-60 d/v (P3-P4)					
Gmd, g	588	600	586	616	23
Cmd, g	878	863	883	936	30
IC g/g	1.49	1.44	1.51	1.52	0.04
32-60 d/v (P1-P4)					
Gmd, g	463 ^a	456 ^a	451 ^a	510 ^b	11
Cmd, g	669	668	685	720	21
IC g/g	1,44 ^a	1,46 ^{ab}	1,52 ^b	1,41 ^a	0.02
P0 (22 d/v)	5.99	5.98	6.00	6.01	-
P1 (32 d/v)	6.37	6.41	6.41	6.49	covariable
P3 (47 d/v)	11.70 ^a	11.37 ^a	11.41 ^a	12.77 ^b	0.33
P4 (60 d/v)	19.35 ^a	19.18 ^a	19.04 ^a	20.77 ^b	0.32

¹EEM= Error estándar de la media. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas

Durante el periodo experimental (32 – 47 d/v), el crecimiento del tratamiento D fue significativamente mejor ($P < 0.05$), que el B y C (418 g vs 331 g y 334 g), pero no en relación con el A (418 g vs 356 g; $P = 0.052$), respecto al índice de conversión se observó una tendencia a ser inferior en el tratamiento D aunque la diferencia no fue significativa respecto al resto de tratamientos. Ésta diferencia no se observó en el periodo starter (47 – 60 d/v), compensándose el crecimiento, y sin variación en consumo e índice de conversión.

En el periodo global (32-60 d/v), el crecimiento fue superior en el D (510 g vs 451, 456 y 463 g; A B C y D respectivamente; $P < 0.05$). La conversión mejoró en D y A respecto a C (1.41 g/g y 1.44 g/g vs 1.52 g/g; $P < 0.05$), ocupando la B una posición intermedia (1.46 g/g; $P > 0.05$).

DISCUSIÓN:

La nutrición del lechón es una de las principales áreas de investigación en la producción porcina y así dentro de los objetivos principales estarían la producción con aditivos más seguros con el uso mínimo de antimicrobianos y la búsqueda de nuevas fuentes de proteína para mejorar los rendimientos productivos. El presente estudio se realizó con el objetivo de analizar el efecto en los índices productivos de diferentes aditivos aunque en el momento del inicio del ensayo se produjo un cuadro diarreico que hizo modificar parte de los objetivos, y así también se analizó el efecto de dichos aditivos en la recuperación frente a un proceso entérico.

Existe numerosa bibliografía en relación de la alimentación del lechón durante periodos de desórdenes digestivos, y especialmente en aquellos procesos relacionados con *Escherichia coli*. Así Ferrini *et al.*, recientemente analizaron el efecto de la fuente de proteína sobre la recuperación de lechones afectados por diarrea, y existen numerosos trabajos que estudian el efecto de los acidificantes sobre este tipo de patologías. Rizvi *et al.*, en el 2001 estudiaron el efecto de la incorporación de huevos hiper-inmunizados con anticuerpos contra E.coli y Rotavirus, en dietas de lechones recién nacidos y se concluyó que el tratamiento con huevos hiperinmunizados previno la infección por E. coli. Esto podría explicar en parte lo observado en nuestro ensayo en el que la adición de un complejo lácteo rico en inmunoglobulinas aplicado en pienso para animales que han sufrido un proceso colibacilar, mejora el crecimiento de los lechones en la fase starter y en todo el periodo de transición, a expensas de una mejor asimilación del alimento, sin variar el consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARRIÓN, D., COMA, J. (PORCI -Enero 2000). Alimentación del lechón.
2. DE BLAS, C., GARCÍA, P. GONZÁLEZ MATEOS, G. (1999). Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos.
3. GARCÍA, M., RIBOT, A. (PORCI -Enero 2000). Alimentación del lechón.
4. MEDEL, P., LATORRE, M.A., GONZÁLEZ MATEOS, G. (1999). Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente.
5. SAS Institute. 1990. SAS[®] User's Guide: Statistics. SAS Institute. Cary, NC. EEUU.
6. FERRINI, G., BORDA E., MARTÍNEZ-PUIG D., GARCÍA-MANZANILLA E, MARTÍN-ORUE S., PÉREZ J. (2004) Journal of Animal Science 82 (suppl.1):24.
7. RIZVI S., HARBOUR D.A., PEARSON G.R., PATEL D. STOKES C.R Y MILLER B.G.; (2001) Proceedings of the annual meeting of the British Society of Animal Science, York, pp: 23.

DIGESTIBILIDAD ILEAL DE LOS NUTRIENTES DEL ARROZ PARTIDO EN LECHONES

B.Vicente¹, J.R Astillero¹, D.G Valencia¹, R. Lázaro¹ y G.G. Mateos¹
Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid

INTRODUCCIÓN

Maíz y trigo son los dos cereales más utilizados en alimentación porcina debido a su alta disponibilidad. La cebada es menos utilizada por su elevado contenido en fibra y avena y arroz son de menor uso debido en gran medida a su alto coste. Por otra parte las actuales tendencias de la UE, hacen necesaria la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias que permitan reducir la mortalidad postdestete sin menoscabo de la productividad. Trabajos realizados en nuestro departamento han demostrado que la inclusión de arroz cocido en dietas para lechones mejora los parámetros productivos (Vicente et al., 2004). Esta mejora podría deberse a la elevada digestibilidad del arroz cuyo contenido en polisacáridos no amiláceos y amilosa es menor que en el resto de los cereales. Por otro lado, la inclusión de cereales procesados en dietas para lechones mejora los parámetros productivos (Medel et al., 2004). El tratamiento térmico incrementa el grado de gelatinización del almidón y la digestibilidad de los nutrientes (Medel et al., 1999). Sin embargo la variabilidad en la respuesta indica que el efecto beneficioso podría no estar directamente correlacionado con la tasa de gelatinización del almidón (Hongtrakul et al., 1998). A pesar de las investigaciones realizadas, no se sabe con precisión cual es el cereal que más se beneficia con el tratamiento térmico ni cual es el método de procesado más adecuado en función del coste y las mejoras obtenidas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de arroz y el grado de gelatinización del almidón del mismo sobre la digestibilidad aparente ileal (DAI) de los nutrientes a 37 d de edad en dietas para lechones destetados precozmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 28 lechones, destetados con 21 ± 2 d (6 ± 1 kg). A su llegada a la granja experimental se identificaron con un crotal y se repartieron en sus respectivos tratamientos según el peso vivo. El diseño experimental fue al azar con cuatro tratamientos experimentales sin promotores del crecimiento, donde se evaluó la sustitución de un 50% de maíz cocido laminado como tratamiento control por un 50% de arroz (crudo, cocido en condiciones térmicas suaves y cocido en condiciones térmicas fuertes). El grado de gelatinización del cereal fue 84% para el maíz cocido y laminado, 11% para el arroz crudo, 52% para el arroz cocido suave y 76% para el arroz cocido fuerte. Todas las dietas fueron isonutritivas. Cada tratamiento se replicó siete veces de forma individual y el pienso se suministró de 25 a 37 d de edad. A 36 d de edad los lechones fueron ayunados durante 14 h, suministrándose el alimento *ad libitum* durante las cinco horas siguientes para conseguir un efecto homogéneo en el consumo. A continuación los lechones fueron sacrificados, procediéndose a la separación e identificación de las distintas partes del sistema digestivo y a la toma del contenido ileal. Para el cálculo de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes se utilizó el método de las cenizas insolubles en ácido como marcador indigestible por su mayor recuperación en contenido ileal. Se incrementó adicionalmente la concentración de cenizas del pienso mediante la adición de un 0,6% de celite para mejorar su repetibilidad. El cálculo de los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO) y almidón (ALM) se realizó según los métodos descritos por la AOAC (2000), la energía bruta

(EB) mediante una bomba calorimétrica (Parr 1356, Parr Instrument Company, Moline, Illinois, USA) y el almidón gelatinizado, se calculó en proporción al contenido en almidón total, mediante hidrólisis enzimática según Medel et al. (1999). Los datos de DAI se analizaron como un diseño al azar mediante contrastes ortogonales. Se estudiaron los efectos de tipo de cereal, procesamiento del cereal y la técnica de procesado térmico (SAS, 1990). Los resultados se presentan en tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados.

RESULTADOS

La DAI de los nutrientes a 37 d de edad fue superior en los animales alimentados con arroz que en los alimentados con maíz (88.0 vs 87.1% para la MS; 88.1 vs 86.8% para la MO; 86.5 vs 85.2% para la EB y 98.8 vs 97.3% para el ALM) ($P \leq 0.01$). El procesado térmico del arroz mejoró la digestibilidad de la MS (88.4 vs 87.2%; $P \leq 0.01$), MO (88.4 vs 87.5%; $P \leq 0.05$), EB (86.8 vs 85.9%; $P \leq 0.05$), y almidón (99.1 vs 98.3%; $P \leq 0.05$), no encontrándose diferencias debidas al incremento en el grado de gelatinización entre las dietas de arroz cocido suave y las de arroz cocido fuerte ($P \geq 0.10$) (Tablas 1).

Tabla 1. Coeficientes de digestibilidad aparente ileal de los nutrientes

Cereal	Proceso	MS	MO	EB	ALM
Maíz	Cocido y laminado	87.1	86.8	85.2	97.3
Arroz	Crudo	87.2	87.5	85.9	98.3
Arroz	Cocido suave	88.6	88.6	87.1	99.4
Arroz	Cocido fuerte	88.1	88.2	86.4	98.7
EEM (n=7)		0.26	0.32	0.29	0.31
Maíz vs arroz		**	**	**	***
Arroz crudo vs arroz procesado		**	*	*	**
Arroz cocido suave vs arroz cocido fuerte		NS	NS	NS	NS

DISCUSIÓN

La inclusión de arroz incrementó la DAI de la MS, la MO, la EB y el ALM, con respecto a la dieta basada en maíz. Estos resultados apoyan los obtenidos anteriormente por Piao et al., (2002) y por Vicente et al., (2004). Estos últimos autores encontraron que la digestibilidad aparente fecal de los nutrientes a 27 d fue superior para las dietas basadas en arroz que para las dietas basadas en maíz y que el consumo de los lechones también era superior con el arroz. Un incremento en el consumo de pienso mejora el desarrollo de las vellosidades intestinales y por tanto la capacidad enzimática del lechón (Pluske et al., 1997) lo que se traduce en un incremento de la capacidad de absorción y en consecuencia de la digestibilidad de los nutrientes. Sin embargo, trabajos anteriores, no habían encontrado diferencias en la digestibilidad del almidón entre dietas de arroz y maíz aunque en estos casos se determinó la digestibilidad a nivel fecal (Weurding et al., 2001). Sin embargo en el presente ensayo se observó un incremento significativo de la digestibilidad ileal del almidón para las dietas de arroz, lo que podría estar correlacionado con el menor tamaño del gránulo y menor contenido en amilosa y en polisacáridos no amiláceos del almidón de este cereal. Las dietas basadas en arroz son más digestibles y por tanto menos almidón fermentable aparecería en el intestino grueso con arroz. El tratamiento tecnológico por calor de los cereales induce un cambio en la estructura cristalina del almidón e incrementa su grado de gelatinización lo que podría facilitar su degradación enzimática (Medel et al., 1999). En el presente ensayo, se observa que el tratamiento térmico del arroz incrementa la DAI de los nutrientes pero que un

incremento excesivo en la tasa de gelatinización del almidón del arroz, no se traduce en mejoras en la DAI de los nutrientes. Estos datos indican que los efectos beneficiosos del arroz sobre la productividad no parecen estar correlacionados con el grado de gelatinización del almidón. Nuestros resultados apoyan los de Hongtrakul et al., (1998) y Medel et al., (1999) que tampoco observaron una correlación directa entre ambos parámetros.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis (16th ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, EEUU.

Hongtrakul, K., Goodband, R. D., Behnke, K. C., Nelsen, J. L., Tokach, M. D., Bergström, J. R., Nessmith, W. B., & Kim, I. H. 1998. The effects of extrusion processing of carbohydrate sources on weanling pig performance. *Journal Animal of Science* 76: 3034-3042.

Medel, P., Salado, S., De Blas, J.C., & Mateos, G.G. 1999. Processed cereals in diets for early-weaned piglets. *Animal feed Science and Technology* 82: 145-156.

Medel, P., Latorre, M.A., De Blas, J.C., Lázaro, R., & Mateos, G.G. 2004. Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs. *Animal feed Science and Technology* 113: 127-140.

Piao, X.S., Li, D., Han, I.K., Chen, Y., Lee, J.H., Wang, D.Y., Li, J.B., and Zhang, D.F. 2002. Evaluation of Chinese Brown rice as an alternative energy source in pigs diets. *Asian-Australasian Journal Animal Science* 15: 89-93.

Pluske, J. R., Siba, P. M., Pethick, D. W., Durmic, Z., Mullan, B., & Hampson, J. 1996. The incidence of swine dysentery in pigs can be reduced by feeding diets that limit the amount of fermentable substrata entering the large intestine. *American Institute of Nutrition* 126: 2920-2933.

Pluske, J. R., Hampson, D. J., & Williams, I. H. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig. *Livestock Production Science* 51: 215-236.

SAS Institute, 1990, SAS[®] User's Guide: Statistics, SAS Institute, Cary, Carolina del Norte, EEUU.

Weurding, R.E., Veldman, A., H., Veen W.A.G., Van der Aar, P.J., and Verstegen, M.W.A. 2001. Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. *Journal of Nutrition* 131: 2329-2335/175-184.

Vicente, B., Valencia, D.G., Lázaro, R., Latorre, M.A., and Mateos, G.G. 2004. Use of rice in substitution of corn in diets for young pigs. *Journal of Animal Science* 82: 456 (abstr.).

CARACTERIZACIÓN “IN VITRO” DEL MAÍZ, LA PULPA DE REMOLACHA Y EL SALVADO COMO FUENTES DE FIBRA EN CERDOS EN CRECIMIENTO.

Martín-Peláez, S., Manzanilla, E.G., Fondevila, M., Pérez, J.F., Martín-Orúe, S.M.
Dept. Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona.
Bellaterra 08193. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de energía que el cerdo adulto es capaz de obtener a partir de la fermentación de los carbohidratos que llegan al intestino grueso, puede suponer hasta un 25 % de sus necesidades diarias de mantenimiento (Yen et al., 1991). Además de su importancia como fuente energética, la fibra dietética podría también modificar el medio ambiente intestinal con efectos beneficiosos sobre la salud de los animales, inhibiendo la proliferación de patógenos oportunistas o mejorando la integridad de la mucosa intestinal.

La técnica de producción de gas ha sido extensivamente utilizada en rumiantes para la valoración de forrajes. Recientemente también ha venido siendo utilizada en cerdos, con el fin de valorar las características de fermentación de diferentes dietas, utilizando liofilizados ileales como sustrato de incubación (Fondevila et al., 2002). El objetivo de este trabajo fue el de evaluar las características fermentativas de dietas que diferían en su contenido en fibra utilizando la técnica de producción de gas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como sustrato de incubación se utilizó contenido ileal liofilizado procedente de 6 cerdos canulados (PV 40-80 kg) que recibieron 5 dietas experimentales en un diseño de cuadrado latino. La dieta control estaba formada por maíz (54%) y torta de soja 44 (28%) (FIN), presentando el resto de dietas mayor aporte de fibra. En una de ellas el maíz presentaba menor grado de molienda como fuente de almidón resistente (4 vs. 2.5 mm) (GRO), en otra se sustituyó parcialmente por un 8% de pulpa de remolacha (PNAs solubles) (PUL), en otra por un 10% de salvado de trigo (PNAs insoluble) (SAL) y finalmente en otra se sustituyó el maíz por un 8% de pulpa y un 10% de salvado de trigo (P+S). Las muestras de digesta se liofilizaron y se conservaron a -20 °C. El inóculo se obtuvo a partir del contenido cecal de 2 cerdos canulados (PV 80-90 kg) y fue recogido el mismo día del experimento.

El patrón de fermentación de los diferentes sustratos se valoró utilizando la técnica de producción de gas descrita por Theodorou et al. (1994), aunque con modificaciones. En tubos de 20 ml se pesaron 150 mg de sustrato liofilizado a los que se les añadió 15 ml de mezcla de incubación, la cual contenía un 15% de inóculo preparado a partir de muestras cecales. La concentración del tampón bicarbonato de la solución de incubación de redujo a la mitad con el fin de ajustar el pH inicial a valores más cercanos a la fisiología del cerdo (6,5). Para la determinación de la producción de gas se incluyeron 4 tubos por dieta mas 4 blancos de inóculo (total 24 tubos), y para la de AGVs y bases púricas, 2 tubos por sustrato y por hora de incubación, además de los correspondientes blancos (total 84 tubos). Las medidas de gas y toma de muestras para análisis se realizaron a las horas 0, 1, 2, 3,5, 5,5, 8 y 12. Para la producción de gas se añadió una lectura a las 24 horas. El análisis de AGVs se realizó por el método de Jensen et al. (1995) y las bases púricas por el de Makkar y Becker (1999). Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias significativas en la producción de gas con el grado de molienda del maíz (FIN vs. GRO) pero sí con el resto de dietas, fundamentalmente con aquellas que incluyeron pulpa de remolacha (PUL, P+S) (Fig 1).

En lo que se refiere a la producción total de AGVs, todas las dietas mostraron mayores concentraciones que la dieta control (FIN) (Fig. 2). En este caso el menor grado de molienda si que se tradujo en un incremento en la producción. Las diferentes fuentes de fibra no provocaron cambios en la cantidad total de AGVs pero si en el patrón de fermentación que fue diferente entre dietas (Tabla 1).

Fig 1. Evolución en la producción de gas in vitro para los distintos sustratos

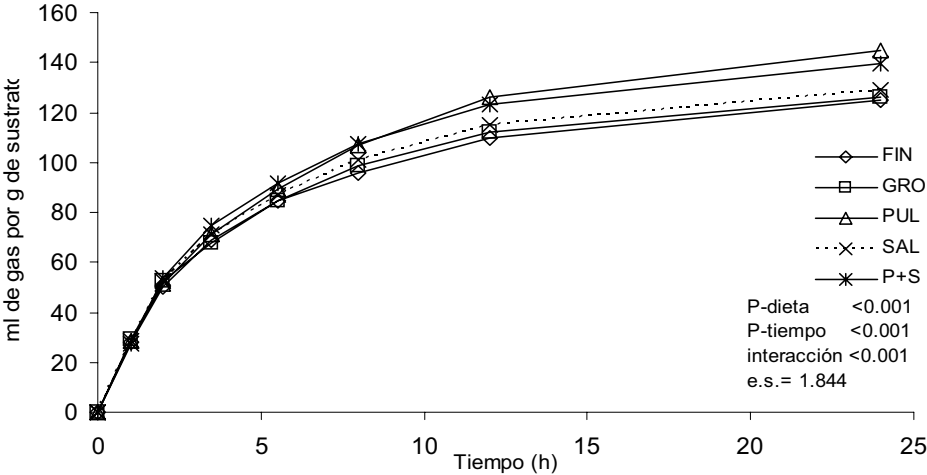
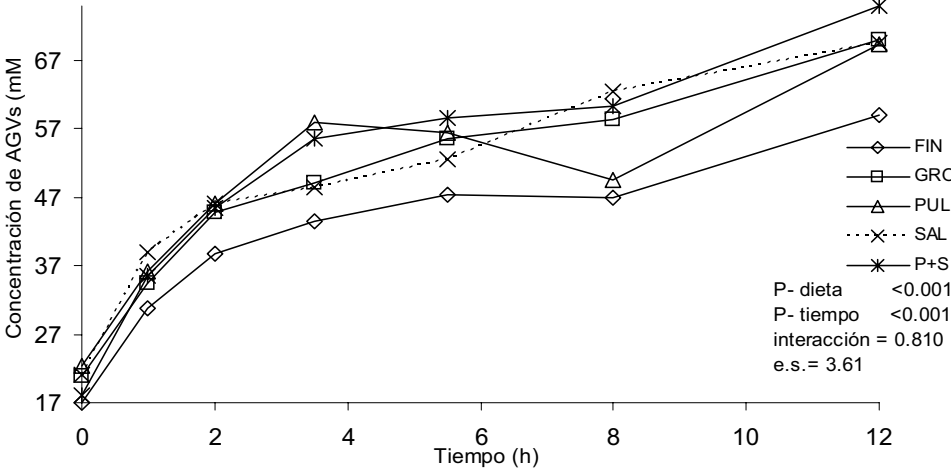


Fig 2. Producción de ácidos grasos volátiles totales en el tiempo para cada sustrato.



El porcentaje de acético fue mayor en las dietas con fibra adicional, especialmente en las dieta con pulpa (PUL < P+S). Paralelamente al incremento en acético se produjo un descenso en el porcentaje de propiónico y butírico. Entre las dietas suplementadas con fibra el butírico fue superior para las dietas GRO y SAL que para las PUL y P+S. Los AGVs ramificados de cadena corta (isobutírico e isovalérico), asociados a la fermentación de aminoácidos, no presentaron diferencias con el grado de molienda de maíz (FIN, GRO) pero sí descendieron con al resto de dietas y especialmente con aquellas que contenían pulpa. Este descenso podría responder

tanto a la mayor disponibilidad de carbohidratos fermentables, como a un cambio hacia una flora bacteriana con menor actividad proteolítica.

Tabla 1. Porcentajes de ácidos grasos volátiles a la hora 12 de incubación.

	FIN	GRO	PUL	SAL	P+S	EEM	P-dieta
ACÉTICO	50,77 ^a	54,09 ^b	56,03 ^c	53,49 ^b	56,52 ^c	0,476	**
PROPIÓNICO	34,86 ^b	32,48 ^a	32,85 ^a	32,64 ^a	32,02 ^a	0,390	*
BUTÍRICO	11,02 ^c	10,39 ^b	9,08 ^a	10,85 ^{bc}	9,37 ^a	0,192	**
VALÉRICO	2,47 ^d	2,22 ^c	1,13 ^a	2,27 ^c	1,64 ^b	0,057	***
ISOBUTÍRICO	0,45 ^c	0,43 ^c	0,24 ^a	0,40 ^b	0,25 ^a	0,009	***
ISOVALÉRICO	0,41 ^c	0,38 ^c	0,18 ^a	0,34 ^b	0,19 ^a	0,013	***

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

Medias con superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas.

La concentración de bases púricas fue mayor para la dieta P+S que para el resto que presentaron valores medios similares (Tabla 2). Las dietas con mayor % de almidón resistente (GRO) promovieron los mayores niveles de G/A, de forma similar a lo que ha sido descrito en rumiantes al comparar la composición de bacterias ruminales de dietas forrajeras y concentradas (Martín-Orúe, 1998).

Tabla 2. Concentraciones de bases púricas totales (µmol/ml) y relación guanina/adenina.

	FIN	GRO	PUL	SAL	P+S	EEM	P-dieta
BP tot	0,22a	0,23a	0,21a	0,23a	0,28b	0,007	***
G/A	1,11b	1,19c	1,00a	0,99a	1,10b	0,014	***

*** p valor <0.001

Medias con superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas.

La incorporación de fuentes adicionales de fibra en la ración de los cerdos en forma de maíz grosero, pulpa de remolacha o salvado se tradujo en una mayor producción total de AGVs debido presumiblemente a una mayor llegada de hidratos de carbono al ciego. La técnica de producción de gas no fue sin embargo capaz de detectar diferencias relacionadas con el grado de molienda del maíz. En las dietas con pulpa de remolacha (PUL, P+S) se observaron los mayores cambios en las proporciones de AGVs mayoritarios, seguidos del maíz grosero y del salvado. El mayor porcentaje de AGVs ramificados y la mayor relación de G/A observados en las dietas de maíz grosero, podrían indicar cambios en el perfil de la comunidad bacteriana, hacia poblaciones con mayor actividad proteolítica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto AGL 2003-08370-C02-01. La primera autora está financiada por una Beca para la formación del personal investigador del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jensen M.T. et al., 1995. J. Anim. Sci. 61, 293-304.
 Fondevila, M. et al., 2002. Anim. Feed Sci. Technol. 102, 93-107.
 Makkar, H. P. S. et al., 1999. British Journal of Nutrition 81, 2:107-112.
 Martín-Orúe, S.M. 1998. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
 Yen, J.T. et al., 1991. J. Anim. Sci. 69: 2001-2012.
 Theodorou, M.K., et al. 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48, 185-197.
 SAS Institute (1990) User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

ESTUDIO *in vitro* DEL EFECTO DE DIFERENTES EXTRACTOS DE PLANTAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS EN EL CONTENIDO DIGESTIVO DEL LECHÓN

Manzanilla E.G., Martín-Peláez S., Martín-Orúe S.M., Anguita M., Perez J.F., Gasa J.

**Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària,
Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona.**

INTRODUCCIÓN

Tras la prohibición en 1999 del uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación de lechones, las empresas del sector buscan alternativas que permitan mantener la producción sin empeorar el estado sanitario del ganado.

Una de las alternativas más estudiadas en los últimos años son los extractos de plantas (Mellor, 2000). En la bibliografía se dispone de información relativa a la utilización de muchos de estos extractos en alimentación humana. Sin embargo, los experimentos realizados en porcino son escasos. Por otra parte, el término extracto de plantas engloba gran cantidad de compuestos. Así pues se necesitan métodos de "screening" rápidos que indiquen la posible utilidad de estos compuestos y permitan seleccionar los más indicados para ser estudiados *in vivo*.

El objetivo del trabajo fue utilizar un método *in vitro* de producción de gas para estudiar la dosis a la que una mezcla de extractos de plantas (XT), y sus diferentes componentes por separado, mostraban efecto antimicrobiano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos utilizando la misma metodología *in vitro*. Se obtuvo el contenido digestivo de 6 lechones (estómago, yeyuno y ciego por separado). Los lechones fueron destetados a los 21 días de edad y sacrificados una semana (experimento 1) o cinco semanas (experimento 2) tras el destete. En el experimento 1 la dieta era un pienso pre-starter comercial; 60% cereales, 25% productos lácteos, 10% soja extrusionada. En el experimento 2 se dio el pienso pre-starter comercial durante 4 semanas y se cambió a un pienso de crecimiento durante la quinta semana post destete; 60% cereales, 21% soja 44 y 10% soja extrusionada.

El contenido intestinal de los diferentes animales fue mezclado por tramos y se mantuvo refrigerado, en agitación y con un flujo continuo de CO₂ mientras se distribuía en tubos de cristal de 25 ml (15 ml de contenido por tubo). En cada tubo se había incluido previamente el tratamiento correspondiente. El oxígeno de los tubos se eliminó mediante la inyección de CO₂. Los tubos se cerraron herméticamente con tapones de goma de 1cm de grosor, se encapsularon para evitar pérdidas de gas y se incubaron a 37°C con agitación continua en un baño. La producción de gas fue registrada durante un periodo total de 6 horas utilizando una jeringa de cristal para liberar y medir la producción de gas en mililitros. Todos los tratamientos fueron probados por duplicado.

En el primer experimento se estudió el efecto de la mezcla de extractos de plantas XT en el contenido de estómago, yeyuno y ciego, a concentraciones de 0, 100, 1000 y 10.000 ppm. El XT es un mezcla estandarizada de 5% de carvacrol, 3% de cinnamaldehído y 2% de oleoresina de capsicum. En el segundo experimento se

estudió el efecto del carvacrol, el cinnamaldehído y la oleoresina de capsicum, por separado, en el contenido de estómago, yeyuno y ciego. Las dosis en este segundo experimento fueron diferentes según el producto y al medio a estudiar (tabla 2).

Todos los resultados se analizaron mediante el proc GLM de SAS 8.1 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento, XT fue efectivo a dosis de 10.000 ppm y únicamente se detectó el efecto antimicrobiano en contenido de yeyuno (tabla 1).

TABLA 1. Evolución de la producción de gas (ml) *in vitro* en el contenido de estómago, yeyuno y ciego en el experimento 1 según la dosis de XT utilizada.

Estómago		0	100	1000	10000	DER	p-valor
Dosis (ppm)							
Tiempo (h)							
2		5.75	5.75	5.00	5.00	0.250	0.058
4		10.50	10.75	10.00	10.00	0.530	>0.5
6		14.25	14.25	13.50	13.50	0.661	>0.5
Yeyuno		0	100	1000	10000	RSD	p-valor
Dosis (ppm)							
Tiempo (h)							
2		16.00 ^a	16.50 ^a	16.75 ^a	10.00 ^b	0.810	0.003
4		27.50 ^a	27.50 ^a	27.75 ^a	18.25 ^b	1.089	0.002
6		29.50 ^a	29.50 ^a	29.75 ^a	20.00 ^b	0.952	0.001
Cecum		0	100	1000	10000	RSD	p-valor
Dosis (ppm)							
Tiempo (h)							
2		12.00	11.50	10.75	11.00	0.474	>0.5
4		18.00	17.75	17.25	17.00	0.866	>0.5
6		20.00	19.75	19.25	19.00	0.966	>0.5

Superíndices diferentes en una misma línea indican diferencias entre las medias.

En el experimento 2 el resultado fue diferente según el medio y el compuesto estudiado. No hubo producción de gas en el contenido del estómago. En el yeyuno, el carvacrol y el cinnamaldehído disminuyeron la producción de gas a partir de 1000 y 500 ppm respectivamente, y consiguieron la inhibición total de la producción de gas a partir de 3000 y 2000 ppm respectivamente. La oleoresina de capsicum produjo solo un ligero descenso en la producción de gas en contenido de yeyuno a partir de las 15000 ppm. En el ciego, el efecto inhibitor del carvacrol y del cinnamaldehído no se observó hasta las 3000 y 2000 ppm respectivamente. En el caso de la oleoresina de capsicum no se observó ningún efecto.

Existen muchos estudios que utilizan cultivos bacterianos puros para describir las concentraciones antimicrobianas de extractos de plantas. En general, estos estudios indican que las dosis efectivas de los extractos más potentes están entre 200 y 500 ppm e inhiben de manera inespecífica todas las especies bacterianas estudiadas. Sin embargo, los efectos de estos extractos se ven afectados por la composición del medio (Juven et al., 1994) y es necesario estudiar su posible efecto en el medio donde se pretenden aplicar. Los presentes resultados muestran como las concentraciones antimicrobianas de los extractos estudiados en el medio intestinal son mayores que las determinadas en cultivos puros, y además existen

diferencias en las concentraciones efectivas según el tramo del tracto gastrointestinal estudiado.

TABLA 2. Producción total de gas (ml) *in vitro* en el contenido de yeyuno y ciego en el experimento 2 según la dosis de carvacrol, cinnamaldehído (Cinnamald.) o oleoresina de capsicum (Ol. Caps.). (Tiempo = 6h).

Yeyuno						RSD	p-value
Dosis (ppm)	0	500	1000	2000	3000		
Carvacrol	92.17 ^a	88.00 ^a	53.25 ^b	8.25 ^c	0.75 ^c	5.839	<0.0001
Dosis (ppm)	0	500	1000	2000	3000		
Cinnamald.	92.17 ^a	56.00 ^b	4.75 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	5.233	<0.0001
Dosis (ppm)	0	500	1000	10000	15000		
Ol. Caps.	92.17 ^a	88.25 ^a	91.50 ^a	86.80 ^a	74.05 ^b	3.743	0.013
Ciego							
Dosis (ppm)	0	1000	2000	3000	4000		
Carvacrol	28.75 ^a	29.25 ^a	26.25 ^a	21.50 ^b	0.50 ^c	0.935	<0.0001
Dosis (ppm)	0	1000	2000	3000	5000		
Cinnamald.	28.75 ^a	26.5 ^{ab}	24.00 ^b	22.50 ^b	2.75 ^c	1.396	<0.0001
Dosis (ppm)	0	5000	8000	11000	14000		
Ol. Caps.	28.75	27.75	26.50	27.75	22.75	1.612	0.072

Superíndices diferentes en una misma línea indicant diferencias entre las medias.

La dosis comercial recomendada para el XT es de 300 ppm. Esta dosis supone concentraciones de los principios activos mucho más bajas que las aquí descritas como inhibitoras de la fermentación bacteriana. Así, a pesar de que se han descrito efectos *in vivo* del XT sobre la microbiota intestinal (Manzanilla et al., 2004), estos efectos no parecen deberse a un efecto directo sobre la microbiota. Por otro lado, aunque el modo de acción de los extractos de plantas sea muy inespecífico, posibles efectos selectivos sobre algún grupo bacteriano no deberían descartarse.

También se observaron diferencias interesantes en la producción de gas según el tramo del tracto gastrointestinal. Sorprende la alta cantidad de gas producido en yeyuno en ambos experimentos. Estas variaciones deberían estudiarse en el futuro en diferentes partes del intestino delgado y según la edad del animal.

El método *in vitro* utilizado en estos ensayos puede ser de utilidad en el “screening” de la capacidad antimicrobiana de un alto número de compuestos, de forma rápida y barata. Además los resultados van a complementarse con análisis específicos de cultivos bacterianos y AGV's.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F., Weisslowicz, H. 1994. . Journal of applied bacteriology, 76, 626-631.
- Manzanilla, E. G., J. F. Perez, M. Martin, C. Kamel, F. Baucells, and J. Gasa. 2004. J. Anim Sci. 82:3210-18.
- Mellor, S.2000. Feed mix, special 2000. 6-8.
- SAS (1999) User's guide. Version 8.01 SAS Institute, Cary, NC, USA.

UTILIZACIÓN DE UNA NUEVA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE Y REAL EN LA VALORACIÓN NITROGENADA DE HARINA DE GIRASOL EN CONEJOS

A. Llorente, A.I. García, N. Nicodemus, M.J. Villamide, R. Carabaño
Dpto. Producción Animal, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, U.P.M. 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

La metodología utilizada hasta el momento para la determinación de la digestibilidad ileal real en conejos es muy compleja debido a la necesidad de corregir el efecto de la cecotrofia sobre el flujo ileal (García et al., 2004). Dicho método implica el control del consumo de heces cecotrofas, con el consiguiente estrés para el animal, un aumento del tiempo de experimentación y una gran complejidad matemática en los cálculos de corrección, además del incremento del coste, tanto analítico, como de mano de obra. Con el fin de reducir la complejidad del método, en este trabajo se ha eliminado el efecto de la cecotrofia tomando muestras de contenido ileal en las horas del día en las que el tránsito de restos de cecotrofos es nulo o mínimo, según trabajos previos (Merino y Carabaño, 2003). El objetivo de este trabajo fue determinar la digestibilidad ileal aparente y real de la proteína de la harina de girasol en conejos utilizando una nueva metodología.

MATERIAL Y METODOS

Piensos: Se formularon dos piensos, uno basal para la determinación de las pérdidas endógenas, cuya principal fuente de proteína era la caseína, similar al utilizado por García et al. (2004) en un experimento previo. Para determinar el valor nitrogenado de la harina de girasol se formuló otro pienso con un 35 % de inclusión de este alimento, en el que se mantuvieron en lo posible las características químicas de la ración basal, cumpliendo las actuales recomendaciones alimenticias (De Blas y Mateos, 1998). En ambos piensos se incluyó yterbio mordanzado a la fibra como marcador indigestible. La composición química y en materias primas de los piensos experimentales se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de los piensos experimentales (%)

<i>Materias primas</i>	Basal	Harina de girasol
Caseína	16	5
Almidón	30	24
Pectinas	6	5
Celulosa	7	7
Paja tratada con sosa	17	14
Cascarilla de girasol	17	3
Harina de girasol	-	35
Aceite de soja	1.5	1.5
Minerales, corrector y sepiolita	5.1	5.1
Fibra marcada Yb	0.4	0.4
<i>Composición química estimada¹ (%)</i>		
ED (Mcal/kg)	2.71	2.68
PB	17.0	17.9
FND	31.0	31.2
LAD	4.51	4.75

¹Estimado a partir de la composición química de los alimentos

La harina de girasol valorada presentó un contenido medio (%MS) de 42.1%, 34.8%, 9.4% en PB, FND y LAD, respectivamente.

Animales: Para determinar la digestibilidad fecal e ileal se utilizaron 12 conejas por pienso de raza Neozelandés x Californiano con un peso medio de 4615 g (± 368 g), canuladas en íleon terminal con una cánula T de vidrio (Gidenne et al., 1988). Los piensos experimentales se suministraron *ad-libitum* y se determinó su digestibilidad fecal e ileal. Las conejas con un patrón de consumo muy bajo o con alguna anomalía se retiraron de la prueba, utilizando finalmente 11 y 10 animales para el pienso basal y el de harina de girasol, respectivamente.

Procedimiento experimental: Los animales se alojaron en jaulas individuales en una nave de ambiente semicontrolado. Los piensos experimentales se distribuyeron al azar entre los animales y, tras un período de adaptación a los mismos de 10 días, se realizó el control individual del consumo y la excreción de heces durante 3 días consecutivos para la determinación de la digestibilidad fecal. Las heces recogidas se congelaron a -20°C , se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas y, por último, se molieron a 1 mm para su posterior análisis. El último día de recogida fecal y el día siguiente se procedió a la recogida de contenido ileal durante una hora entre las 7 y 10 de la noche, con el fin de evitar el efecto de las coprofagia sobre el flujo ileal. Las recogidas diarias se mezclaron para obtener una muestra representativa de cada animal. Las muestras se almacenaron a -20°C y, posteriormente, se liofilizaron y molieron a 0.5 mm para su análisis.

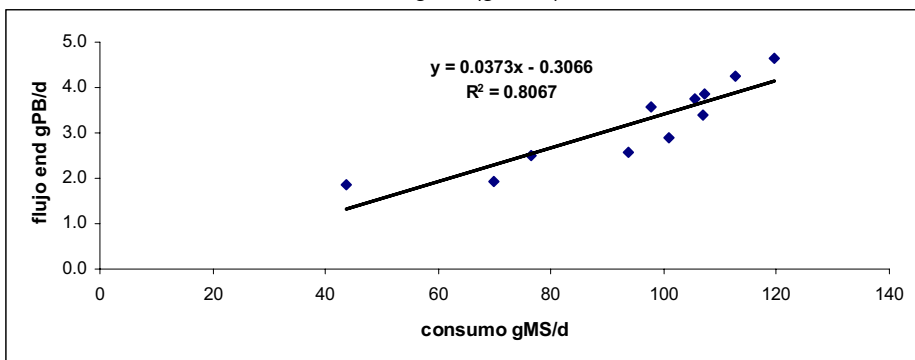
Análisis: Para la determinación de MS y PB (combustión, método Dumas) se siguieron los procedimientos descritos por la AOAC (1995). El contenido de PB-FND de las fuentes de fibra del pienso basal y del contenido ileal de las conejas alimentadas con dicho pienso se determinó según Licitra et al. (1996). La concentración de yterbio de los piensos y del contenido ileal se analizó en un espectrofotómetro de absorción atómica. Para la estimación de las pérdidas endógenas se utilizó el procedimiento Reg del SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pérdidas endógenas ileales se estimaron a partir del flujo ileal de proteína de los animales que recibieron la ración basal, asumiendo que la digestibilidad real de la caseína a nivel ileal es del 100% y que la fracción indigestible de la proteína de la cascarilla de girasol y la paja se puede determinar a partir del contenido en proteína ligada a FND del contenido ileal. Estas pérdidas endógenas se relacionaron con el consumo de MS mediante análisis de regresión (Figura 1). El flujo endógeno medio fue de 3.2 g de PB/día. Este valor fue inferior al obtenido por García et al. (2004) (5.4 g PB/d) al considerar conjuntamente la ingestión de pienso y cecotrofos (125.8 g/d), frente a los 94 g MS de pienso/d que consumieron en este experimento. Sin embargo, la ecuación resultó similar a la obtenida por los mismos autores, al expresarla en las mismas unidades.

Los resultados de digestibilidad de los piensos experimentales se muestran en la Tabla 2. El consumo resultó similar para ambas dietas (100.3 g MS/d). La digestibilidad aparente fecal de la MS fue superior a la ileal en 16.8 puntos de media

Figura 1. Relación entre el consumo de MS (g/d) y el flujo ileal de proteína de origen endógeno (g PB/d).



para ambas dietas, sin embargo en la proteína esta diferencia se redujo a 7.1 puntos. A partir de los datos obtenidos en los piensos experimentales se determinó la digestibilidad ileal aparente y corregida por pérdidas endógenas de la harina de girasol (Tabla 3). La digestibilidad ileal aparente fue similar a la obtenida por García et al. (2005) (80.7%), mientras que la digestibilidad ileal verdadera resultó ligeramente superior a la de estos autores (86.1%), si bien estas diferencias pueden ser debidas a la mayor calidad proteica de la muestra utilizada en este trabajo o la influencia de la metodología utilizada.

Tabla 2.- Digestibilidad aparente fecal e ileal (%) de los piensos experimentales (medias \pm error estándar)

Dieta	Pienso Basal	Pienso H. Girasol
N	11	9
Consumo MS (g/d)	94.0 (\pm 6.7)	106.7 (\pm 9.1)
Digestibilidad ileal MS aparente (%)	52.3 (\pm 0.9)	53.0 (\pm 0.8)
Digestibilidad fecal MS aparente (%)	68.0 (\pm 0.9)	71.1 (\pm 1.1)
Digestibilidad ileal PB aparente (%)	72.2 (\pm 0.5)	71.2 (\pm 0.9)
Digestibilidad fecal PB aparente (%)	78.0 (\pm 0.7)	79.6 (\pm 1.2)

Tabla 3.- Digestibilidad ileal y fecal aparente y verdadera de la proteína (%) de la harina de girasol (medias \pm error estándar)

Digestibilidad ileal PB aparente (%)	80.8 (\pm 1.1)
Digestibilidad ileal PB verdadera (%)	89.7 (\pm 1.1)

Los resultados de este trabajo sugieren que la metodología propuesta produce resultados similares a los datos previos en la valoración nitrogenada a nivel ileal y supone una simplificación notable en el procedimiento experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.
 De Blas y Mateos. 1998. The nutrition of the rabbit CAB. Wallingford, U.K.
 García, A.I., De Blas, J. C y Carabaño, R. 2004. Anim. Sci. 79:231-240
 Garcia A.I. ., De Blas, J. C y Carabaño, R. 2005. Anim. Sci. (in press)
 Gidenne , T., Bouyssou, T., Rouckebusch, Y. 1988. Anim. Prod. 46:147-151
 Licitra, G., Hernández, T.M, Van Soest, P.J. 1996. Anim. Feed Sci. Technol. 57:347-358
 Merino J.M. y Carabaño, R. 2003. ITEA. Vol Extra 24 (II): 657-659.
 Statistical Analysis System Institute. 1990. User's guide, version 6, fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Biodiversidad microbiana en el ciego del conejo

L. Abecia, N.R. McEwan¹, M. Fondevila y J. Balcells
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos,
Universidad de Zaragoza, M. Servet 177, 50013 Zaragoza
¹: Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, Reino Unido

INTRODUCCIÓN

El estudio de la diversidad microbiana del tracto digestivo, además de por su valor ecológico intrínseco, contribuye al estudio del metabolismo del animal hospedador. Recientes publicaciones estudian la composición y fluctuación de las poblaciones microbianas digestivas de varias especies domésticas, como cerdos (Leser y *col.* 2002), caballos (Daly y *col.* 2001) o pollos (Lu y *col.* 2003), así como de rumiantes (Edwards y *col.* 2004). La población microbiana del conejo es un modelo atractivo de estudio dado que su sistema de reciclaje microbiano mediante cecotrofia la diferencia de otras especies de herbívoros.

El análisis de secuencias *16S rRNA* como criterio para la descripción filogenética permite superar las deficiencias de otros métodos, como el cultivo *in vitro*, que sólo considera las especies cultivables, o métodos moleculares limitados a organismos descritos previamente (Bennegadi y *col.* 2002; Pérez de Rozas y *col.* 2004).

El objetivo de este trabajo es el estudio de la población microbiana del ciego de conejos en crecimiento mediante análisis de la secuencia del locus *16S rRNA* de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos conejos Neozelandeses sanos destetados a los 28 días y cebados durante 30 días fueron sacrificados por dislocación cervical. Se tomaron muestras (2 ml) de contenido cecal, que fueron congeladas inmediatamente en nitrógeno líquido y almacenadas a -80 °C. Para su análisis, las muestras se descongelaron en hielo y se agruparon antes de la extracción del ADN, que se llevo a cabo usando QIAamp DNA Stool Mini Kit (QIAGEN Ltd.) siguiendo las instrucciones del fabricante. Los fragmentos de la región *16S rRNA* fueron amplificados por PCR usando los oligonucleótidos universales de bacterias CAC GGA TCC GGA CGG GTG AGT AAC ACG (Embley y *col.* 1988) y ACG GCT ACC TTG TTA CGA CTT (Lane, 1991). Las amplificaciones resultantes fueron clonadas en un vector TA (Invitrogen) y se seleccionaron al azar 96 clones. Los insertos fueron secuenciados en ambas direcciones utilizando ABI Prism BigDye kit en un equipo Beckman Coulter CEQ 8000 Genetic Analyzer. La búsqueda de identidades y de las mayores homologías se realizó mediante la aplicación informática del NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). Los 10 resultados de homología que mostraban más identidad con la nueva secuencia identificada, así como ésta, se utilizaron en la construcción de un árbol filogenético mediante el algoritmo de Neighbor-Joining (Saitou & Nei, 1987). La longitud de las ramas es una representación gráfica de la distancia genética entre diferentes microorganismos, cuanto mayor es la distancia entre dos unidades taxonómicas, mayor es la diferencia entre ambas secuencias. Las secuencias fueron alineadas utilizando la aplicación informática ClustalW del EBI (<http://www.ebi.ac.uk/clustalw>) y la alineación generada fue manualmente corregida usando GeneDoc (Nicholas, 1997) para lograr una longitud aproximada de 1kb. Las secuencias se analizaron mediante el paquete de programas estadístico de análisis filogenético PHYLIP (Felsenstein, 1989). La matriz de distancias genéticas se estimó mediante el algoritmo de Kimura de dos parámetros. La robustez del árbol filogenético generado se estimó mediante remuestreo de los datos originales por "bootstrapping", usando 1000 iteraciones y mostrándose en el árbol los valores

iguales o superiores al 50 %. TreeView (Page, 1996) fue utilizado para la visualización del árbol filogenético construido a partir de la salida del programa Consense.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 96 secuencias consideradas a estudio, se identificaron 46 no descritas anteriormente, aunque basándonos en el umbral del 97% de homología tomado de la definición de especie (Stackebrandt y Goebel, 1994), este trabajo aportaría 44 nuevas secuencias. Han sido depositadas en la base de datos EBI (European Bioinformatics Institute) con números de acceso AJ863512-AJ863557. Las secuencias generadas en este estudio se agrupan en 6 grupos distintos, tal como se presenta en el árbol filogenético (Figura 1).

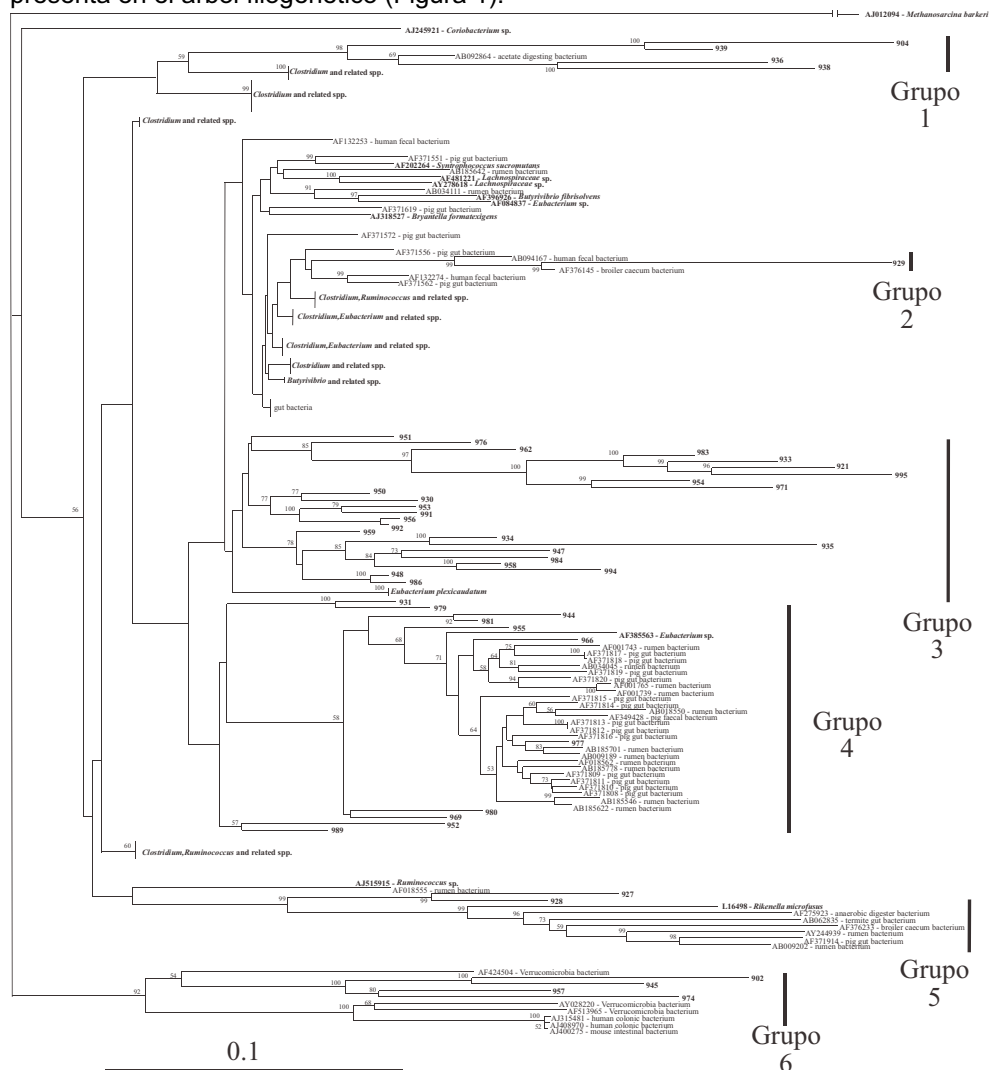


Figura 1. Resumen del árbol filogenético mediante el algoritmo de Neighbor-Joining para determinar la relación filogenética de las nuevas secuencias.

En general se puede afirmar que existe una gran biodiversidad microbiana por el gran número de microorganismos detectados a partir de sólo dos animales. Es especialmente destacable el Grupo 3, donde se localizan 24 de las 46 nuevas secuencias descritas, pero ninguna de las registradas en la base de datos. Dentro de este grupo los valores de bootstrapping son fuertes y la longitud de las ramas muestra distancias relativas entre secuencias, por lo que este grupo podría indicar un nivel diferente, no descrito previamente en otros sistemas digestivos. Debido a su abundancia, se puede especular que estos organismos podrían estar relacionados con la fisiología digestiva de esta especie, necesitando para tal afirmación un estudio más específico y a mayor escala.

Otras secciones presentadas en la Figura 1 incluyen tanto secuencias previamente descritas en otros sistemas digestivos como las encontradas en este estudio. En el Grupo 4 están presentes secuencias descritas anteriormente y registradas como procedentes de material ruminal, así como de intestino y heces de cerdo, demostrando que algunos de los nuevos clones detectados en este análisis son al menos, similares a microorganismos presentes en otros sistemas digestivos. En los Grupos 1 y 2 el género conocido más abundante es *Clostridium*. En el Grupo 2 se encuentran secuencias procedentes de rumen y de intestino de cerdo, además de heces humanas y del ciego de pollos broilers.

En contraste con librerías de genes *16S rRNA* de ecosistemas digestivos de otros mamíferos, este estudio no detectó ningún clon que se uniera al grupo de *Prevotella/Bacteroides*, uno de los más abundantes en el tracto digestivo. A pesar de que tal relación ha sido descrita previamente en conejos mediante estudios de hibridación (Bennegadi y col. 2002) o RFLP (Pérez de Rozas y col., 2004), éstos se basan en el contraste con una secuencia conocida prefijada, y tanto ésta como las condiciones analíticas pueden no ser necesariamente específicas.

La microbiota cecal del conejo es diversa. La elevada proporción de clones del Grupo 3 sugiere que este ecosistema contiene linajes no próximos filogenéticamente a los de otros organismos superiores, indicando que especies cecotróficas como el conejo pudieran estar asociadas con una microflora diferente a la de otras especies, debido probablemente al funcionamiento fisiológico específico de su ciego.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el Rowett Research Institute, financiado por el programa europeo de formación Marie Curie (ANAEROBE School Programme) y una beca para la formación de investigadores del Gobierno Vasco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennegadi N., Fonty G., Millet L., Gidenne T., Licois D., 2002. *Reprod. Nutr. Develop.* 42: S15.
- Daly K., Stewart C.S., Flint H. J., Shirazi-Beechey S.P., 2001. *FEMS Microbiol. Ecol.* 38: 141-151.
- Edwards J.E., McEwan N.R., Travis A.J., Wallace R.J., 2004. *Antonie van Leeuwenhoek* 86: 263-281.
- Embley, T.M., Smida, J. and Stackebrandt, E., 1988. *Journal of General Microbiology* 134: 961-966.
- Felsenstein, J. 1989. PHYLIP- phylogeny inference package (Version 3.2). *Cladistics* 5: 164-166.
- Lane D.J. 1991. *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics*, pp. 115-175. Wiley, New York.
- Leser T.D., Amenuvor J.Z., Jensen T.K., Lindcrona R.H., Boye M., Møller K., 2002. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 673-690.
- Lu J., Idris U., Harmon B., Hofacre C., Maurer J.J., Lee M.D., 2003. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 6816-6824.
- Nicholas, K.B., Nicholas, H.B. Jr and Deerfield, D.W., 1997. (Version 2.6.002) *EMBNEW.NEWS*, EBI Newsletter. 4:14.
- Page R.D.M., 1996. TREEVIEW, *Comput. Appl. Biosci.* 12, 357-358.
- Pérez de Rozas A.M. y col., 2004. *Reprod. Nutr. Develop.* 44: S4.
- Saitou N. & Nei M. 1987. *Mol. Biol. Evol.* 4(4): 406-425.
- Stackebrandt, E. and Goebel, B. M., 1994. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 846-849.

INFLUENCIA DEL TIPO Y PROCESAMIENTO DEL CEREAL Y LA INCLUSIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE FIBRA EN LA DIETA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE POLLITOS DE ENGORDE DE 1 A 21 DÍAS DE EDAD

E. Jiménez- Moreno, J.M. González-Alvarado, R. Lázaro, y G.G.Mateos
Universidad Politécnica de Madrid, España

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea – 25 ha impuesto restricciones al uso de promotores de crecimiento tipo antibiótico en la dieta como consecuencia se precisan nuevas alternativas alimenticias para reducir los problemas entéricos que han surgido en condiciones de campo. El empleo de arroz, el tratamiento térmico del cereal o la inclusión de ciertos niveles mínimos de fibra en la dieta son algunas de las estrategias a estudiar a este particular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos experimentales para evaluar el efecto del cereal, su procesamiento térmico y la inclusión de fibra sobre la productividad en pollitos de engorde de 1 a 21 días de edad. En ambos casos, el diseño fue en bloques completamente al azar con 12 tratamientos experimentales ordenados de forma factorial con dos tipos de cereal (maíz o arroz), dos niveles de procesamiento térmico (crudo y procesado térmico a 95°C), y tres fuentes de fibra (ausencia, 3 % de cascarilla de avena o 3 % de cascarilla de soja). Las dietas experimentales se formularon de acuerdo con la composición de materias primas de las tablas FEDNA (2003) y con el fin de satisfacer los requerimientos nutricionales establecidos por el NRC (1994). Su composición nutritiva y análisis calculado se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición y análisis de las dietas experimentales

Ingredientes	Control	Cascarilla de avena	Cascarilla de soja
Cereal ¹	60	60	60
Concentrado proteína de soja	21.96	21.96	21.96
Aceite de soja	3.80	3.80	3.80
Harina de pescado LT	7.00	7.00	7.00
Sepiolita	3.00	---	---
Cascarilla de avena	---	3.00	---
Cascarilla de soja	---	---	3.00
Celite	1.00	1.00	1.00
Corrector vitamínico-mineral	0.20	0.20	0.20
Otros ²	3.04	3.04	3.04
Análisis calculado			
Energía Metabolizable, kcal/kg	3097	3109	3121
Proteína bruta, %	21.46	21.57	21.85
Almidón, %	40.58	40.84	40.58
Extracto etéreo, %	6.08	6.11	6.18
FND, %	5.27	7.34	6.99

¹ Arroz o maíz, crudo o cocido.

² 1.12% carbonato cálcico, 1.40% fosfato bicálcico, 0.23% cloruro sódico, 0.10% L-Lisina, 0.19% d-metionina.

En el ensayo I, cada tratamiento se replicó 6 veces, mientras que en el ensayo II, hubo 3 réplicas por tratamiento. En ambos casos la unidad experimental estuvo constituida por una jaula con 16 pollitos. Los controles de peso y pienso se realizaron a 0, 4 y 21 días de edad y a partir de estos datos se estimó la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD) y la conversión alimenticia. Los resultados de ambos ensayos se analizaron conjuntamente mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) utilizando un diseño en bloques (experimentos) completamente al azar con los tratamientos ordenados de forma factorial. Se estudiaron los efectos principales (tipo de cereal, procesado e inclusión de fibra) y sus interacciones. Dentro del factor fibra se estudió mediante contrastes el efecto de la adición o no de fibra y el efecto del tipo de fibra (cascarilla de avena vs cascarilla de soja).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

A 21 días de edad, los pollitos alimentados con arroz tuvieron una mejor conversión que los alimentados con maíz (1.32 vs 1.37; $P < 0.05$), pero no hubo diferencias significativas ni para la GMD (32.8 vs 32.3 g) ni para el CMD (43.4 vs 44.2 g) (tabla 2). Estas mejoras indican que el contenido en EM del arroz es superior al maíz y corroboran las diferencias entre valores para ambos cereales de las tablas FEDNA (2003). El procesado del cereal no afectó a los parámetros productivos pero la inclusión de fibra mejoró tanto las ganancias diarias ($P < 0.01$) como los índices de conversión ($P < 0.001$). De 0 a 4 días de edad, el procesado del cereal redujo la GMD (13.8 vs 13.2 g; $P < 0.001$) y empeoró la conversión alimenticia (1.30 vs 1.27; $P < 0.01$). Se observó que los pollos que consumieron arroz desperdiciaron más alimento que los que consumieron maíz lo que indicó que los pollitos muy jóvenes tuvieron dificultades en consumir estas dietas de arroz debido posiblemente al reducido tamaño de las partículas. La inclusión de cascarilla en la dieta mejoró la conversión alimenticia (1.27 vs 1.32; $P < 0.05$) a esta edad. Se observó una interacción significativa entre el cereal y el procesado térmico de 0 a 4 días; al procesar el maíz, se redujo la GMD (13.1 vs 14.1 g; $P < 0.001$) y empeoró la conversión alimenticia de la dieta (1.34 vs 1.25; $P < 0.001$), lo que no ocurrió al procesar el arroz (tabla 2).

El arroz es un cereal de elección en dieta para pollitos de 0 a 21 días de edad ya que mejora los parámetros productivos en comparación con el maíz. El procesamiento de cereal empeoró los rendimientos productivos de las dietas basadas en maíz pero no de las dietas basadas en arroz. La inclusión de un 3% de cascarilla, bien de avena o bien de soja, mejoró la productividad especialmente en los primeros estadios de vida lo que indica que probablemente los pollitos jóvenes tengan unas necesidades mínimas de fibra en la dieta. Este estudio nos plantea la necesidad de estudiar qué fuentes de fibra y qué nivel de inclusión deben emplearse en dietas de iniciación de pollos de engorde.

Tabla 2. Ganancia media diaria (g/d), consumo medio diario (g/d), y la conversión alimenticia (g/g)¹ en pollos

	Periodos						
	0 a 4 d			0 a 21 d			
	GMD	CMD	IC	GMD	CMD	IC	
Cereal							
Maíz	13.6 ^a	17.6	1.29	32.3	44.2	1.37 ^a	
Arroz	13.4 ^b	17.2	1.28	32.8	43.4	1.32 ^b	
Procesado							
Crudo	13.8 ^a	17.5	1.27 ^b	32.6	43.7	1.34	
Cocido	13.2 ^b	17.3	1.30 ^a	32.4	43.9	1.35	
EEM (n = 54)	0.069	0.045	0.010	0.330	0.420	0.006	
Fibra							
Ausencia	13.4	17.7	1.32 ^a	31.4 ^b	43.0	1.37 ^a	
Cascarilla avena	13.6	17.2	1.27 ^b	33.0 ^a	43.9	1.33 ^b	
Cascarilla soja	13.5	17.3	1.28 ^{ab}	33.2 ^a	44.5	1.34 ^b	
EEM (n =36)	0.085	0.176	0.012	0.400	0.520	0.008	
Cereal*procesado							
Maíz crudo	14.1 ^a	17.6	1.25 ^b	32.0	43.3 ^{ab}	1.36 ^{ab}	
Maíz cocido	13.1 ^b	17.6	1.34 ^a	32.5	45.1 ^a	1.39 ^a	
Arroz crudo	13.4 ^b	17.4	1.29 ^{ab}	33.2	44.1 ^{ab}	1.33 ^{bc}	
Arroz cocido	13.4 ^b	17.0	1.27 ^b	32.4	42.8 ^b	1.32 ^c	
EEM (n =27)	0.098	0.200	0.015	0.460	0.600	0.009	
Efectos	GL		Probabilidad ²				
Cereal	1	**	*	NS	NS	NS	***
Proceso	1	***	NS	**	NS	NS	0.095
Fibra	2	NS	0.07	*	**	NS	**
Ausen.vs cascar.	1	NS	*	**	**	0.075	***
C.avena vs C.soja	1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cereal*procesado	1	***	NS	***	NS	*	NS
Cereal*proc.*fibra	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹ Medias corregidas por mínimos cuadrados

² NS :no significativo; *, P< 0.05; **, P< 0.01; ***, P< 0.001

^{a,b,c} Medias en una misma columna y dentro de un efecto principal o interacción de dos o más factores con letras superíndices distintas son significativamente diferentes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis.17th ed. AOAC, Gaithersburg, MD.

FEDNA, 2003. Normas para la formulación de piensos compuestos. C. de Blas, G.G. Mateos y P. G. Rebolgar. (Eds.)

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN POLLOS BROILER INOCULADOS CON *EIMERIA*

Mora-Pulido, V.¹, Francesch, M.¹, del Cacho, E.², Badiola, I.³, Brufau, J.¹

¹Dpto. Nutrición Animal, IRTA, Centre Mas Bové, Apdo. 415, 43280 Reus

²Dpto. Patología Animal, Universidad de Zaragoza, C/Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

³CReSA, Edificio V Campus UAB, 08192 Cerdanyola del Vallès.

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis es una enfermedad producida por la invasión de las células de la mucosa intestinal por protozoos del género *Eimeria*, que predispone la aparición de enteritis necrótica (EN) y frecuentemente provoca cuantiosas pérdidas en la avicultura. La inclusión de altos niveles de trigo, cebada y centeno en dietas de aves, por su alto contenido en polisacáridos no amiláceos (PNA), incrementa la actividad microbiana en el digestivo del ave (Choct y col., 1996), pudiendo favorecer la aparición de disbacteriosis intestinales. La suplementación del pienso con enzimas exógenos (xilanasa y β -glucanasa, principalmente) suprime o reduce en parte estos problemas (Bedford y Morgan, 1996).

En el nuevo contexto de la producción industrial de carne de aves sin antibióticos promotores del crecimiento y posiblemente sin coccidiostáticos como aditivos, pueden aumentar los problemas de disbacteriosis intestinales, coccidiosis y EN. Con referencia a la coccidiosis, parece ser que la patogenicidad de algunas cepas de *Eimeria* parece depender del cereal utilizado (Williams, 1992), y que la utilización de enzimas en dietas de trigo reduce la depresión del crecimiento provocada por la coccidiosis en pollitos (Morgan y Bedford, 1995).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la adición de un producto enzimático, con actividad xilanásica principalmente, sobre la modulación de la coccidiosis en pollos broilers, inoculados con diferentes especies de *Eimeria* y alimentados con una dieta de alto contenido en PNA, con o sin la adición del ionóforo monensina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 1000 pollos de un día de vida (estirpe Ross 308), alojados en 20 corrales (5 tratamientos x 4 réplicas) provistos de luz artificial y calefacción de gas. Hasta los 28 días de vida, se les administró una dieta basada en trigo-cebada-centeno (Tabla 1). El agua y el pienso se suministraron *ad libitum*. Los tratamientos experimentales fueron: control no inoculado (CNI), control inoculado (CI); control inoculado + 100 ppm de monensina (CIM); control inoculado + enzima (2100 unidades de xilanasa/kg pienso) (CIE); control inoculado + monensina +enzima (CIME). La inoculación se realizó a los 7 días, a través del pienso, con ooquistes esporulados de *Eimeria acervulina*, *E. maxima* y *E. tenella*, con una dosis para producir una infección de coccidiosis moderada. A los 21 días, se recogieron muestras de excreta para recuento de ooquistes (Hodgson, 1970); y se sacrificaron 12 animales por tratamiento mediante inyección intravenosa de pentobarbital sódico para evaluar lesiones de *Eimeria* (Johnson y Reid, 1970). A los 28 días, se pesaron los animales y el pienso para

determinar el peso final, consumo medio diario, ganancia media diaria e índice de conversión. La mortalidad se registró diariamente.

Tabla 1. Materias primas (%) y composición química (%) de la dieta base.

Trigo	Cebada	Centeno	Soja48	Soja ext.	Grasa animal	Met	Lys	CaCO4	CaHPO4	Sal	Colina	Premix
33.1	21.9	6.0	16.6	14.6	4.0	0.257	0.207	1.120	1.427	0.324	0.055	0.400
EM (kcal/kg)	PB	FB	EE	Lys	Met	Met+Cys	Ca	P disponible				
3.000	21.0	4.2	7.8	1.15	0.54	0.88	0.90	0.40				

El diseño experimental fue un modelo factorial aumentado (Marini, 2003), 2x2 más un control negativo, y se realizaron contrastes para comparar factores e interacciones de interés. En caso de interacciones significativas ($P < 0.05$), las medias se compararon con el test Duncan de rango múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en la Tabla 2. La inoculación con *Eimeria* empeoró la ganancia de peso y el índice de conversión ($P < 0.05$). La suplementación con monensina o enzima incrementó el peso final y la ganancia de peso ($P < 0.05$) y la monensina también mejoró el índice de conversión ($P < 0.01$). Se observó cierto efecto aditivo ($P > 0.05$) de la suplementación conjunta de monensina y enzima en la ganancia de peso y el consumo de pienso. No se observaron diferencias significativas entre los animales inoculados y con dietas suplementadas con alguno de los aditivos y los animales no inoculados. La mortalidad fue relativamente baja (2.5% de media), y no se observaron diferencias entre tratamientos.

A los 21 días de vida, tanto la suplementación de monensina como la de enzima disminuyeron el número de ooquistes excretados ($P < 0.01$), y esta disminución fue mayor con la utilización conjunta de ambos aditivos. Tanto la monensina como el enzima redujeron las lesiones de *Eimeria* en el intestino de las aves ($P < 0.05$), expresado como suma de las lesiones de las tres especies, siendo mayor esta reducción con la utilización de monensina. El recuento de ooquistes y la valoración de lesiones en los animales no inoculados fue cero, indicando que no hubo contaminación cruzada entre grupos.

Considerando los parámetros productivos, excreción de ooquistes y valoración de lesiones, la suplementación con enzima redujo la severidad de la infección por coccidiosis, aunque el efecto fue menor que el de la monensina. El mecanismo de acción del ionóforo monensina se basa en la perturbación del balance electrolítico de iones sodio y potasio en el parásito (McDougald, 1998). Además de su efecto directo sobre las *Eimeria spp.* como ionóforo, la monensina también es eficaz contra otras bacterias patógenas del digestivo del ave (Elwinger y col., 1998). El efecto beneficioso del enzima no sería debido a un efecto directo sobre el parásito, sino que al modificar las condiciones del digestivo del ave, se dificultaría su proliferación. Con la utilización del enzima se reduce la viscosidad intestinal y se incrementa la digestión de los nutrientes, resultando en una menor proliferación y fermentación bacteriana en el intestino (Bedford, 2000); además, se produce un efecto beneficioso sobre la integridad de la

mucosa intestinal (Matholouthi y col., 2002), dificultándose la proliferación de patógenos y entre ellos la *Eimeria*.

Tabla 2. Peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), ingesta diaria (ID), índice de conversión (IC), mortalidad (M), recuento de ooquistes y valoración de lesiones de *Eimeria*.

	29 días					21 días	21 días
	PF (g)	GMD (g/d)	ID (g/d)	IC (g:g)	M (%)	<i>Eimeria</i> spp. n° ooquistes/mg	<i>Eimeria</i> spp. Lesiones ¹
CNI	1457	45,0	68,7	1,53	2,4	0	0,0
CI	1400	42,9	67,8	1,58	2,0	553	6,8 ^a
CIM	1443	45,1	67,4	1,49	2,0	228	3,4 ^c
CIE	1421	44,4	68,2	1,53	2,9	229	4,3 ^b
CIME	1513	47,4	70,4	1,49	3,0	97	3,5 ^c
SE	17,0	0,59	1,08	0,015	2,75	0,05	
Contrastes					P-value		
CNI vs. CI	*	*	NS	*	NS	**	**
CNI vs. CIM+CIE+CIME	NS		NS	NS	NS	**	**
CI vs CIM+CIE+CIME	*	**	NS	**	NS	**	**
Efecto monensina	**	**	NS	**	NS	**	**
Efecto enzima	*	*	NS	NS	NS	**	**
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**

¹ Suma del total de puntuación de valoraciones para las tres *Eimeria* spp.

CNI = control no inoculado; CI = control inoculado; CIM = control inoculado + monensina ; CIE = control inoculado + enzima; CIME = control inoculado + monensina + enzima.

SE=standard error

Como conclusión, los resultados sugieren que en animales infectados con coccidiosis la dieta es un factor importante y que en dietas con alto contenido de PNA la utilización de enzimas puede ser una herramienta útil para reducir la gravedad de la enfermedad y las pérdidas productivas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por INIA en el marco del proyecto RTA-01-086.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedford, M. 2000. *Wld. Poultry Sci. J.* 56:347-365.
 Bedford, M. and Morgan, A.J. 1996. *Wld Poultry Sci J* 52:61-68.
 Choct, M., R. J. Hughes, Wang, J., Bedford, M.R., Morgan, A.J., Annison, G. 1996. *Br. Poult. Sci.* 37:609-621.
 Elwinger, K., E. Berndtson, B. Engström, O. Fossum, and L. Waldenstedt. 1998. *Acta vet. Scand.* 39:433-441.
 Hodgson, J.N. 1970. *Exp. Parasitol.* 28:99-102.
 Johnson J., W. M. Reid. 1970. *Exp. Parasitol.* 28:30-36.
 Marini, R.P. 2003. *HortScience* 38(1):117-120.
 Matholouthi, N., J. P. Lallès, P. Lepercq, C. Juste, and M. Larbier. 2002. *J. Anim. Sci.* 80:2773-2779.
 McDougald, L. R. 1998. *Poult. Sci.* 77:1156-1158.
 Morgan, A. J. and M. R. Bedford. 1995. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* :109-115.
 Williams, R. B. 1992. *Vet. Res. Community* 16:147-152.

¹EFFECTO DE LA RELACIÓN FORRAJE CONCENTRADO EN LA RACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SALIVA EN EL GANADO CAPRINO

M.A. Pellitero, C. Valdés, J.S. González, M.D. Carro y S. López

Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071. León

INTRODUCCIÓN

La saliva juega un importante papel en la fisiología digestiva de los rumiantes, ya que, además de participar en la deglución y masticación de los alimentos, influye en la fermentación ruminal: contribuye a mantener el pH dentro de un rango estrecho, impide la elevación excesiva de la presión osmótica, facilita el paso de las partículas a través del orificio retículo-omasal y favorece el crecimiento microbiano (Carter y Grovum, 1990).

La producción de saliva depende fundamentalmente del comportamiento ingestivo- definido por las pautas de masticación y rumia- el cual, a su vez, varía con la relación forraje:concentrado de la ración, la forma de presentación del forraje y con la especie de rumiante (Van Soest, 1994).

En el presente trabajo se estudia el efecto de la relación forraje: concentrado de la ración sobre el comportamiento ingestivo y el ritmo de producción de saliva por la glándula parótida en el ganado caprino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 cabras adultas, no gestantes ni lactantes, de raza Alpina (PV= 38,2±2,64 kg). Los animales permanecieron en una nave con iluminación continua, alojados en jaulas individuales diseñadas al efecto (González *et al.*, 1999).

Se formularon dos raciones isonitrogenadas (26,4 g de nitrógeno / kg MS) en las que se combinaron un forraje y un concentrado en las proporciones (expresadas en materia fresca (MF)) 80:20 (ración **C20**) y 20:80 (ración **C80**). Como forraje se empleó un heno de alfalfa picado y como concentrado una mezcla de maíz aplastado, cebada aplastada y harina de torta de soja en las proporciones 44:39:17 (MF). A cada una de las raciones se le añadieron melazas de remolacha y un corrector vitamínico-mineral (35 y 30 g / kg MS, respectivamente). El contenido en FND de las raciones C20 y C80 fue de 332 y 195 g / kg MS, respectivamente. Todos los componentes de ambas raciones se mezclaron en las proporciones anteriormente descritas para ser administradas a los animales en forma de raciones completas y se administraron en dos tomas iguales (600 g) separadas entre sí por un período de 12 horas. Los rehusados, en caso de presentarse, se retiraron y se registró su cantidad antes de la comida de la mañana. Todos los animales dispusieron de agua a voluntad.

El experimento se llevó a cabo en dos períodos, consumiendo los animales una de las raciones en cada período, de acuerdo con un diseño conmutativo.

Después de un período de adaptación a la ración y al nivel de ingestión de 15 días, se sometió a los animales, bajo anestesia, a la inserción de un tubo de PVC de 2,5 mm de diámetro externo y 1,5 mm de diámetro interno en el conducto excretor de la glándula parótida derecha, siguiendo el procedimiento descrito por Carter y Grovum (1988). Los tres días siguientes se registró continuamente la producción de saliva y la actividad de los animales empleando un circuito cerrado de televisión y vídeo, descrito por Juarrero *et al.* (1998). Durante el posterior estudio de los vídeos,

¹ Trabajo financiado por la C.I.C.Y.T. (Proyectos AGF94-1357 y AGF94-0026)

se registraron las actividades de ingestión y rumia. Cuando no se observó que los animales realizaran ninguna de ambas actividades durante más de 2,5 minutos se consideró que se hallaban en reposo (descanso).

El efecto de la relación forraje:concentrado se analizó mediante una prueba t de Student para el contraste de la igualdad de medias obtenidas a partir de observaciones pareadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se representan los resultados relativos al comportamiento ingestivo (ingestión, rumia y descanso) y a la producción de saliva por la glándula parótida asociada a cada una de las tres actividades. Los animales que recibieron la ración C20 emplearon más tiempo diario en la ingestión ($P<0,05$) y en la rumia ($P<0,05$) que los que recibieron la ración C80. Sin embargo, la inclusión de una mayor proporción de concentrado en la ración no afectó significativamente ($P>0,10$) al ritmo de producción de saliva por la glándula parótida durante ninguna de las tres actividades estudiadas. Como consecuencia, la producción diaria de saliva por la parótida derecha tendió a ser mayor ($P<0,10$) para la ración C20 ($1948\pm176,4$ mL) que para la C80 ($1551\pm173,5$ mL).

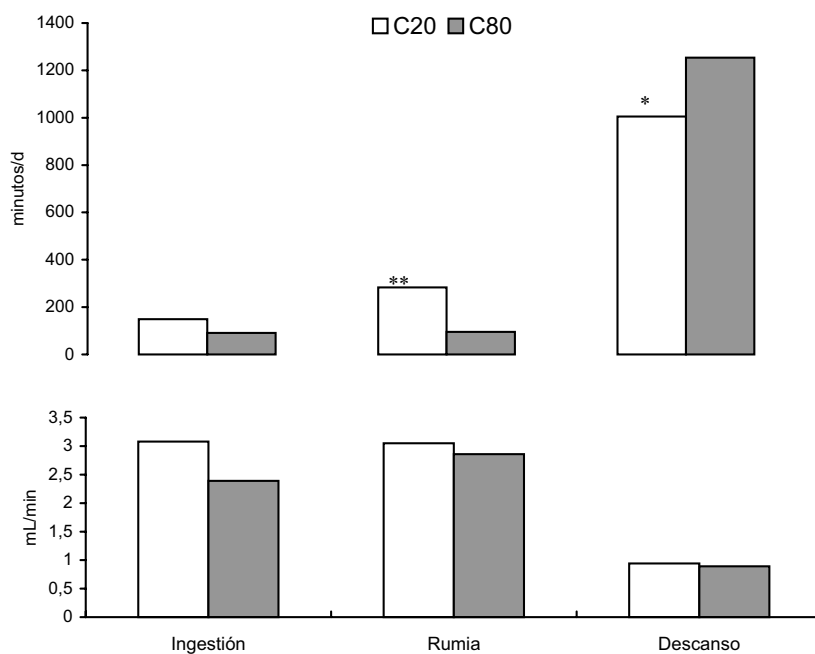


Figura 1. Tiempo diario (minutos) ocupado en la ingestión de alimento, la rumia o el descanso y producción de saliva (mL/minuto) de una glándula parótida por cabras que reciben la ración C20 ó C80. *: $P<0,05$; **: $P<0,005$

Los resultados del presente trabajo parecen confirmar que la inclusión de proporciones elevadas de concentrado en la ración reduce el tiempo dedicado a la masticación (Jacques *et al.*, 1989). El menor flujo diario de saliva al rumen puede reflejarse en los valores del pH ruminal. En efecto, en un experimento anterior al descrito en este trabajo, se estudió, empleando los mismos animales, el efecto de la relación forraje:concentrado sobre distintos parámetros indicativos de la fermentación ruminal y se obtuvo que el pH ruminal fue mayor ($P<0,10$) a lo largo del día para la ración C20 que para la C80 en la mayor parte de los muestreos realizados (Figura 2), manteniéndose con valores inferiores a 6,5 durante menos de dos horas diarias con la ración C20 y durante 16 horas diarias con la C80 (Ranilla *et al.*, 2003)

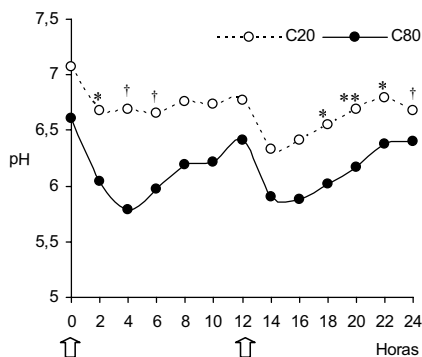


Figura 2. pH ruminal a lo largo del día en muestras tomadas cada dos horas. Las flechas señalan los momentos de administración de las dos comidas diarias. † : $P<0,10$; * : $P<0,05$; ** : $P<0,005$

En resumen, y a modo de conclusión, el incremento de la proporción de concentrado en la ración redujo el tiempo dedicado a la ingestión y a la rumia. En consecuencia, aunque no se detectaron diferencias significativas en el ritmo de producción de saliva, la producción diaria por la glándula parótida disminuyó al disminuir la proporción de forraje en la ración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carter, R.R., Grovum, W.L. 1988. *Canadian Journal of Animal Science*, 68: 305-309.
- Carter, R.R., Grovum, W.L. 1990. *Journal of Animal Science*, 68: 2811-2832.
- González, J.S., López, S., Carro, M.D., Valdés, C. 1999. *ITEA*, Vol. Extra 18: 22-23.
- Jacques, K., Harmon, D.L., Croom Jr, W.J., Hagler Jr, W.M. 1989. *Journal of Dairy Science*, 72:443-452.
- Juarrero, A., González, J.S., López, S., Valdés, C. 1998. *Proceedings of the Annual Meeting of the British Society of Animal Science*. pp. 89.
- Ranilla, M.J., M.D. Carro, C. Valdés, J.S. González. 2003. *In: First Joint Seminar of the FAP-CIHEAM Sheep and Goat Nutrition and Mountain and Mediterranean Pastures Sub-Networks*. October 2-4, 2003 Granada.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, N.Y. pp. 230-252

ADICIÓN DE VINAZA DE REMOLACHA A LA PULPA DE REMOLACHA: INGESTIÓN Y PREFERENCIAS EN EL GANADO OVINO

B. Fernández; R. Bodas; A. B. Rodríguez; F. J. Giráldez; A. R. Mantecón.
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080. León

INTRODUCCIÓN

En la alimentación de los rumiantes es común emplear subproductos de la industria agroalimentaria. Entre ellos cabe destacar la pulpa de remolacha, obtenida en el proceso de extracción del azúcar.

Distintos trabajos han demostrado que el valor energético de la pulpa de remolacha es próximo al de los cereales (Battarcheya *et al.*, 1975; Boucque *et al.*, 1976). Cabe indicar, no obstante, que su composición química es muy variable, dependiendo de varios factores, entre ellos de la adición de vinaza de remolacha.

Entre las propiedades nutritivas complementarias a la pulpa de remolacha, es necesario destacar que la vinaza posee un elevado contenido de proteína, fundamentalmente proteína degradable en el rumen (INRA, 1988). En consecuencia, desde el punto de vista del valor proteico, la pulpa con vinaza es un alimento más equilibrado que la pulpa. No obstante, dentro del sector productivo, muchos técnicos y ganaderos comparten la opinión de que la adición de vinaza disminuye la palatabilidad de la pulpa, influyendo negativamente en la ingestión.

Teniendo en consideración lo expuesto, se planteó el presente trabajo, cuyo objetivo fue estudiar el efecto de la adición de diferentes proporciones de vinaza (0, 7 y 13% sobre MS) a la pulpa de remolacha sobre: 1) la ingestión voluntaria y 2) la preferencia de los animales por los distintos tipos de pulpa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este objetivo se realizaron dos pruebas experimentales.

En una primera prueba, se utilizaron 18 ovejas adultas de raza Merina, con un peso vivo medio de 57,9 (sem 2,07) kg. Los animales se distribuyeron en 3 grupos experimentales de 6 animales cada uno, asignándoles un tipo de pulpa a cada grupo: pulpa de remolacha sin vinaza (Grupo Control) y pulpa de remolacha con un 7% (Grupo 7VIN) o con un 13% de vinaza sobre MS (Grupo 13VIN). En la tabla 1 se presentan los datos de composición química de los tres tipos de pulpa.

Tabla 1. Composición química ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ MS) de la pulpa sin vinaza y de la pulpa con un 7% o un 13% de vinaza sobre MS.

	Pulpa	Pulpa 7VIN	Pulpa 13VIN
Materia seca	876	877	905
Cenizas	67	71	98
Fibra neutro detergente	449	432	408
Fibra ácido detergente	235	220	212
Proteína bruta	91	104	108

Los animales se alojaron en jaulas individuales y dispusieron, en todo momento, de agua a voluntad. El periodo experimental fue de 38 días. En una primera etapa, de 21 días de duración, los animales recibieron paja de cebada y pulpa de remolacha sin o con diferentes proporciones de vinaza, según el grupo experimental. Finalizada esta primera etapa, se suprimió la paja de la

ración y los animales únicamente recibieron pulpa de remolacha durante 17 días. Diariamente se controló la ingestión de paja y pulpa, tomándose una muestra del alimento rehusado para determinar su contenido de MS. La cantidad diaria de alimento ofertado a cada animal se calculó para proporcionar un 20% de restos.

En la segunda prueba, se utilizaron 18 ovejas adultas de raza Merina, con un peso medio de 58,0 (sem 1,92) kg, distribuidas en 3 grupos experimentales de 6 animales cada uno. Los animales se alojaron en jaulas individuales y dispusieron de agua a voluntad.

Cada grupo recibió a voluntad dos tipos de pulpa de remolacha, de acuerdo con el siguiente esquema: el Grupo 1 recibió pulpa sin vinaza y pulpa con un 7% de vinaza, el Grupo 2 recibió pulpa sin vinaza y pulpa con un 13% de vinaza y el Grupo 3 recibió pulpa con un 7% y con un 13% de vinaza.

Tras un periodo de entrenamiento de 5 días de duración, para que los animales identificasen los dos tipos de pulpa que iban a recibir, cada grupo recibió, en una primera etapa de 21 días de duración, paja de cebada y los dos tipos de pulpa correspondientes. En una segunda etapa, que tuvo una duración de 10 días, se suprimió la paja de la ración y los animales recibieron únicamente los dos tipos de pulpa de remolacha. Diariamente se recogieron los restos de alimento rehusado, tomando una muestra para determinar su contenido de MS.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza de una vía, utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera etapa de la primera prueba, como puede apreciarse en la figura 1 a), los mayores valores de ingestión de pulpa ($P < 0,1$) correspondieron a los animales que consumieron la pulpa con mayor contenido de vinaza. Los valores medios de ingestión fueron de 758 (sem 133,1), 839 (sem 58,5) y 1088 (sem 67,6) g de $MS \cdot animal^{-1} \cdot día^{-1}$ para los grupos Control, 7VIN y 13VIN, respectivamente. La ingestión total de MS (pulpa + paja) fue significativamente mayor ($P < 0,05$) para el grupo 13VIN, siendo los valores medios de 922 (sem 110,7), 944 (sem 64,3) y 1256 (sem 62,5) g de $MS \cdot animal^{-1} \cdot día^{-1}$ para los grupos Control, 7VIN y 13VIN, respectivamente.

En la segunda etapa, en la que se suprimió la paja de la ración, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en la ingestión de pulpa, siendo los valores medios de ingestión de 1043 (sem 111,7), 1051 (sem 61,9) y 1140 (sem 86,9) g de $MS \cdot animal^{-1} \cdot día^{-1}$ para los grupos Control, 7VIN y 13VIN, respectivamente.

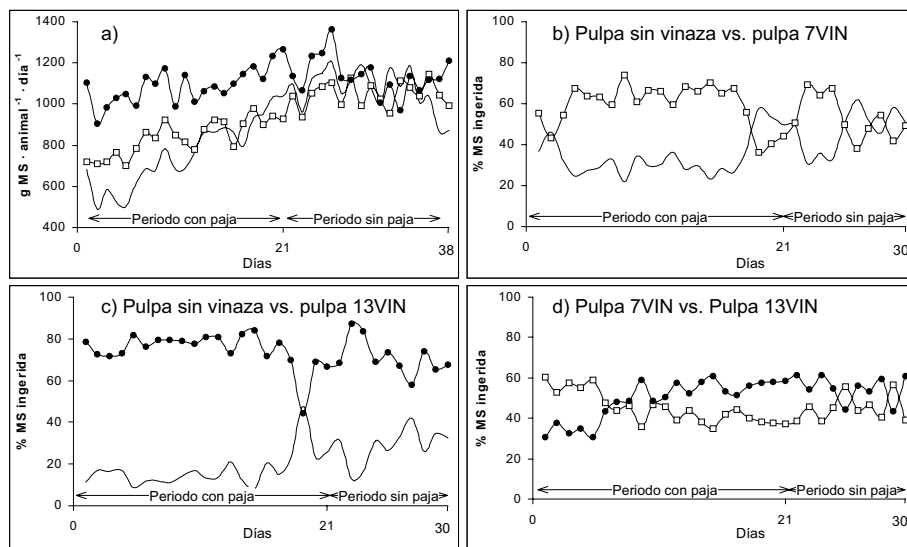
Las diferencias observadas en la etapa inicial podrían ser indicativas de una mayor preferencia por la pulpa con vinaza. En este sentido, tal y como se puede observar en las figuras 1 b), 1 c) y 1 d), en la segunda prueba experimental, los animales mostraron preferencia por la pulpa con un 13% de vinaza respecto a la pulpa sin vinaza o con un 7% de vinaza, tanto en la etapa en la que tuvieron acceso a la paja como cuando ésta se suprimió de la ración. La mayor preferencia de las ovejas por la pulpa con vinaza podría estar relacionada con la palatabilidad de los distintos tipos de pulpa pero también con el hecho de que el mayor contenido de proteína degradable de la pulpa con vinaza podría estimular el crecimiento y la actividad de la microbiota ruminal.

En este sentido, cabe indicar, por una parte, que el ritmo de degradación de los alimentos en el rumen es mayor en los animales que consumen pulpa

con vinaza que en aquellos otros que consumen pulpa sin vinaza (datos propios, sin publicar). Por otra, que Cooper *et al.* (1995) han sugerido que el efecto de un alimento sobre el ambiente ruminal puede condicionar la preferencia de los animales por el mismo.

Se puede concluir, por tanto, que, en ganado ovino, la adición de vinaza a la pulpa no influye negativamente en la palatabilidad y mejora la actividad degradativa de la microbiota ruminal, cuando ésta se administra sola o con forrajes deficitarios en proteína degradable en el rumen.

Figura 1. a) Ingestión media de pulpa ($\text{g MS} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) para cada grupo cuando los animales reciben un solo tipo de pulpa y b), c), d) proporción de MS de pulpa ingerida ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ MS total ingerida) cuando reciben diferentes tipos de pulpa. En todas las figuras: Pulpa sin vinaza (—); Pulpa con un 7% (□) y un 13% (●) de vinaza.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la Junta de Castilla y León (Proyecto CSI 07/04) y realizado en colaboración con el grupo de I+D de la empresa Azucarera Ebro, S.L.

BIBLIOGRAFÍA

- Bhattacharya, A.N.; Khan, T.M. and Uwayjan, M.** (1975). Dried beet pulp as a sole source of energy in beef and sheep rations. *Journal of Animal Science*, 41(2), 616-621.
- Boucqque, CH. V.; Cottyn, B. G.; Aerts, J. V. and Buysse, F. X.** (1976). Dried sugar beet pulp as a high energy feed for beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 1, 643-653.
- Cooper, D. B.; Kyriazakis, I. and Nolan, J. V.** (1995). Diet selection in sheep: the role of the rumen environment in the selection of a diet from two differ in their energy density. *British Journal of Nutrition*, 74, 39-54.
- INRA** (1988). *Tables de L'alimentation des bovins, ovins & caprins*. INRA, Paris.
- SAS** (1999). SAS/STAT®. User's Guide Int. (Version 8) SAS Publishing, Cary, NC, (Estados Unidos).

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE LOS N-ALCANOS PARA ESTIMAR LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA, INGESTIÓN Y DIGESTIBILIDAD EN EL GANADO OVINO CONSUMIENDO DISTINTAS PROPORCIONES DE ALFALFA Y RAIGRÁS (*Lolium rigidum*)

A. Keli, O.L Valiente, A. de Vega y J. A. Guada

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza (España)

INTRODUCCIÓN

La integración de la ganadería ovina en el ciclo agrícola en las zonas áridas y semiáridas de España es no sólo posible sino también muy interesante desde el punto de vista de la rentabilidad de la explotación y de la conservación del medio ambiente (de Vega y Delgado, 2002). En este marco, una de las alternativas propuestas (Delgado, 2000) incluye el pastoreo directo de cereales de invierno, arbustos forrajeros (*Atriplex halimus*), y asociaciones de alfalfa con *Lolium rigidum* en diferentes épocas del año. El valor nutritivo de estos recursos dependerá, principalmente, de su ingestibilidad y digestibilidad, siendo ambos parámetros de muy difícil estimación en condiciones extensivas (Mayes y Dove, 2000). La metodología de los n-alcanos es una técnica prometedora para estimar la composición de la dieta y la ingestión tanto con mezclas de forrajes de clima templados (Dove *et al.*, 2000) como con dietas mixtas de paja y grano de cebada (Valiente *et al.*, 2003), aunque no existe información sobre su utilidad con dietas constituidas por mezclas de distintas proporciones de alfalfa y raigrás.

El objetivo del presente trabajo fue, por tanto, comparar los resultados de composición de dieta, ingestión y digestibilidad obtenidos en condiciones de confinamiento con los estimados utilizando la metodología de los n-alcanos, en ovejas que consumían distintas proporciones de alfalfa y raigrás (*Lolium rigidum*).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 16 ovejas de raza Rasa Aragonesa, adultas, vacías y secas, distribuidas al azar en cuatro tratamientos consistentes en diferentes proporciones de henos de alfalfa y de raigrás (*Lolium rigidum*) (100:0, 67:33, 33:67 y 0:100). Tras un periodo de adaptación a las dietas de 14 días, durante el cual se fijó el nivel de ingestión de los animales al 95% de *ad libitum* para intentar evitar los rehusos, éstos fueron introducidos en jaulas de metabolismo donde, tras tres días de acostumbramiento, se realizó un balance de digestibilidad de una semana de duración. La administración de la dieta se realizó una vez al día, y desde siete días antes hasta el final del periodo de balance se administró a los animales una dosis diaria (a las 9:00 h) de 1,5 g de papel, en forma de pellet, impregnado con partes iguales de dotriacontano (C₃₂) y hexatriacontano (C₃₆). Durante todo el balance de digestibilidad se tomaron muestras diarias tanto de la alfalfa como del raigrás ofrecidos, que fueron agrupadas para todo el periodo. Una submuestra fue desecada a 60 °C durante 48 horas, y otra molida en un molino de martillos, provisto de criba de 1 mm, y almacenada en botes de plástico. En los casos esporádicos en que los animales dejaron rehusos, éstos fueron pesados y su concentración en materia seca (MS) determinada, moliéndose posteriormente una submuestra (a 1 mm). La producción fecal diaria fue igualmente registrada y su contenido en MS determinado,

tomándose un 5% del peso diario, que fue congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, liofilizado y agrupado en una muestra única por animal, que fue igualmente molida (a 1 mm). En todos los casos las muestras molidas fueron utilizadas para el análisis del contenido en alcanos.

La composición de la dieta se estimó utilizando la metodología propuesta por Mayes *et al.* (1994), y la ingestión total de MS según el procedimiento descrito por Mayes *et al.* (1986) y empleando los alcanos C_{31} y C_{32} . La estimación de la digestibilidad se realizó utilizando el hentriacontano (C_{31}) como marcador interno, considerando una recuperación fecal del 100%. La comparación entre los valores observados y estimados se realizó, para cada uno de los tratamientos, mediante un test de valores pareados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición real de la dieta no pudo ser registrada dado que no fue posible administrar los forrajes por separado. Como alternativa, se intentó estimar a partir de los perfiles de alcanos de la alfalfa, el raigrás y los rehusos (en aquellos casos en que se presentaron), para calcular la composición de estos últimos, y por diferencia con la de la oferta la de la MS ingerida. Sin embargo, los resultados obtenidos distaron mucho de ser satisfactorios tanto con la dieta 67:33 como con la 33:67. La explicación puede encontrarse en la Tabla 1, en la que se puede observar que las concentraciones de alcanos en los rehusos de alfalfa y raigrás no coincidieron con los de la oferta en ninguno de los dos casos, lo que implica una selección por parte de los animales, no sólo entre ambos forrajes, sino también entre partes de un mismo forraje. Ante la imposibilidad de testar la fiabilidad de los n-alcanos para calcular la composición de la dieta en estas condiciones, se pasó directamente a realizar la estimación de la ingestión total de la dieta, calculándose la concentración de C_{31} y C_{32} en ésta por división de las cantidades ingeridas de estos alcanos entre el consumo total real de MS.

Tabla 1: Concentración de alcanos (mg/kg de materia seca) en la alfalfa, el raigrás y en las cantidades rechazadas por las ovejas que los consumían como dieta única.

Alcano	Rehusos					Raigrás	Rehusos				
	Alfalfa	Oveja 1	Oveja 2	Oveja 3	Oveja 4		Oveja 13	Oveja 14	Oveja 15	Oveja 16	
C_{25}	4,3	5,9	2,0	4,7	1,9	30,8	32,9	----	39,0	26,7	
C_{27}	18,9	24,9	6,9	20,6	7,4	48,1	52,0	----	66,1	42,8	
C_{29}	117,2	144,9	14,4	123,9	47,0	124,5	115,2	----	152,2	95,8	
C_{31}	375,5	331,2	202,9	334,0	200,3	165,1	148,5	----	192,6	120,9	
C_{33}	30,3	25,5	16,1	200,3	15,8	23,1	19,4	----	29,3	17,9	

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de ingestión total de MS observados durante el balance de digestibilidad y los estimados aplicando la técnica de los n-alcanos para cada uno de los tratamientos. La diferencia entre ambos valores no alcanzó significación estadística para los tres tratamientos que incluyeron alfalfa (100:0, 66:33, 33:66), aunque sí cuando se utilizó el raigrás como único componente de la dieta (0:100). Sin embargo, aún en este último caso las desviaciones no superaron el 12,5%. Estos resultados estarían de acuerdo con los mostrados por Valiente *et al.* (2003) en el sentido de que una mayor inclusión de pared celular de gramíneas en la dieta provoca mayores desviaciones en la estimación de la ingestión utilizando esta metodología, lo que podría estar, a su vez,

relacionado con la mayor dificultad de extracción de los n-alcanos contenidos en este tipo de matrices polifenólicas (Himmelsbach, 1993).

Tabla 2: Valores de ingestión de materia seca (MSI; kg/día) observados, y estimados utilizando los n-alcanos, con las cuatro dietas. P: probabilidad de las diferencias entre los valores observados y estimados.

Dieta (alfalfa/raigrás)	100:0	66:33	33:66	0:100
MSI observada	1223 ± 118,7	1346 ± 105,6	987 ± 41,0	649 ± 61,3
MSI estimada	1316 ± 179,7 (P=0,369)	1468 ± 199,2 (P=0,314)	1137 ± 38,6 (P=0,071)	752 ± 79,7 (P=0,045)

En el caso de la digestibilidad de la MS (DMS), para ninguno de los tratamientos se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados y los estimados (Tabla 3), aunque en los casos en que se incluyó un 66 y un 100% de raigrás se puede apreciar una tendencia a la sobreestimación cuando se empleó la metodología de los n-alcanos. Un resultado similar fue encontrado por Valiente *et al.* (2003) empleando una dieta de paja y grano de cebada en proporciones 85:15, respectivamente.

Tabla 3: Valores de digestibilidad de la materia seca (DMS; %) observados, y estimados utilizando los n-alcanos, con las cuatro dietas. P: probabilidad de las diferencias entre los valores observados y estimados.

Dieta (alfalfa/raigrás)	100:0	66:33	33:66	0:100
DMS observada	58,8 ± 0,72	59,5 ± 0,64	61,3 ± 0,40	58,6 ± 2,28
DMS estimada	59,4 ± 2,46 (P=0,845)	60,4 ± 1,07 (P=0,447)	63,5 ± 0,69 (P=0,091)	62,2 ± 1,31 (P=0,089)

De los resultados del presente trabajo se puede concluir que la estimación de la composición de la dieta es difícil utilizando el método de los n-alcanos. Sin embargo, un grado importante de fiabilidad parece garantizado cuando lo que se intenta estimar es la ingestión total o la digestibilidad de mezclas de alfalfa y *Lolium rigidum*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Delgado I. (2000). Institución "Fernando el Católico". Zaragoza.
- de Vega, A., Delgado, I. (2002). *Ovis*, 81: 45-60.
- Dove, H.; Freer, M.; Foot, J.Z. (2000). *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 765 – 777.
- Himmelsbach, D.S. (1993). Forage cell wall structure and digestibility.
- Mayes, R.W.; Beresford, N.A.; Lamb, C.S.; Barnett, C.L.; Howard, B.J.; Jones, B.EV.; Eriksson, O.; Hove, K.; Pedersen, Ø.; Staines, B.W. (1994). *Science of the Total Environment*, 157: 289-300.
- Mayes, R.W.; Dove, H. (2000). *Nutrition Research Reviews*, 13: 107-138.
- Mayes, R.W.; Lamb, C.S.; Colgrove, P.M. (1986). *Journal of Agricultural Science*, 107: 161-170.
- Valiente, O.L.; Delgado, P.; de Vega, A.; Guada, J.A. (2003). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54: 693-702.

CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA RETENCIÓN DE BOLOS RUMINALES UTILIZADOS EN LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA DE OVINO¹

J.J. Ghirardi, G. Caja, D. Garín y J. Casellas

Grup de Recerca en Remugants, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

Entre los diversos dispositivos disponibles para la identificación electrónica del ganado, los bolos ruminales son el único diseñado exclusivamente para rumiantes. Este dispositivo ha demostrado ser un sistema fiable (eficacia >99%), de características antifraude y de fácil aplicación y recuperación a la muerte del animal, lo que lo hacen adecuado para la identificación permanente de rumiantes (Caja et al., 1999; Lambooi et al., 1999; Fallon, 2001; Garín et al., 2003). Otra ventaja adicional es su inocuidad para la cadena alimentaria, lo que lo hace especialmente útil para su aplicación en sistemas de trazabilidad (Caja et al., 1999). Por otro lado, éste fue el dispositivo de mayoritariamente empleado y de mejores resultados en el Proyecto IDEA en Europa (Ribó et al., 2003). Sin embargo, debe señalarse que la retención de los bolos varía según sus características físicas (dimensiones, peso y gravedad específica), especie y edad de los animales a identificar (Ribó et al., 1994; Ghirardi et al., 2003, 2005; Garín et al., 2005), por lo que un diseño adecuado resulta de la mayor importancia en la práctica.

Este trabajo tiene por objeto establecer una ley de predicción de la retención de los bolos en ganado ovino, a partir de sus características físicas, lo que será de utilidad ante la recientemente aprobación del Reglamento europeo EC 21/2004 para la identificación y registro de ovinos y caprinos, en el que de establece la obligatoriedad de utilizar la identificación electrónica a partir de 2008.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron nueve tipos de bolos ruminales de forma cilíndrica, fabricados con distintos productos cerámicos según la patente The European Community et al. (1998). Los bolos se agruparon en dos series según sus características (**Tabla 1**). La serie #1 (n = 751) consistió en cinco prototipos de pequeñas dimensiones ('minibolos') que variaron en longitud (37-51 mm), diámetro (9-15 mm), volumen (2.5-5.2 ml) y gravedad específica (2.16-3.59). La serie #2 (n = 484) consistió en dos prototipos de tamaño medio y dos tipos de bolos comerciales de tamaño grande, cuyas dimensiones variaron en longitud (39-68 mm), diámetro (15-21 mm), volumen (6.5-21 ml) y gravedad específica (3.00-3.60). Todos los bolos contenían en su interior un transpondedor pasivo de tecnología HDX y encapsulado en vidrio (3.8 × 32.5 mm; de dos marcas: Allflex, Vitré, Francia; y Rumitag, Barcelona). Los bolos fueron aplicados a un total de 1.235 ovinos de diferentes edades (serie #1: antes del destete, al final del periodo de cebo y en adultos; serie #2: en adultos) y razas (Lacaune, Manchega y Ripollés), pertenecientes a dos granjas situadas en la provincia de Barcelona (S1GCE de la UAB, Bellaterra; Ramadería J. Castosa, Bigas i Riells) explotadas en condiciones de manejo y alimentación semi-intensivas, con pastoreo y suplementación alimenticia en el aprisco. Las aplicaciones las llevaron a cabo operadores entrenados, utilizando aplicadores adaptados a cada tipo de bolo (Rumitag, Barcelona).

¹ Trabajo incluido en el Proyecto QLK1-CT-2001-02229 (EID+DNA Tracing).

Tabla 1. Características de los distintos tipos de bolos utilizados y valores de retención en retículo-rumen de ovinos mayores de 6 meses.

Serie	Dimensiones del bolo			Ítem		
	Peso, g	Volumen, ml	Aplicados, n	Bajas, n	Pérdidas, n	Retención, %
#1	5.2	2.5	35	32	11	68.6
	9.0	2.7	74	43	7	90.5
	13.8	4.0	344	20	4	98.8
	15.9	4.5	173	23	6	96.5
	20.0	5.2	125	4	0	100
#2	22.1	6.5	52	47	0	100
	25.8	8.5	46	39	0	100
	51.0 ¹	14.0	92	3	0	100
	75.0 ²	21.0	294	48	0	100

¹Innoceramics, Téramo (Italia); ²Rumitag, Barcelona.

Durante la aplicación, se vinculó la identificación convencional (crotal oficial de saneamiento) con el código de identificación de los bolos. El seguimiento de la retención de los bolos se inició en el año 2000, continuando en la actualidad con animales adultos ya que ambos rebaños utilizan la identificación electrónica para su gestión productiva. Para el control de la retención se realizaron lecturas estáticas, por medio de lectores manuales (Gesreader Ges 2S, Rumitag) y dinámicas con lectores fijos (F210, Rumitag) colocados en la manga de manejo. En ambas granjas se realizaron lecturas a la aplicación, a las 24 h post aplicación y, al menos, seis lecturas al año, dependiendo de las prácticas de manejo (campaña de erradicación de brucelosis, pesaje, desparasitación, etc.). En el caso de los animales vendidos como desvieje o como reproductores se procedió a su lectura antes de abandonar las granjas. En el caso de bajas, todos los bolos fueron recuperados antes de la eliminación de los cadáveres.

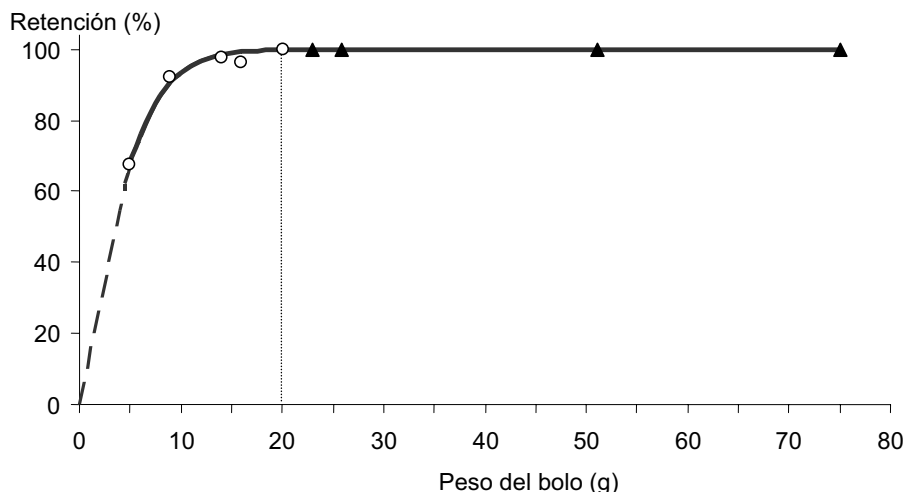
A partir de los datos de retención, peso y volumen de los distintitos tipos de bolos utilizados, se realizó un ajuste de tipo no lineal por medio del PROC NLIN de SAS (SAS Inc., Cary, N. Carolina, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registraron lesiones o accidentes durante la aplicación de los bolos en las distintas categorías de animales. Es de destacar que se registró un 1.6% de errores humanos al introducir la identificación convencional en los lectores, lo que podría ser solucionado si en un futuro ambos dispositivos contaran con el mismo código de identificación. Respecto a las lecturas dinámicas, la eficiencia de lectura media fue del 99.5%, realizándose comprobación manual de los animales no leídos.

La retención final varió según el tipo de bolo tal como muestra la **Figura 1**, situándose 68.6-100% para la serie #1 y en 100% para la serie #2. Estos resultados demuestran el efecto que tiene el peso del bolo sobre su retención en el retículo-rumen, tal como planteó Ribó et al. (1994). La retención del bolo fue eficazmente predicha a partir de su peso y volumen, mediante un modelo de regresión logística ($R^2 = 0.98$; $P < 0.001$), tal como se representa en la Figura 1. El volumen medio para las series #1 y #2 fue de 3.8 y 12.5 ml, respectivamente. Como resultado del modelo de regresión, el peso mínimo del bolo para alcanzar una retención superior al 98% en ganado ovino, tal como recomienda ICAR (2003), fue de 20 g para una gravedad específica superior a 3.0 y un volumen mayor de 4 ml.

Figura 1. Efectos del peso y volumen de los bolos de identificación electrónica sobre su retención en el retículo-rumen de ovinos (Serie #1, ○; Serie #2, ▲; n = 1.235)



Estas características, son satisfechas por el 'minibolo' de 20 g en la serie #1, que además pudo ser aplicado en corderos de las tres razas antes del destete (21 d ó 10 kg de PV) de acuerdo con lo indicado por Ghirardi et al. (2005).

En conclusión, los resultados obtenidos confirman que las características físicas del bolo son clave para obtener una retención satisfactoria en ovino. Todo parece indicar que un aumento del volumen mejora la retención, pero esto puede ser ineficaz sin un peso y una gravedad específica adecuados. Resulta así posible lograr elevadas retenciones (>99%) en animales adultos con bolos de pequeño tamaño ('minibolos'), capaces de ser aplicados antes del destete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja G., C. Conill, R. Nehring, O. Ribó. 1999. *Comp. Electr. Agric.* 24: 45-63.
- Fallon R.J., 2001. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 20: 480-490.
- Garín D., Caja G., Bocquier F. 2003. *J. Anim. Sci.* 81: 879-884.
- Garín D., Caja G., Conill C. 2005. *Livest. Prod. Sci.* 92: 47-58.
- Ghirardi J., Caja G., Garín D., Hernández-Jover M. 2003. *J. Anim. Sci.* 81(Suppl.1): 280 (Abstr.).
- Ghirardi J., Caja G., Flores C., Garín D., Hernández-Jover M. 2005. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl.1): en prensa (Abstr.).
- ICAR 2003. *International Agreement of Recording Practices*. ICAR, Roma.
- Lambooj E., Van't Klooster C.E., Rossing W., Smits A.C., Pieterse C. 1999. *Comp. Elec. Agric.* 24: 81-90.
- Ribó O., Caja G., R. Nehring. 1994. *FEOGA Research Project, Final Report, Vol. I, Exp. UAB-01/2.6*, 7 pp.
- Ribó O., Cuypers M., Korn C., Meloni U., Centioli G., Cioci D., Ussorio A., Veran J. 2003. <http://idea.jrc.it/pages%20idea/final%20report.htm>
- The European Community, Caja G., Vilaseca J.F., Korn C. 1998. *Patente PCT/FR97/00744*. WO 98/01025 (prioridad: 9 de julio de 1996).

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN TEMPRANA DE BOLOS DE IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA EN EL CRECIMIENTO Y LA INGESTIÓN DE CABRITOS LACTANTES¹

N. Castro¹, D. Martín², A. Argüello¹, J. Capote² y G. Caja³

¹Producción Animal, Universidad de Las Palmas de Gran Canarias, Arucas.

²Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, La Laguna.

³Grup de Recerca en Remugants, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

Trabajos previos realizados en la identificación electrónica de ganado ovino han demostrado que la aplicación de bolos cerámicos de tamaño medio (66 × 20 mm, 65 g) no altera la velocidad de crecimiento, resultados reproductivos, capacidad de ingestión y digestibilidad de alimento en corderas de reposición y ovejas adultas (Caja et al., 1999). Así mismo, la aplicación de mini bolos (9 × 37 mm, 5.2 g) y bolos pequeños (15 × 39 mm, 20 g) no afectó al crecimiento, consumo de alimento, estado de la mucosa del retículo-rumen y digestibilidad de corderos durante las fases de cría y engorde (Garín et al., 2003, 2005; Ghirardi et al., 2005).

El ganado caprino presenta diversas particularidades respecto a la identificación con bolos electrónicos, destacando un nivel de pérdidas mas elevado que en ovino y bovino (Ribó et al., 2003; Carné et al., 2005; Capote et al., 2005). La información disponible sobre los efectos de los bolos en los parámetros productivos y digestivos en caprino es muy limitada, destacando los trabajos de Castro et al. (2004) y Martín et al. (2004b), en cabritos lactantes, y de Martín et al. (2004a) en caprino adulto.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la identificación temprana con bolos cerámicos de pequeñas dimensiones sobre el crecimiento, ingestión e índice de conversión de cabritos lactantes hasta su sacrificio como lechales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experiencias con un total de 60 cabritos de raza Majorera que fueron encalostrados durante los primeros 2 d de vida de acuerdo con la metodología propuesta por Argüello et al. (2004) y alimentados mediante un lactorreemplazante (23% PB y 23% GB) hasta alcanzar el peso de sacrificio como cabritos lechales (aproximadamente a 10 kg PV). Los tratamientos experimentales consistieron en la aplicación temprana (lo antes posible sin riesgo para el cabrito) o no (control), de dos tipos de bolos fabricados en material cerámico (Rumitag, Barcelona) de distintas dimensiones: mini (9 × 35 mm, 9 g) y pequeño (12 × 46 mm, 15 g). Los bolos presentaban forma cilíndrica y contenían en su interior un transpondedor pasivo half-duplex de 32 mm (Rumitag, Barcelona) encapsulado en cristal y sellado con silicona resistente a las condiciones ruminales. La aplicación de los bolos se realizó por personal previamente entrenado, directamente a mano, introduciéndolos hasta el fondo de la boca ejerciendo una ligera presión en la epiglotis para forzar a su deglución.

Experiencia I: Se utilizaron 30 cabritos que fueron divididos en dos grupos equilibrados a los que se aplicaron los tratamientos experimentales al azar. Un grupo

¹ Trabajo incluido en el proyecto europeo QLk1-2001-02229 (EID+DNA Tracing)

(n = 15) se identificó con un bolo mini de 9 g a los 4.8 kg PV. El segundo grupo (n = 15) se utilizó como control.

Experiencia II: Se utilizaron otros 30 cabritos, divididos en dos grupos equilibrados a los que se aplicaron los tratamientos. A un grupo (n = 15) se aplicó un bolo pequeño de 15 g a los 5.6 kg PV y el otro grupo (n = 15) se utilizó como control.

Semanalmente se controló la pérdida de bolos y dos veces en semana se valoró la ingestión individual de lactorreemplazante mediante la técnica de doble pesada. Los resultados se analizaron mediante el uso de un modelo lineal generalizado para medidas repetidas en el que los factores fijos fueron: el tratamiento de identificación, el sexo y el control semanal de peso. Los datos se procesaron utilizando el paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo transcurrido entre la identificación y el sacrificio fue de 33 d en la Exp I y 63 d en el Exp. II, en el que ambos tipos de bolos permanecieron retenidos en todos los cabritos (**Tabla 1 y 2**). Al sacrificio se localizaron mayoritariamente en el rumen (Exp. I, 100%; Exp. II, 93%), lo que fue debido a que durante las primeras semanas de vida los cabritos no tienen suficientemente desarrollado el retículo por su condición de lactantes (Lane et al., 2000). La localización en el retículo se inició al final de los 2 meses de edad (Exp II), tal como se indica en las Tablas 1 y 2. Resultados semejantes obtuvieron Garín et al. (2003) que indican que los bolos se localizan en el retículo a partir de los 45 d en corderos.

Tabla 1. Experiencia 1: Efectos de la aplicación temprana de mini bolos (9 g) en cabritos lactantes (los valores son LSMmeans)

Item	Control	Bolo 9 g	± ES	Efecto (<i>P</i> =)
Peso, kg				
Nacimiento	3.15	3.04	0.09	0.984
Sacrificio	10.30	10.04	0.13	0.289
Edad, d				
Identificación	15	16	1.4	0.788
Sacrificio	49	48	1.4	0.331
Crecimiento, kg/d	0.146	0.146	-	-
Ingestión de leche, kg	5.63	5.18	1.12	0.194
Índice de conversión	1.03	1.01	0.02	0.618
Retención de bolos %	-	100	-	-
Recuperación en matadero:				
Total recuperados, %	-	100	-	-
En rumen, %	-	100	-	-
En retículo, %	-	0	-	-

Los resultados referidos a edad al sacrificio, ingestión de leche e índice de conversión se resumen también en las tablas. No se observó ningún efecto significativo del bolo en las variables estudiadas en ambos experimentos. Los resultados obtenidos confirman los resultados de Castro et al. (2004) y Martín et al. (2004b), con bolos mayores en cabritos, y por Caja et al. (1999), Conill et al. (2002) y Garín et al. (2003, 2005) en corderos de cría y cebo. Los valores obtenidos para el crecimiento, ingestión de leche e índice de conversión son similares a los señalados por Argüello et al. (2003, 2004) en la misma raza y tipo productivo. La edad al sacrificio tampoco se vio afectada por los tratamientos. No se produjo ninguna baja

(0%) durante las dos experiencias realizadas, ni se observó ningún tipo de trastorno aparente o comportamiento anómalo tras la aplicación de los dos tipos de bolos a los 4.5 y 5.6 kg. Estos pesos son similares a los señalados por Garín et al. (2005) en corderos e inferiores a los recomendados por Caja et al. (1999) con bolos grandes en ovino y caprino.

Tabla 2. Experiencia 2: Efectos de la aplicación temprana de bolos pequeños (15 g) en cabritos lactantes (Los valores son LSMMeans)

Item	Control	Bolo 15 g	± ES	Efecto (<i>P</i> =)
Peso, kg				
Nacimiento	3.01	3.02	0.10	0.567
Sacrificio	10.17	10.82	0.16	0.063
Edad, d				
Identificación	32	34	1	0.352
Sacrificio	61	65	2	0.337
Ingestión de leche, kg	4.77	4.91	1.12	0.583
Índice de conversión	1.05	0.96	0.28	0.208
Retención de bolos %	-	100	-	-
Recuperación en matadero:				
Total recuperados, %	-	100	-	-
En rumen, %	-	93	-	-
En retículo, %	-	7	-	-

Como conclusión se puede considerar que la identificación con bolos de pequeño tamaño en cabritos lactantes no presentó efectos negativos en ninguno de los parámetros relacionados con su salud y crecimiento para la producción de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argüello A., Castro N., Capote J., Ginés R., Acosta F., López J.L. 2003. Small Rumin. Res. 48: 135-139.
- Argüello A., Castro N., Zamorano M.J., Castroalonso A., Capote J. 2004. Small Rumin. Res. 54: 237-241.
- Caja G., Conill C., Nehring R., Ribó O. 1999. Comp. Electr. Agric. 24: 45-63.
- Capote J., Martín D., Castro N., Muñoz E., Lozano J., Carné S., Ghirardi J.J., Caja G. 2005. ITEA Prod. Animal 26 (vol. extra): en prensa.
- Carné S., Caja G., Ghirardi J.J. 2005. ITEA Prod. Animal 26 (vol. extra): en prensa.
- Castro A., Martín D., López J.L., Montesdeoca M.C., Capote J. 2004. XXIX Jornadas Científicas de la SEOC, Lleida. p. 88.
- Conill C., Caja G., Nehring R., Ribó O. 2002. J. Anim. Sci. 80: 919-925.
- Garín D., Caja G., Bocquier F. 2003. J. Anim. Sci. 81: 879-884.
- Garín D., Caja G., Conill C. 2005. Livest. Prod. Sci. 92: 47-58.
- Ghirardi J.J., Caja G., Garín D., Hernández-Jover M. 2005. ITEA Prod. Animal 26 (vol. extra): en prensa.
- Lane M.A., Balwin R.L., Jesse B.W. 2000. J. Anim. Sci. 73: 1990-1996.
- Martín D., Capote J., Álvarez S., Sicilia J., López J.L. 2004a. XXIX Jornadas Científicas de la SEOC, Lleida. p. 90.
- Martín D., Capote J., Sicilia J., Castro A., López J.L. 2004b. XXIX Jornadas Científicas de la SEOC, Lleida. p. 86.
- Ribó O., Cuypers M., Korn C., Meloni U., Centioli G., Cioci D., Ussorio A. & Veran J.L. 2003. <http://idea.jrc.it/pages%20idea/final%20report.htm>

EFFECTO DE LA PAUTA DE DISTRIBUCIÓN DEL ALIMENTO SOBRE LA INGESTIÓN Y EL pH RUMINAL EN TERNERAS EN CEBO INTENSIVO

Robles, V., González, L., Ferret, A., Manteca, X. y Calsamiglia, S.
Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona.
08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

En España se producen anualmente alrededor de 600.000 toneladas de carne de vacuno (MAPA 2002), siendo la mayor parte producidas en cebadores intensivos. Las dietas que suelen utilizarse se basan en el uso de pienso y paja *ad libitum*, con una relación 10:90 de forraje:concentrado, por lo que son dietas altas en carbohidratos rápidamente fermentables que pueden provocar acidosis subaguda y en algunos casos clínica. Los pH ruminales bajos causan, a su vez, una disminución de la ingestión y de los rendimientos productivos (Owens *et al.*, 1998). El objetivo de este trabajo fue el de evaluar la incidencia que pueda tener la frecuencia de distribución del alimento sobre el funcionamiento ruminal, para evitar elevadas ingestiones post-oferta registradas con una única distribución y, con ello, reducir las caídas del pH y/o la proporción del día en que el pH ruminal está por debajo de los niveles aceptables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 terneras de raza Holstein con un peso vivo inicial de 385 Kg (\pm 6) y provistas de trocar ruminal. Las terneras fueron asignadas a un diseño experimental en Cuadrado Latino 4x4. Recibieron 4 tratamientos asignados al azar, relacionados con la pauta de distribución de la comida: 1, 2, 3 y 4 veces al día (1D, 2D, 3D, y 4D). Cada período experimental tuvo una duración de 2 semanas (1 de adaptación y 1 otra de muestreo).

El pienso (90,0% MS, 15,6% PB, 16,0% FND y 46,7% HCNE, sobre MS) y la paja de cebada se ofrecieron separadamente, y para asegurar un consumo *ad libitum* de cada ingrediente la oferta diaria fue un 20 % superior al consumo medido el día anterior. La oferta diaria calculada fue dividida en partes iguales según la frecuencia de distribución correspondiente. La paja se suministró picada (\pm 7 cm) y en una distribución única a las 0800, mientras el pienso se distribuyó a las 0800 para el 1D, a las 0800 y 2000 para el 2D, a las 0800, 1400 y 2000 para el 3D y a las 0800, 1200, 1600 y 2000 para el 4D.

En las semanas de muestreo, desde el día 8 al 14 de cada periodo, se determinó el consumo de MS. Para ello se tomaron, para cada ternera, muestras diarias de la oferta y del rechazo, del pienso y de la paja por separado.

Se midió individualmente el consumo diario de agua del día 8 al 14, con medidores de volumen en cada bebedero.

El día 10 de cada período experimental se recogieron muestras del contenido ruminal (aproximadamente 0,25 l) con sonda y bomba de vacío, cada 4 horas y durante un período de 24 horas, comenzando a las 0800 h y hasta las 0800 h del día siguiente. El líquido ruminal se filtró con 4 capas de tela de queso y se midió inmediatamente el pH con un pH-metro portátil.

Los datos obtenidos, se procesaron mediante el PROC MIXED del SAS (2000) con animal y período considerados como efectos aleatorios, y se utilizaron contrastes ortogonales para ver los posibles efectos lineales, cuadráticos y cúbicos. Los efectos de los tratamientos para cada horario de muestreo se analizaron con la opción slice (slice=hora). Se consideraron diferencias significativas con un valor de $P < 0,05$ y las tendencias fueron discutidas con $P < 0,15$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto la relación forraje:concentrado (10:90) como la ingestión de materia seca ($9,79 \pm 0,33$ Kg/d) no fueron afectadas por los tratamientos (Tabla 1). Estos resultados están de acuerdo con los observados por Sutton *et al.* (1984) con vacas lecheras al pasar de 2 a 6 distribuciones al día, y también con los de Yang y Varga (1989) comparando 1, 2 y 4 ofertas diarias. Por otro lado, el consumo de agua tendió ($P < 0,10$) a aumentar de forma lineal al aumentar la frecuencia de distribución del alimento.

Para el pH medio diario no hubo diferencias significativas entre tratamientos aunque se observó una tendencia cúbica para el pH medio y mínimo diario, los valores más altos correspondiendo a los tratamientos 2D y 4D (Tabla 1). En cambio Soto-Navarro *et al.* (2000) encontraron un aumento del pH medio del 3,1% al pasar de 1 a 2 distribuciones diarias. En nuestro caso el incremento medio del pH de 2D y 4D es del 3,4%, sin ser significativo, posiblemente debido al número de animales con que se ha trabajado. El pH máximo diario tendió a aumentar de manera lineal con el incremento del número de distribuciones al día.

Al igual que el pH medio diario, se observó una tendencia cúbica para el área bajo la curva de pH, siendo los valores más altos para los tratamientos 2D y 4D (Tabla 1).

Tabla 1- Efectos de los tratamientos en la ingestión voluntaria de materia seca (IVMS), el porcentaje de paja, el consumo diario de agua (CDA), el pH medio, mínimo y máximo, las horas por debajo de pH 5,8 (Horas<5,8) y las áreas bajo las curvas de pH (Área).

Variables	Tratamientos				EEM
	1D	2D	3D	4D	
IVMS Total (Kg./d)	9,93	9,71	9,79	9,71	0,73
Paja					
(% ración)	9,31	10,44	9,53	9,59	1,45
CDA (L/d) ¹	32,52	34,19	36,04	37,06	4,69
pH medio ²	6,47	6,69	6,44	6,67	0,12
pH min ³	5,88	6,08	5,81	6,06	0,15
pH max ¹	7,29	7,35	7,36	7,59	0,12
Horas<5,8	0,48	0	2,76	0,83	1,17
Area ²	155,37	160,48	154,44	159,98	2,86

¹ Tendencia a un efecto lineal de la frecuencia de alimentación ($P < 0,10$)

² Tendencia a un efecto cúbico de la frecuencia de alimentación ($P = 0,11$)

³ Tendencia a un efecto cúbico de la frecuencia de alimentación ($P = 0,15$)

EEM = Error Estándar de la Media

En la tabla 2 se describen las cinéticas de pH. A las 12 h post-alimentación, los pH tendieron ($P=0,058$) a diferir entre tratamientos, siendo el pH de 2D significativamente mayor al de 1D y 3D. Esto coincide con los resultados de Soto-Navarro *et al.* (2000) quienes distribuyendo el alimento dos veces al día y separando las distribuciones 9 horas entre sí, también observaron un mayor pH en el momento de la segunda distribución. De la misma manera se observó para el tratamiento 4D, un pH mayor a las 4h que en el 1D.

Al analizar la evolución del pH dentro de un mismo tratamiento, se observó que en el tratamiento 4D fue a las 8 h cuando el pH se diferenció del de las 0 h, mientras que en el resto de tratamientos sucedió a las 4 h post-alimentación (Tabla 2). Por lo tanto, 4D tuvo una caída de pH post-oferta menos pronunciada. De manera similar Kauffman *et al.* (1976) registraron una disminución de las fluctuaciones de pH al aumentar la frecuencia de distribución del alimento. Por otra parte en 2D el pH encontrado a las 12 h no fue diferente al de las 0 y 24h. Este resultado está relacionado con una subida numérica de pH para el tratamiento 2D a la hora donde normalmente el pH es más bajo, tal como describieron Soto-Navarro *et al.* (2000).

Estos datos preliminares sugieren que el hecho de incrementar la frecuencia de alimentación de 1 a 2 o 4 veces al día afectó el pH ruminal en la mitad del ciclo de alimentación donde generalmente los pH son los mínimos y, además, podrían reducir las caídas post-prandiales, reduciendo el riesgo de acidosis, sin modificar el nivel de ingestión.

Tabla 2- Evolución diaria de los pH en función de la frecuencia de distribución del alimento.

Horas	Tratamiento				EEM
	1D	2D	3D	4D	
0	7,10 ab	7,20 a	7,22 ad	7,33 a	0,16
4	6,32 cd, x	6,47 b, xy	6,54 be, xy	6,98 ab, y	0,24
8	6,35 cd	6,61 b	6,36 b	6,61 bc	0,23
12	5,99 c, x	6,83 ab, y	6,22 b, x	6,23 c, xy	0,22
16	6,46 bcd	6,44 b	6,09 b	6,33 bc	0,32
20	6,59 d	6,62 b	6,31 b	6,52 bc	0,17
24	7,16 a	7,11 a	6,98 cde	7,31 a	0,13

abcde: letras distintas representan diferencias significativas dentro de la línea

xy: letras distintas representan diferencias significativas dentro de la columna

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kaufmann, W., 1976. *Livest. Prod. Sci.* 3: 103-114.
 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002. M.A.P.A., Madrid.
 Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. y Gill, D.R. 1998. *J. Anim. Sci.* 76: 275-286.
 SAS, 2000, Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. Version 8. Cary. NC.
 Soto-Navarro, S.A., Krehbiel, C.R., Duff, G.C., Galyean, M.L., Brown, M.S. y Steiner, R.L. 2000. *J. Anim. Sci.* 78: 2215-2222.
 Sutton, J.D., Broster, W.H., Napper, D.J. y Siviter, J.W. 1985. *Br. J. Nut.* 53: 117-130.
 Yang, C.M.J. y Varga, G.A. 1989. *J. Dairy Sci.* 72: 950-957.

RETRASOS EN EL HORARIO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL ALIMENTO. EFECTOS SOBRE: INGESTIÓN, pH RUMINAL Y RESPUESTA DE ESTRÉS DE TERNERAS EN CEBO INTENSIVO.

L. González, A. Ferré, X. Manteca, J. L. de la Torre y S. Calsamiglia.
Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España.

INTRODUCCION

Cuando el ganado tiene acceso restringido al alimento, o bajo situaciones que interrumpen los patrones de ingestión normales, pueden provocarse trastornos importantes en la ingestión de pienso que pueden causar acidosis sub-aguda, clínica o incluso muerte (Pritchard and Bruns, 2003; Goad et al., 1998). El horario y frecuencia en la distribución del alimento, y el espacio lineal asignado en comedero, podrían utilizarse para controlar la competencia por el acceso al alimento, obtener ingestiones más consistentes y disminuir el estrés. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del retraso, más o menos prolongado con respecto a la rutina control, de la distribución diaria del alimento a los animales y, a su vez, comprobar la capacidad de adaptación de los mismos a estos cambios.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 4 terneras frisonas (134 ± 1 kg PV inicial) asignadas a un diseño en Cuadrado Latino, provistas de trócar ruminal. Las mismas recibieron 4 tratamientos que consistieron en el retraso en la hora de distribución de pienso y paja de cebada *ad libitum*, en base al desplazamiento en 1 (T1), 2 (T2) o 3 (T3) horas, respecto a la pauta control, 0800 h (T0). Cada período experimental tuvo una duración de 3 semanas, con una semana adicional entre cada período, durante la cual la ración fue distribuida a las 0800 h para todas las terneras. En la semana 1 (S1) de cada período (d 1) se realizó el retraso abrupto del horario de distribución del alimento, el cual se mantuvo durante las 3 semanas. Los rechazos se recolectaron diariamente a las 0800 h. Se utilizó una ración formulada para cumplir con los requerimientos nutricionales del NRC (1996). El pienso contenía 33% cebada, 38% maíz, 8% harina de soja y 12% gluten feed, como principales ingredientes energéticos y proteicos. Durante las semanas de medición (S1 y S3) se midió la ingestión voluntaria de materia seca (IVMS) diariamente.

Se realizó un muestreo de líquido ruminal los d 3 y 16, siendo el pH medido inmediatamente con un pHmetro portátil. Los horarios de muestreo fueron: 1) 0800 h (basal), para todas las terneras independientemente del tratamiento; 2) a las terneras que estaban bajo los tratamientos 1, 2 y 3 se les extrajo líquido ruminal cada hora hasta que recibieron el alimento, y 3) a las 4, 8, 12 y 24 h post-alimentación. A todas las terneras se le extrajeron muestras de saliva con una gasa esterilizada (0,5 mL) a las 0800 (basal), inmediatamente antes de dar el alimento (0 h); y a las 4, 8 y 12 h post-alimentación.

Los datos fueron analizados con medidas repetidas (S) y doble repetidas (S*H, para el caso de las cinéticas de líquido ruminal y saliva) del PROC MIXED de SAS, sobre Ternera*Período(Tratamiento). La opción SLICE fue utilizada en todas las combinaciones de S*T o S*T*H para detectar efectos de los factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados experimentales se muestran en la Tabla 1. La IVMS fue significativamente menor en la S1 con respecto a la S3 para T1, T2 y T3, mientras que no hubo diferencias entre semanas para T0. La relación media de forraje:concentrado fue de 9:91. Contrariamente a lo esperado, los tratamientos no afectaron al pH medio diario en ninguna de las semanas de muestreo. Pero el pH medio y mínimo en la S3 resultó ser menor ($P < 0,01$) que en la S1 para el T1 ($P < 0,05$), y solo tendió a ser menor ($P < 0,10$) para el T3. En el caso del número de horas al día en que el pH permaneció por debajo de 5,8 solo se observó una tendencia ($P < 0,10$) para el T3, donde en la S3 el pH permaneció 8,25 h vs. 3,45 h en la S1. Estos resultados están de acuerdo con lo observado por Erickson et al. (2003), quienes al retrasar en 4 h el horario de alimentación no consiguieron provocar acidosis. Según los autores, ello se debería a que los animales comienzan

el ciclo de alimentación con un pH y una capacidad tamponante más elevada. Contrariamente, en nuestro trabajo, en general, los animales bajo T1, T2 y T3 comienzan el ciclo (0 y 24 h) con un pH numéricamente menor.

Analizando las cinéticas de pH, la tendencia observada en la triple interacción S*T*H (P=0,10) se explicaría porque las curvas de pH fueron más altas en la S1 con respecto a la S3, solo para T1 y T3 (P<0,05) y, al mismo tiempo, un efecto T*S observado a las 8 h (P=0,01). Esto está de acuerdo con los datos obtenidos por Murphy et al. (1994), quienes trabajaron con diferentes niveles de ingestión en terneros de cebo y observaron un pH mayor cuando el nivel de ingestión era menor. La interacción S*T observada a las 24 h es debida a un menor pH en S3 para el T1 (P<0,01) y T2 (P<0,10), lo que demuestra posibles alteraciones en los patrones de alimentación.

Aunque hubo un aumento del 24 % en el cortisol medio diario en la S1 del T1 con respecto al resto de los tratamientos, las diferencias fueron NS. Sin embargo, los niveles de cortisol medio del T1 en la S1 fueron un 79% más elevados que en la S3 (P<0,05). Al analizar la evolución diaria del cortisol en saliva observamos un efecto NS para la triple interacción S*T*H. Sin embargo, el cortisol mostró diferencias entre semanas y entre tratamientos a lo largo del día (S*H y T*H; P≤0,05). Básicamente, el cambio brusco (S1) aumentó la concentración de cortisol a las 4 h post-alimentación (P=0,01), la cual fue superior en la S1 (P=0,05) para T1 y T3, con respecto a la S3 (S*T a 4 h P=0,10). Al hacer una correlación entre el pH y el cortisol, se observó una correlación positiva (r=0,77, P=<0,0001). Esto no estaría de acuerdo con Mills y Jenny (1979), quienes observaron una mayor concentración de glucocorticoides totales cuando la ración fue alta en concentrados que cuando ésta era mas forrajera, con el pico máximo a las 12 h post-alimentación. Así, especularon que esto era debido a una adaptación metabólica para acelerar el ritmo de gluconeogénesis y manejar la mayor afluencia (sobrecarga) de metabolitos ruminales, principalmente propiónico, ya que en momentos de alta concentración plasmática de corticoides encontraban bajas concentraciones de insulina. También se observó una tendencia (P=0,10) por un efecto tratamiento en la S1 a las 0 h, el cual podría explicarse por la alta concentración de cortisol para T1 y las bajas para T0 y T3. Sin embargo, esta tendencia desaparece a la S3 (P>0,10). Si las máximas concentraciones de cortisol se dan entre 30 y 75 min tras aplicar bCRH o un factor estresante (Gupta et al., 2004; Negrao, 2004), no es ilógico pensar que este aumento a las 0 h sólo para el T1 se deba al malestar momentáneo del animal por no poder comer cuando se suministra el alimento a algún otro vecino, ya que la muestra para T1 fue obtenida 60 min después de aplicar el factor estresante. Sin embargo para T2 y T3, la misma fue obtenida 120 y 180 min después. Se observó un efecto T a las 12 h (P=0,05), principalmente debido al alto nivel de cortisol para el T2 en ambas semanas de muestreo, 3,91 vs. 2,20 ± 0,51 ng/mL, para T2 vs. la media de T0, T1 y T3, respectivamente.

Los resultados del presente trabajo indican que la simulación experimental de situaciones que se podrían presentar en cebaderos comerciales y que retrasan o impiden el acceso al comedero pueden ocasionar una la respuesta al estrés, pero que los animales tienen cierta capacidad de adaptación en un tiempo relativamente corto (3 semanas). A su vez, hay evidencias que indican que estas condiciones podrían tener efectos negativos sobre factores productivos (IVMS), aunque pero no se ha demostrado que aumenten el riesgo de acidosis, sino que, por el contrario, podrían disminuirla debido a una menor ingestión, al retrasarse el horario de alimentación de algunos animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Erickson, G. E., *et al.* 2003. *J. Anim. Sci.* 81:2869-2879.
Goad, D. W. *et al.* 1998. *J. Anim. Sci.* 76 :234-241.
Gupta, S. *et al.* 2004. *J. Anim. Sci.* 82:1952-1956.
Negrao, J. A. *et al.* 2004. *J. Dairy Sci.* 87:1713-1718.
Mills, S. E. y B. F. Jenny. 1979. *J. Anim. Sci.* 48:961-965.
Murphy, T. A., *et al.* 1994. *J. Anim. Sci.* 72:1608-1615.
Pritchard R. H. y K. W. Bruns. 2003. *J. Anim. Sci.* 81(E. Supple. 2):E133-E138.

Tabla 1. Efectos del retraso en el horario de distribución del alimento de terneras frisonas en cebo intensivo.

VARIABLE	SEMANA 1					SEMANA 3					P Valor		
	T0	T1	T2	T3	EEM	T0	T1	T2	T3	EEM	S*	T	
IVMS (Kg/d)	6,69 ^a	6,22 ^a	6,03 ^a	6,37 ^a	0,69	7,09 ^a	6,78 ^b	6,67 ^b	7,23 ^b	0,56	0,50	<,0001	0,92
pH Ruminal													
Medio	6,30	6,57 ^a	6,29	6,37	0,28	6,19	6,12 ^b	6,17	6,13	0,23	0,19	0,01	0,76
Mínimo	5,51	5,97 ^a	5,56	5,81	0,32	5,37	5,45 ^b	5,44	5,59	0,31	0,30	0,03	0,80
Horas pH<5,8	7,92	2,86	4,90	3,49 ^a	3,51	7,33	6,90	6,63	8,25 ^b	4,37	0,51	0,09	0,88
Hora Post-alimentación													
-3				6,69	0,33				6,97	0,12			
-2			6,98	6,89	0,27			6,97	7,10	0,20			
-1		7,48	7,23	7,04	0,21		6,94	7,03	7,10	0,19			
0	7,35	7,53 ^a	7,19	7,11	0,16	7,25	7,06 ^b	7,17	7,23	0,17	0,07	0,10	0,89
4	5,71	6,25 ^a	5,71	5,94	0,28	5,71	5,70 ^b	5,65	5,70	0,25	0,36	0,06	0,82
8	5,72	6,09 ^a	5,59	6,02 ^a	0,19	5,42	5,65 ^b	5,74	5,51 ^b	0,23	0,01	0,003	0,73
12	5,83	6,22	6,03	5,94	0,31	5,76	5,86	5,87	5,67	0,23	0,68	0,07	0,88
24	7,35	7,26 ^a	7,17	7,21	0,17	7,24	6,72 ^b	6,86	7,07	0,22	0,04	0,002	0,61
Cortisol (ng /mL)													
Media diaria	2,50	3,44 ^a	2,32	2,80	0,56	2,39	1,92 ^b	2,77	2,23	0,46	0,27	0,22	0,95
Hora Post-alimentación													
Basal		1,72	2,30	1,79	0,51		1,78	2,07	2,48	0,55	0,24	0,05	0,04
0	1,22	3,98	2,58	1,82	0,80	2,05	2,61	1,61	1,29	0,74	0,29	0,31	0,16
4	2,18	4,00 ^a	2,57	4,01 ^a	0,67	2,18	2,05 ^b	2,09	2,12 ^b	0,61	0,10	0,01	0,47
8	3,65	3,17	1,35	2,48	0,85	2,34	1,46	3,27	3,09	0,82	0,34	0,82	0,83
12	2,10	2,30	3,49	2,02	0,64	2,27	1,89	4,33	2,63	0,68	0,22	0,48	0,05

a, b medias en la misma fila y dentro de cada tratamiento con diferente superíndice difieren (P<0,05)

UTILIZACIÓN DE VINAZA DE REMOLACHA EN LA DIETA DE OVEJAS EN MANTENIMIENTO

O. López-Campos, B. Fernández, P. Frutos, A.R. Mantecón y F.J. Giráldez
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

Las vinazas de remolacha son un residuo de la fermentación de las melazas que, hasta hace relativamente poco tiempo, eran mayoritariamente vertidas en ríos, lagos y mares, con el consiguiente problema de contaminación. En los últimos años, conscientes de la importancia de este tema e impulsados por las nuevas legislaciones medioambientales, se están investigando diferentes alternativas de utilización, con la idea de convertir este residuo en un subproducto. Entre estas alternativas se encuentra su biodegradación o su empleo como fertilizantes o en la alimentación de los rumiantes (Lewicki, 2001).

El alto contenido de proteína bruta de la vinaza, fundamentalmente aminoácidos, le confiere un interés indudable como aporte de proteína degradable en el rumen, para animales en mantenimiento o con un bajo nivel de producción (Chapoutot, 1985). Sin embargo, su elevado contenido de potasio y de nitratos podría limitar su empleo, ya que podría acarrear problemas para la salud de los animales, relacionados con posibles desequilibrios electrolíticos (Rasby et al., 1988; Leontowicz et al., 1984). Por otra parte, aunque existe algún trabajo previo sobre el uso de vinaza en la alimentación de rumiantes, los datos de los que se dispone para poder realizar recomendaciones son aún escasos e inconsistentes (FEDNA, 2003; Fernández et al., 2003).

El objetivo de este trabajo, por lo tanto, fue estudiar la utilización de la vinaza de remolacha en la dieta de ovejas no gestantes ni lactantes. Para ello, analizamos su efecto sobre la ingestión voluntaria, la digestibilidad de la dieta, el balance de nitrógeno y la concentración plasmática de nitratos, nitritos y potasio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta prueba, se utilizaron 24 ovejas de raza Merina ($59,8 \pm 1,49$ kg), distribuidas en 4 grupos ("control", "alfalfa", "vinaza15" y "vinaza30"; ver tabla 1) y alojadas en jaulas individuales. Tras 5 días de adaptación, durante los primeros 14 días del experimento propiamente dicho, se realizó un control diario de la ingestión de paja de cebada. Durante este periodo, las ovejas recibieron 20 g MS/kg PV^{0,75} de un pienso cuya composición se presenta en la tabla 1 y paja de cebada ad libitum (920 g MS/kg, 66 g cenizas/kg MS, 36 g PB/kg MS, 728 g FND/kg MS y 363 g FAD/kg MS).

Los días 1 y 14 se tomaron muestras de sangre para estudiar la concentración plasmática de potasio, nitritos y nitratos, mediante cromatografía iónica.

A continuación, se llevó a cabo una prueba de digestibilidad y un balance de nitrógeno, para lo cual cuatro ovejas de cada grupo se alojaron en jaulas metabólicas. En este periodo, se fijó la ingestión de paja de cebada en 32 g MS/kg PV^{0,75} y el concentrado se mantuvo en 20 g MS/kg PV^{0,75}. Tras 2 días de adaptación de los animales a las jaulas, las heces y la orina se recogieron diariamente durante siete días sucesivos, se pesaron y se tomaron alícuotas del 10% que se guardaron a -20 °C para su posterior análisis químico. Las muestras de los 7 días se mezclaron para obtener una única muestra (de cada tipo: heces y orina) por animal.

Tabla 1. Materias primas (g·kg⁻¹ MF) y composición química (g·kg⁻¹ MS) de los piensos experimentales.

	Cebada	Alfalfa	Vinaza	Corrector	MS	Cenizas	PB	FND	FAD	Nitratos	K
Control	985	--	--	15	887	34	118	153	43	0,03	5,2
Alfalfa	835	150	--	15	894	51	121	202	79	0,07	7,4
Vinaza15	835	--	150	15	827	56	121	146	37	0,47	7,6
Vinaza30	685	--	300	15	796	69	127	140	36	1,07	12,0

Para los análisis químicos, las muestras se molieron a 1 mm. Los contenidos de materia seca (MS), nitrógeno (N) y cenizas se analizaron según los procedimientos de la AOAC (1999). Las determinaciones de FND y FAD se realizaron mediante la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970), con la modificación que comprende la utilización del analizador de fibra Ankom^{200®}.

Todos los datos se sometieron a análisis de varianza de una vía, utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede observar que la evolución de la ingestión voluntaria de paja no mostró diferencias significativas atribuibles a la dieta recibida por los animales ($P>0,10$), siendo el valor medio de 967 g de MS por animal y día. Estos resultados mostrarían la ausencia de un posible efecto positivo del mayor aporte de proteína degradable en el rumen (PDR), tanto en el tratamiento “alfalfa” como en el de las dos vinazas (“vinaza15” y “vinaza30”). A priori, cabía esperar que dado el déficit de PDR que presentan la cebada y la paja de cebada, la suplementación con alfalfa o con vinaza estimulara la actividad de la microbiota ruminal y favoreciera la ingestión de paja. Sin embargo, parece probable que las escasas diferencias en el aporte total de PB (ver tabla 1) no permitieron que este efecto llegara a manifestarse. Por otra parte, es posible que el aporte de PDR no fuera realmente limitante, como han señalado algunos autores (Ørskov and Grubb, 1978).

Tampoco los valores medios de la digestibilidad de materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente, ni el balance de nitrógeno difirieron entre grupos experimentales ($P>0,10$; ver tabla 2). Es decir, que la inclusión de vinaza en proporciones del 15 (“vinaza15”) o el 30% (“vinaza30”) del total del pienso (MF) no modificó la digestibilidad de ninguno de los componentes principales de la ración, ni afectó al balance de nitrógeno, ni cuando se comparó con la dieta “control”, ni cuando se hizo con la dieta “alfalfa”, lo cual posiblemente responda, como ya se ha indicado previamente, a los valores similares de PB de los cuatro piensos.

Por el contrario, sí que se observaron diferencias en las concentraciones plasmáticas de potasio, nitritos y nitratos, con valores superiores, como cabía esperar, en los animales que consumieron vinaza. Es interesante destacar, no obstante, que dichas diferencias sólo fueron significativas ($P<0,05$) con el grupo “vinaza30” y que, en todos los casos, los valores medios se encontraron dentro de la normalidad (Philip and Hidalgo, 1989).

Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que la inclusión de vinaza en el pienso de ovejas en mantenimiento podría ser una alternativa factible, que permitiría utilizar un subproducto de la industria azucarera sin aumentar el coste de la alimentación y sin causar ningún efecto negativo, al menos a corto plazo. Ahora bien, sería importante profundizar en el análisis del perfil plasmático de cationes y aniones para poder establecer con precisión la dosis más adecuada de inclusión de

vinaza (que, en cualquier caso, seguramente sea superior a la recomendada actualmente).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación PETRI (PTR1995-0662-OP).

Figura 1.- Evolución de la ingestión voluntaria de la paja de cebada ($\text{g}\cdot\text{MS animal}^{-1}\text{ día}^{-1}$) en los distintos grupos experimentales.

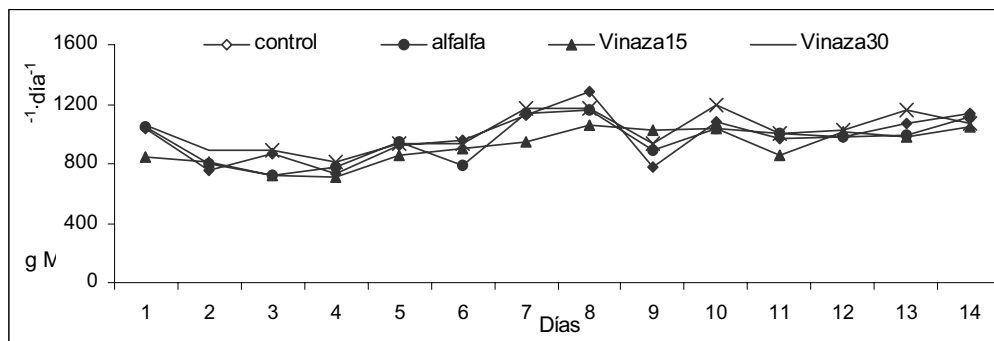


Tabla 2.- Valores medios de digestibilidad (g/kg) de la materia seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra neutro detergente (DFND) y fibra ácido detergente (DFAD) y balance de nitrógeno (mg/kg PV y día) en cada grupo experimental.

Tratamiento	Control	Alfalfa	Vinaza15	Vinaza30	RSD	P
DMS	623	602	629	630	17,5	0,139
DPB	554	533	555	556	31,6	0,720
DFND	486	489	504	512	28,2	0,536
DFAD	457	456	463	471	33,6	0,912
Balance N	65,2	64,5	61,5	59,3	14,5	0,932

RSD.- Desviación estándar residual

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1999. AOAC International, Gaithersburg, MD (Estados Unidos).
- Chapoutot, P. 1985. *Frisona Española*, 29, 79-84.
- FEDNA. 2003. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid (España).
- Fernández, B.; Hervás, G.; Giráldez, F.J.; Frutos, P. y Mantecón, A.R. 2003. *ITEA*, vol. extra 24, 753-755.
- Goering, M.K. and Van Soest, P.J. 1970. Agricultural Research Service, USDA. Washington (Estados Unidos).
- Leontowicz, H.; Krzemiński, R.; Leontowicz, M.; Kulasek, G.; Barej, W.; Sobczak, E.; Bartkowiak, M. and Hempel-Zawitkowska, J. 1984. *Prace i Materiały Zootechniczne*, 30, 77-86.
- Lewicki, W. 2001. *International Sugar Journal*, 103, 126-128.
- Ørskov, E.R. and Grubb, D.A. 1978. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 91, 483-486.
- Phillip, L.E. and Hidalgo, V. 1989. *Journal of Animal Science*, 67, 2116-2122.
- Rasby, R.; Stock, R.; Anderson, B. and Schneider, N. 1988. University of Nebraska-Lincoln. (Estados Unidos).
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc®, Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC (Estados Unidos).

RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS RELATIVOS A LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LAS PAPILAS RUMINALES EN TERNEROS DURANTE LA FASE DE ACABABO

N. Mach¹, M. Devant¹, y A. Bach^{2,1}

¹ Unitat de Remugants, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries),
Barcelona

² ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats), Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Entre un 50 y un 70% de la energía en rumiantes se obtiene de los ácidos grasos volátiles (**AGV**) producidos en el rumen (Ørskov y McLeod, 1993). El 85% de los AGV producidos en el rumen se absorben a través de las papilas ruminales. Los ácidos propiónico y butírico estimulan el crecimiento de las papilas ruminales (Tamate et al., 1962). A mayor superficie de absorción ruminal, mayor cantidad de AGV será absorbida.

En dietas ricas en carbohidratos no fibrosos (**CNF**), la cantidad de AGV en el rumen aumentan, potenciando el crecimiento del número y tamaño de las papilas ruminales y, en consecuencia, la superficie disponible de absorción de los AGV. Sin embargo, se han realizado pocos estudios en terneros alimentados con concentrado y paja *ad libitum* desde el destete al sacrificio, sistema mayoritario en España, analizando el efecto de la dieta sobre la morfología de las papilas ruminales y su relación con parámetros ruminales.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la posible relación entre las características de las papilas ruminales y los productos de la fermentación ruminal en terneros de acabado alimentados con distintos niveles de CNF.

MATERIALES Y MÉTODOS

Treinta y cuatro machos Frisones (PV inicial = 300 ± 25 kg) fueron repartidos en tres tratamientos que consistían en tres concentrados con tres diferentes niveles de CNF (65, 55 y 45% sobre MS para ACNF, MCNF, BCNF, respectivamente). Los concentrados eran isoenergéticos (1.1 UFC/kg sobre MS) e isoproteicos (14% PB sobre MS), y la fuente principal de CNF fue el maíz. Los terneros se alimentaron con paja de cebada y concentrado, ofrecidos ambos *ad libitum*, hasta alcanzar un peso de sacrificio alrededor de 440 kg. Quincenalmente se registró el consumo y el peso de los terneros. Mensualmente, 3 horas tras la oferta del concentrado se realizaron rumenocentesis en cada animal. Las rumenocentesis se realizaban con una aguja de 14 cm y 14 gauge en el saco ventral del rumen, a unos 20 cm caudoventralmente a la unión costochondral de la última costilla. El pH ruminal se midió inmediatamente después de la obtención de líquido ruminal. Las determinación de AGV se realizó siguiendo la técnica descrita por Jounay (1982): 1 mL de una solución al 2% de clorhídrico de mercurio (peso/peso), 2% ácido ortofosofórico (vol/vol) y 0.2% 4-metilvalérico (peso/peso, estándar interno) en agua destilada se añadió a 4 mL de líquido ruminal, y se congeló para el posterior análisis con una columna capilar tratada con TPA polietilenglicol (BP21, SGE, Europe Ltd., UK) y un cromatógrafo de gases (Carlo Erba Instruments CE 5300 Ht, Italia). Tras el sacrificio de los terneros,

se tomaron muestras caudales al pilar craneal del rumen y se conservaron con formol al 10% hasta el momento del procesado. De cada fragmento de pared ruminal se analizó una muestra de 3.40 cm². Las papilas de la muestra se separaron de la mucosa ruminal con unas Metzembbaum de disección y su número y área se determinaron mediante visión artificial a través del análisis de una fotografía digital y su posterior análisis informático (Carnoy 2.1 para MacOS X).

Los datos se analizaron con un modelo de efectos mixtos con el factor animal como efecto aleatorio y el tratamiento como efecto fijo. Para analizar la relación entre las características de las papilas ruminales y el pH ruminal, la concentración de los diferentes AGV y la ingestión total de CNF se realizaron regresiones lineales simples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los consumos de pienso y paja no se vieron afectados por el nivel de CNF del concentrado (8 y 1.3 kg/d, respectivamente). Felton et al. (2004), alimentando a terneros de engorde con diferentes niveles de CNF tampoco observaron diferencias en la ingestión. La ganancia media diaria (**GMD**) fue inferior ($P < 0.05$) en los animales BCNF (1.28 g/d) respecto a los animales MCNF (1.50 g/d) y ACNF (1.45 g/d). Niveles de CNF del 45% resultaron en menores ($P < 0.05$) concentraciones totales de AGV ruminales (65.6, 81.9, 80.4 mM, para BCNF, MCNF, y ACNF, respectivamente) y mayores ($P < 0.05$) pH ruminales (6.49, 6.18, y 6.29, para BCNF, MCNF, y ACNF, respectivamente). Estos resultados son consecuencia de la elevada correlación entre la concentración total de AGV y el pH observada en este estudio ($r^2=0.64$; $P < 0.001$) y en otros anteriores (Shen et al., 2004). La relación acético:propiónico fue máxima ($P < 0.01$) en el tratamiento ACNF (2.79), y mínima en el BCNF (2.19), con el tratamiento MCNF resultando en un valor intermedio (2.68).

El número de papilas por centímetro cuadrado fue numéricamente superior en los terneros que recibieron el tratamiento MCNF, seguidos de los del ACNF y BCNF (52.81, 46.32, y 38.31/cm², respectivamente). La media del área de las papilas tendió ($P = 0.11$) a ser inferior en los terneros del tratamiento BCNF que en los MCNF y ACNF (0.024, 0.044, y 0.042 cm², respectivamente).

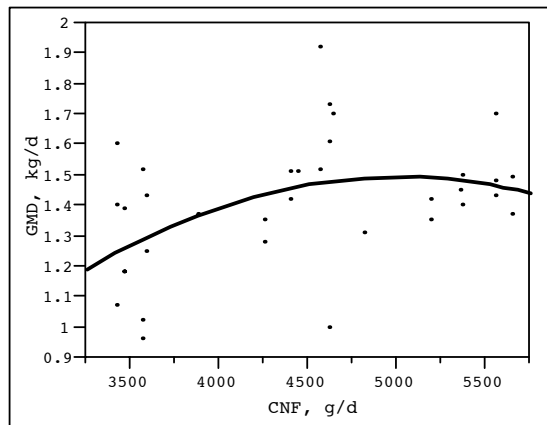
El número de papilas ruminales por centímetro cuadrado (Figura 1) mostró una correlación positiva con la concentración total de AGV ruminales ($r^2 = 0.25$; $P < 0.05$) y la concentración molar de ácido propiónico ($r^2 = 0.27$; $P < 0.001$). Varios autores han sugerido que los AGV, y en especial el ácido propiónico y el butírico, son un importante estímulo para el desarrollo papilar (Tamate et al., 1962). El consumo de CNF afectó ($P < 0.05$) de forma cuadrática a la GMD ($r^2=0.19$) y al área media de las papilas ruminales ($r^2=0.17$; $P < 0.06$). Por lo tanto, las raciones con un 45% de CNF no estimulan suficientemente el crecimiento de las papilas ruminales y además resultan en GMD inferiores, asimismo un aporte elevado de CNF (>55%) resulta en respuestas decrecientes en el desarrollo papilar y GMD.

CONCLUSIONES

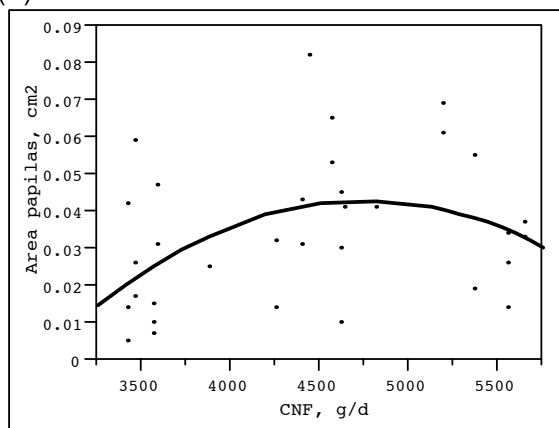
La concentración de ácidos grasos volátiles (especialmente el ácido propiónico) y el pH aumentan la densidad de papilas ruminales. Aportes de carbohidratos no fibrosos hasta niveles del 55% de la materia seca del concentrado mejoran el crecimiento papilar y la ganancia media diaria.

Figura 1. Relación entre el consumo de carbohidratos no fibrosos y la ganancia media diaria (A) y relación entre el consumo de los carbohidratos no fibrosos y el área de las papilas (B)

(A)



(B)



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carnoy for MacOS X, version 2.1. 2001. Laboratory of Plant Systematics. Katholieke Universiteit Leuven. Belgium.
- Felton, E. E. D., I. MCNF. S. Kerley. 2004. *J. Anim. Sci.* 82:725.
- Jouany, J. P. 1982. *Sci. Aliments.* 2:131.
- Ørskov, E. R., y N. A. McLeod. 1993. *Br. J. Nutr.* 70:679.
- Shen, Z., Seyfert, ACNF., Löhrke, B., Schneider, F., Zitnan, R., Chudy, A., Kuhla, S. Hammon, ACNF., Blum, J.W., martens, ACNF., Hagemester, ACNF., y Voigt, J. 2004. *J. Nutr.* 134:11.
- Tamate, ACNF., A. D. McGillard, N. BCNF. Jacobson, y R. Getty. 1962. *J. Dairy Sci.* 45:408.

MINIBOLOS PARA LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA DE CORDEROS ANTES DEL DESTETE Y SUS EFECTOS DIGESTIVOS DURANTE EL CEBO¹

J.J. Ghirardi, G. Caja, C. Flores, M. Hernández-Jover y J. Casellas
Grup de Recerca en Remugants, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

La identificación electrónica (e-ID) ha adquirido especial importancia en la Unión Europea tras la publicación del Reglamento EC 21/2004 sobre un nuevo sistema de identificación y registro de ovinos y caprinos. El reglamento establece la doble identificación de todos los animales nacidos después del 9 de julio de 2005 y mayores de 6 meses de edad o que se destinen al comercio internacional. Los sistemas de identificación reconocidos son: tatuajes, crotales convencionales, brazaletes (sólo en caprinos y a nivel nacional) y dispositivos electrónicos (crotales y bolos). Entre ellos destacan, por su elevada retención, fácil aplicación y recuperación en matadero, los bolos ruminales (Caja et al., 1999). Los bolos han demostrado en ganado ovino una eficacia de identificación superior al 99% en experiencias realizadas en diversos países y con elevado número de animales (Caja et al., 1999; Ribó et al., 2002; San Miguel et al., 2005). Sin embargo, los bolos actuales corresponden a un diseño polivalente (Caja et al., 1999) y de grandes dimensiones (20 × 70 mm), por lo que sólo puede utilizarse en animales de más de 25 kg PV (aproximadamente 3 meses de edad).

Por este motivo, Garín et al. (2003, 2005) ensayaron distintos tipos de bolos de pequeñas dimensiones ('minibolos') para la identificación de corderos, concluyendo que es posible aplicar minibolos (9.5 × 37.4 mm) en corderos a partir de la 1ª semana de vida. Sin embargo, su retención fue baja (91.5%) en ovejas adultas, lo que fue atribuido al paso de los minibolos a través del orificio retículo-omasal, recuperándose un 17% en el abomaso de los corderos. Garín et al. (2003, 2005) también demostraron que una aplicación temprana de los minibolos no perjudica a la salud, crecimiento y consumo de alimento de los corderos. Sin embargo, se desconocen sus efectos sobre la digestibilidad de nutrientes en los corderos.

El objetivo de este trabajo fue determinar la edad y peso de aplicación de nuevos minibolos para corderos, así como sus efectos en la digestibilidad de alimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se produjeron 3 tipos de minibolos ruminales fabricados con cerámica de alta densidad (gravedad específica > 3) y diferentes dimensiones: **B1** (13.8 g; 10.5 × 51.0 mm), **B2** (16.2 g; 12.2 × 42.2 mm) y **B3** (20.1 g; 11.2 × 56.4 mm). En su interior se colocó un transpondedor ISO de 32 milímetros (Rumitag, Barcelona), encapsulado en vidrio y de tecnología half-duplex, de acuerdo con los estándares ISO 11784 y 11785. Se utilizaron un total de 513 corderos de distintas razas y aptitudes productivas (Leche: Manchega, n = 125, y Lacaune, n = 116; Carne: Ripollesa, n = 272) que se identificaron al nacimiento con un crotal 'Tip-tag' (36 × 10 mm; 2 g; Azasa, Madrid). Un operador experimentado aplicó los minibolos a la edad más temprana posible, mediante un aplicador adaptado a cada tipo de bolo (Rumitag). El

¹ Trabajo incluido en el Proyecto QLk1-CT-2001-02229 (EID+DNA Tracing).

número de corderos por tipo de bolo se ha resumido en la Tabla 1. La aplicación se realizó en sesiones semanales (martes), juntamente con el control de peso y la lectura individual de los bolos mediante un lector Gesreader Ges 2S (Rumitag). Los corderos se criaron mamando de sus madres (4 p.m.-10 a.m.) y con pienso ad libitum hasta la semana 5 (leche) o 6 (carne), en que fueron destetados. A continuación se cebaron en grupos de 20 corderos (0.5 m²/cordero) y alimentados ad libitum con pienso granulado (18.1% PB y 1.00 UFV/kg, sobre MS), paja de cebada y agua. Al final del cebo (24 kg PV), 144 corderos se destinaron a reposición y 385 corderos fueron sacrificados (**Tabla 1**). Todos los corderos sacrificados fueron leídos a la salida de granja, al inicio de la matanza y a la recuperación en la sala de tripería del matadero. La reposición se controló hasta 50 kg PV. Además se estudió la localización de los minibolos en los pre-estómagos de los corderos sacrificados y se midió el diámetro del orificio retículo-omasal en una muestra de corderos (n = 149) utilizando un medidor cónico calibrado entre 5-40 mm (divisiones cada 2.5 mm). Doce corderos macho de raza Manchega (45 d de edad; 14 kg PV) fueron asignados aleatoriamente a dos grupos experimentales: control (**C**, n = 4) y con minibolo (**B**, n = 4) y se alojaron en jaulas de metabolismo para la recogida de total de heces y orina. Los 4 corderos restantes se mantuvieron como reserva. La alimentación consistió en el mismo tipo de concentrado, paja (picada) y agua ad libitum. La digestibilidad se midió en cuatro periodos experimentales de 21 d (14 d de adaptación y 7 d de recogida) a fin de evaluar los efectos de los bolos en el tiempo. La retención, recuperación en matadero y localización de los bolos se analizaron mediante el procedimiento CATMOD de SAS (v. 8.1). La edad y peso a la aplicación se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS. Los datos de digestibilidad se analizaron mediante el PROC MIXED de SAS para medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias entre los corderos de razas lecheras (Lacaune y Manchega) por lo que sus datos se discutirán conjuntamente (**Tabla 1**).

Tabla 1. Edades y pesos de aplicación, retención y localización en los pre-estómagos de tres tipos de minibolos en corderos.

Ítem	B1 (13.8 g)		B2 (16.2 g)		B3 (20.1 g)	
	Leche	Carne	Leche	Carne	Leche	Carne
Corderos, n						
Total	83	88	96	89	92	95
Bajas ¹	4 (4.8%)	1 (1.1%)	3 (3.1%)	2 (2.2%)	3 (3.2%)	3 (3.1%)
Matadero	42	68	84	68	51	72
Reposición	37	19	9	21	38	20
Datos aplicación						
Edad, d	21.0 ^a	32.9 ^b	28.7 ^a	36.4 ^c	19.1 ^d	35.1 ^c
Peso vivo, kg	9.3 ^a	8.9 ^b	11.2 ^c	11.0 ^d	9.7 ^b	9.1 ^f
Dificultades, n	4 (4.8%) ^a	2 (2.3%) ^a	4 (4.2%) ^a	2 (2.2%) ^a	5 (8.0%) ^a	3 (3.1%) ^a
Retención, n ²						
Cebo	79 (100%)	85 (97.7%)	93 (100%)	87 (100%)	89 (100%)	92 (100%)
Reposición	36 (97.3%)	19 (100%)	9 (100%)	20 (95.2%)	38 (100%)	20 (100%)
Recuperación, n						
Total	42 (100%)	68 (100%)	84 (100%)	68 (100%)	51 (100%)	72 (100%)
Reticulo	35 (83.3%) ^a	66 (97.0%) ^b	72 (85.7%) ^a	55 (80.9%) ^a	48 (94.1%) ^b	69 (95.8%) ^b
Rumen	7 (16.7%) ^a	2 (3.0%) ^b	10 (11.9%) ^a	12 (17.6%) ^a	3 (5.9%) ^b	3 (4.2%) ^b
Abomaso	0	0	2 (2.4%) ^a	1 (1.5%) ^b	0	0

¹Recuperados todos los minibolos; ²: Diferencias no analizables por CATMOD debido al número insuficiente de casos; ^{a, b, ... d}: Letras distintas en la misma línea indican diferencias a $P < 0.05$.

La edad de aplicación fue inferior ($P < 0.01$) en los corderos de leche (B1, 21; B2, 29; y B3, 20 d) que en los de carne (B1, 33; B2, 37; y B3, 35 d). Respecto al peso de aplicación también se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre corderos de leche (B1, 9.3; B2, 11.2 y B3, 9.7 kg PV) y de carne (B1, 8.9; B2, 11.0 y B3, 9.1 kg PV). La retención al final del cebo varió según el tipo de bolo (B1, 97.7%; B2, 98.9%; y B3, 100%). Las pérdidas de crotales durante el mismo periodo fueron del 1.2%. La velocidad de crecimiento de los corderos no se vio afectada por los tratamientos.

Todos los minibolos presentes fueron recuperados en el matadero, localizándose la mayor parte de ellos en el retículo, de acuerdo con el rango de valores (80.9 a 97.0%) indicado por Caja et al. (1999) y Garín et al. (2003). Sin embargo resulta de especial importancia que tres minibolos B2 (1.6%) fueron recuperados en el abomaso, lo que hace desaconsejable este tipo de minibolos. El diámetro del orificio retículo-omasal, para corderos de 24 kg PV, fue de 1.4 ± 0.01 mm que resulta superior al diámetro de los bolo aplicados.

No se encontraron diferencias en la ingestión de MS, la ganancia de peso, el índice de conversión o la digestibilidad del alimento entre los grupos C y B, mientras que la digestibilidad aumentó de forma significativa con la edad de los corderos (**Tabla 2**).

Tabla 2. Efectos del Minibolo (B2) sobre la ingestión y la digestibilidad de nutrientes en corderos cebados con dos concentrados diferentes (LSM).

Item	Control	Minibolo	Efecto ($P <$)	
			Minibolo	Edad
Ingestión, g MS/d				
Concentrado	1064	1016	0.364	0.001
Paja ¹	51	57	0.573	0.057
Ganancia de peso media, g/d	303	296	0.785	0.001
Índice de conversión ¹	3.52	3.46	0.747	0.003
Digestibilidad, %				
MS ¹	80.1	81.3	0.433	0.001
MO ¹	82.7	83.9	0.412	0.001
PB ¹	78.8	80.0	0.590	0.002
FAD ¹	51.3	57.4	0.103	0.001
FND	43.1	49.7	0.140	0.001

¹: Interacción significativa Minibolo x Edad ($P < 0.05$).

Se apreció una tendencia a mejorar la digestibilidad de la fibra en grupo B de corderos, lo que puede estar relacionado con un efecto mecánico de tipo beneficioso del bolo a nivel de la pared ruminal, tal como señalaron Garín et al. (2003).

Como conclusión, el mini-bolo B3 (20.1 g) demostró ser un dispositivo de interés para la identificación electrónica de corderos, satisfaciendo la recomendación de ICAR (retención >99% en 6 meses) y permitiendo garantizar la identificación de los corderos desde antes del destete a efectos de trazabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caja G., Conill C., Nehring R. & Ribó O. 1999. Comp. Electr. Agric. 24:45-63.
 Garín D., Caja G. & Bocquier F. 2003. J. Anim. Sci. 81:879-874.
 Garín D., Caja G. & Conill C. 2005. Livest. Prod. Sci. 92:47-58.
 Ribó O., Cuypers M., Korn C., Meloni U., Centioli G., Cioci D., Ussorio A. & Veran J. 2003. <http://idea.jrc.it/pages%20idea/final%20report.htm>
 San Miguel O., Caja G., Nehring R., Miranda F., Merino J.A., Almansa V. & Lueso M.J. 2005. EAAP Publication No. 113, p. 357-359.

DEGRADACIÓN RUMINAL DE PASTOS DE MONTAÑA INVADIDOS POR LECHERINA (*EUPHORBIA POLYGALIFOLIA*) EN VACUNO Y OVINO: EFECTO DEL PASTOREO PREVIO.

M.J. Mora , G. Hervás , Ó. López-Campos , J. Busqué , A.R. Mantecón , B. Fernández y P. Frutos

Estación Agrícola Experimental (CSIC) Apdo. 788 - 24080 León
Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA). 39600 Muriedas (Cantabria)

INTRODUCCIÓN

La progresiva invasión de lecherina (*Euphorbia polygalifolia*) en pastos de la Cordillera Cantábrica está favorecida, entre otros motivos, por la aversión desarrollada hacia ella por el ganado vacuno, mayoritario en la zona. En invasiones provocadas por otra especie del mismo género, *E. esula*, el rechazo se ha relacionado con la presencia de compuestos secundarios, principalmente terpenos (Halaweish et al., 2002).

Dentro de las opciones ensayadas para el control de dichas invasiones, el pastoreo con ganado ovino se ha planteado como una herramienta eficiente y sostenible, ya que parece que las ovejas pueden consumir euforbiáceas sin sufrir consecuencias tóxicas (Landgraf et al., 1984). Estas diferencias entre especies de rumiantes en la selección de la dieta podrían estar relacionadas con diferencias en el metabolismo ruminal y, más concretamente, en la capacidad de adaptación de sus poblaciones microbianas (Kromberg y Walker, 1993; Duncan et al., 1997).

El objetivo de este trabajo fue comparar la degradación ruminal de pastos invadidos por lecherina en dos especies de rumiantes, vacuno y ovino, así como valorar el efecto del pastoreo previo en zonas invadidas, como indicativo de una posible adaptación de la población microbiana al consumo de lecherina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales (6 vacas y 8 ovejas) se distribuyeron en cuatro grupos, de acuerdo con un diseño factorial 2 x 2 (2 especies x 2 tratamientos), que se alojaron en cuatro parcelas diferentes durante 17 días, en el puerto de Sejos (Cantabria). Los tratamientos fueron los siguientes:

-Pastoreo en parcelas experimentales situadas en una zona invadida por lecherina (3 vacas y 4 ovejas).

-Pastoreo en parcelas experimentales situadas en una zona sin invadir por lecherina (3 vacas y 4 ovejas).

La degradación ruminal se estudió mediante la técnica in vitro de producción de gas (Mauricio et al., 1999), para lo cual se utilizó un sustrato representativo de los pastos invadidos, así como otro libre de la invasión:

-Pasto invadido por lecherina (46% de *E. polygalifolia*): 938 g MO/kg MS; 112 g PB/kg MS; 471 g FND/kg MS; 247 g FAD/kg MS.

-Pasto no invadido por lecherina: 919 g MO/kg MS; 131 g PB/kg MS; 570 g FND/kg MS; 252 g FAD/kg MS.

Muestras de cada sustrato (\approx 500 mg, molidas a 1 mm) se incubaron en botellas de suero de 125 ml de volumen. Para cada especie y tratamiento se recogieron 2 inóculos mediante sonda esofágica, que fueron transportados al laboratorio, conservados en botes bien llenos y cerrados, dentro de neveras con agua y hielo.

Una vez en el laboratorio, los inóculos se filtraron a través de cuatro capas de gasa y se añadieron al medio de cultivo (McDougall, 1948) en una proporción 1:4

(v/v). Tras dosificar 50 ml de la mezcla en cada botella, éstas se cerraron herméticamente y se introdujeron en un incubador a 39,5°C. La producción de gas se registró en cada una de las botellas a las 2, 4, 6, 9, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 46, 56, 72, 96 y 120 horas post-incubación, mediante un transductor de presión. Finalizada la incubación, el residuo se filtró utilizando crisoles provistos de una placa porosa (100 – 160 μm) y se secó a 102°C para estimar la desaparición de MS (DMS).

Los datos de producción de gas se ajustaron a un modelo exponencial para estimar la producción asintótica de gas (A , ml), el ritmo fraccional de producción de gas (c , h^{-1}) y el tiempo de retraso (L , h). La degradabilidad efectiva en el rumen de la MS (DE) y el ritmo medio de fermentación (RMF) se calcularon de acuerdo con las ecuaciones descritas por France *et al.* (2000), considerando un ritmo de paso (K_p) de 0,028 h^{-1} .

El efecto de la especie animal y del pastoreo previo se estudiaron mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de producción de gas *in vitro* aparecen en la figura 1 y los parámetros cinéticos, una vez realizados los ajustes, en la tabla 1. Como puede comprobarse, apenas se observaron diferencias significativas para el pasto no invadido, en tanto que la fermentación del pasto que contenía lecherina parece ser mejor en el ganado ovino.

Tanto el ritmo fraccional de producción de gas (c) como el ritmo medio de fermentación (RMF) y la degradabilidad efectiva en el rumen (DE) fueron superiores en las ovejas que habían pastado previamente en zonas invadidas, encontrándose los valores más bajos en las vacas que habían permanecido en la parcela libre de invasión.

Los resultados de este trabajo muestran, por una parte, la mayor capacidad de las ovejas para degradar los pastos invadidos por lecherina, lo cual concuerda con resultados previos sobre diferencias entre especies de rumiantes en la degradación de plantas que contienen compuestos potencialmente tóxicos. Este hecho podría estar relacionado con un mejor potencial de su población microbiana para degradar, o al menos tolerar, dichos compuestos. En el caso concreto de las euforbiáceas, Kromberg y Walker (1993), trabajando con inóculos ruminales de cabras y ovejas, sugirieron que las primeras presentarían una mayor capacidad de degradación de los compuestos secundarios de la *E. esula*.

Por otra parte, el pastoreo previo en zonas invadidas por lecherina parece facilitar la degradación ruminal de estos pastos. En este sentido, se sabe que los rumiantes son capaces de adaptarse a la presencia de determinados compuestos secundarios en sus dietas, de modo que a medida que se aumenta su ingestión, se aumenta también la capacidad de degradación o tolerancia por parte de los microorganismos del rumen (Domínguez-Bello, 1996).

El hecho de que en el vacuno, los parámetros cinéticos de la fermentación del pasto invadido también fueran mejores cuando los inóculos microbianos se extrajeron de los animales que habían pastado en zonas invadidas sugiere que el rechazo de las vacas al consumo de lecherina no es total, lo cual coincide con observaciones realizadas en campo.

AGRADECIMIENTOS

Manuel J. Mora disfrutó de una beca predoctoral del CSIC (programa I3P). Este trabajo forma parte del proyecto INIA RTA02-027.

Tabla 1.- Parámetros cinéticos de producción de gas (*A*, *c* y *L*), ritmo medio de fermentación (RMF) y degradabilidad efectiva en el rumen de la MS (DE) de pastos invadidos o no por lecherina, en vacas y ovejas sometidas a pastoreo previo en zonas invadidas o libres de la invasión.

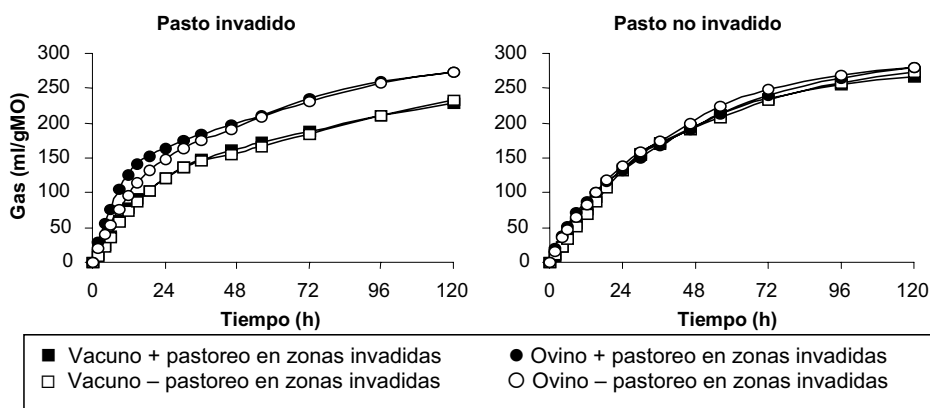
Sustrato	Pastoreo previo	Vacuno		Ovino		Nivel de significación			
		zona con lecherina	zona sin lecherina	zona con lecherina	zona sin lecherina	eed	Sp	Pastoreo previo	Sp × pastoreo
A (ml)	p. invadido	210	226	245	261	23,4	t	ns	ns
	p. no invad	272	282	283	288	14,5	ns	ns	ns
c (h ⁻¹)	p. invadido	0,036	0,030	0,049	0,034	0,0013	***	***	**
	p. no invad	0,029	0,026	0,027	0,027	0,0019	ns	ns	ns
L (h)	p. invadido	0,038	0,080	0,000	0,000	0,0625	ns	ns	ns
	p. no invad	0,786	0,862	0,000	0,000	0,4219	*	ns	ns
RMF (ml/h)	p. invadido	5,45	4,83	8,69	6,38	0,492	**	*	t
	p. no invad	5,54	5,20	5,47	5,64	0,582	ns	ns	ns
DE (g/kg)	p. invadido	418	386	468	421	6,9	***	**	ns
	p. no invad	374	357	363	373	19,2	ns	ns	ns

(eed) error estándar de la diferencia

Valores con distintos superíndices en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$)

ns = no significativo ($P > 0,10$); t = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

Figura 1.- Curvas de producción de gas de pastos invadidos o no por lecherina en vacas y ovejas sometidas a pastoreo previo en zonas invadidas o libres de la invasión.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Domínguez-Bello, M.G. 1996. *Annales de Zootechnie*, 45, suppl., 323-327.
- Duncan, A.J.; Frutos, P. and Young, S.A. 1997. *Animal Science*, 65, 451-455.
- France, J.; Dijkstra, J.; Dhanoa, M.S.; López, S. and Bannink, A. 2000. *British Journal of Nutrition*, 83, 143-150.
- Halaweish, F.T.; Kromberg, S.; Hubert, M.B. and Rice, J.A. 2002. *Journal of Chemical Ecology*, 28, 1559-1611.
- Kromberg, S.L. and Walker, J.W. 1993. *Journal of Chemical Ecology*, 19, 2007-2017.
- Landgraf, B.K.; Fay, F.K. and Havstad, K.M. 1984. *Weed Science*, 32, 348-352.
- Mauricio, R.M.; Mould, F.L.; Dhanoa, M.S.; Owen, E.; Channa, K.S. and Theodorou, M.K. 1999. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 321-330.
- McDougall, E.I. 1948. *Biochemical Journal*, 43, 99-109.
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc, Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC (Estados Unidos).

PROTECCIÓN FRENTE A LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE LA HARINA DE GIRASOL MEDIANTE EL TRATAMIENTO CON ÁCIDOS Y CALOR*

Arroyo J. M^a. , González J., Alvir M. R., Rodríguez C. A., Ouarti M.
Dpto. Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid. España.

INTRODUCCIÓN

La harina de girasol es el concentrado de proteína de mayor producción en España, siendo su empleo más conveniente en rumiantes por su elevado contenido en fibra. Sin embargo, el aprovechamiento de su proteína en estas especies está condicionado negativamente por su elevada degradabilidad ruminal, al generarse cantidades importantes de NH₃ que se asocian con mayores pérdidas nitrogenadas por su fuga del rumen. Consecuentemente, la protección de sus proteínas frente a la degradación ruminal presenta un alto interés para aumentar su eficacia proteica de empleo y, por consiguiente, sus posibilidades de utilización. El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del tratamiento de la harina de girasol con ácidos y calor sobre la degradabilidad ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una harina de girasol 32. Para su protección se pulverizó bajo agitación continua con soluciones (400 ml/kg) de ácido málico (HGM) y de ácido ortofosfórico (HGF) a dosis de 0,8 eq/kg. El material resultante se dejó reposar durante 1 hora y se desecó a 150 °C durante 6 horas.

El ensayo de degradabilidad ruminal se realizó mediante un diseño en cuadrado latino 3x3, utilizando tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno y tres raciones que contenían la harina de girasol sin tratar (testigo: HGT), o tratada (HGM y HGF). Las raciones contenían heno de ray-grass italiano picado (40%) y concentrado (60%) siendo distribuidas, a razón de 75 g MS/kg^{0,75}, en 6 comidas diarias mediante distribuidores automáticos. Los piensos fueron isoproteicos, siendo su composición media: 78,75% de trigo blando, 20,25% de harina de girasol y 1% de minerales y vitaminas. Las incubaciones ruminales se realizaron utilizando bolsas de nylon (7x11 cm de dimensiones internas y 46 µm de poro) conteniendo 3 g de muestra fresca (molida a 2 mm). Se realizaron dos incubaciones por cada alimento durante tiempos de 0, 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h. Después de ser extraídas del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente para eliminar los residuos de contenido ruminal, siendo congeladas inmediatamente a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3x5 min.), se desecaron a 80 °C durante 48 h y se analizaron para MS y N (método Dumas).

La evolución en el tiempo (t) de la desaparición (d) de MS y PB se ajustó en cada alimento y animal, mediante regresión no lineal, según el modelo exponencial propuesto por Ørskov y McDonald (1979): $d = a + b * (1 - e^{-k_d * t})$. En este modelo "a"

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGL 2002-3662.

representa la fracción soluble, “b” la fracción insoluble potencialmente degradable y “ k_d ” la tasa fraccional de degradación de esta última fracción. La fracción indegradable se calculó como $1-(a + b)$. La degradabilidad efectiva (DE) se obtuvo integrando las cinéticas de desaparición y la tasa fraccional de tránsito de las partículas no digeridas a través del rumen (k_p) de acuerdo con la fórmula propuesta por Ørskov y McDonald (1979): $DE = a + (b * k_d / (k_d + k_p))$

El valor de la tasa fraccional de salida de partículas del rumen (k_p) se determinó en cada dieta mediante el suministro de una dosis de la harina de girasol marcada con Yterbio (Yb) y el muestreo de la digesta duodenal como indican González et al. (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido (% sobre MS) en materia orgánica (MO) y PB para las muestras HGT, HGM y HGF fue: 93,8; 93,7 y 91,6% y 36,3; 35,6 y 36,1%, respectivamente. Los parámetros de las cinéticas de degradación y la DE de la MS y PB se presentan en la tabla 1. En ambos casos, el efecto de los tratamientos mostró un comportamiento relativamente similar, aunque mucho más acusado para la PB. Así, se observó una reducción de la fracción soluble asociada a incrementos de las dos fracciones insolubles. Para la PB estas variaciones se apreciaron significativas ($P < 0,01$) mientras que para la MS sólo lo fueron para la fracción “a” ($P < 0,01$) y, a nivel de tendencia ($P = 0,065$), para la fracción indegradable. Para la PB, los tratamientos redujeron la fracción soluble “a” desde 28,0 a 10,1 y 7,1% para HGM y HGF, respectivamente, incrementándose la fracción “r” desde 5,76 hasta 10,5 y 16,5%. La tasa de degradación k_d disminuyó desde 23,0 a 3,36 y 3,16 %h⁻¹. Estos cambios cabe atribuirlos a la desnaturalización de parte de la proteína por la acción tanto de los ácidos, como del calor y a la generación de reacciones de condensación proteína-carbohidratos por el calentamiento de alimentos húmedos, factores todos ellos que dificultan el acceso a la proteína de los microorganismos y ralentizan su degradación.

Tabla 1. Efectos del tratamiento de la harina de girasol con ácidos y calor sobre la degradabilidad efectiva (DE) ruminal

	Proteína Bruta (PB)					Materia Seca (MS)				
	HGT	HGM	HGF	ESM	P	HGT	HGM	HGF	ESM	P
a (%)	28,0 ^c	10,1 ^d	7,12 ^e	0,38	0,001	23,5 ^c	19,9 ^d	14,0 ^e	0,17	0,001
b (%)	66,2 ^d	79,5 ^c	76,4 ^c	0,61	0,007	46,0	47,0	49,0	0,91	0,263
r (%)	5,76 ^e	10,5 ^d	16,5 ^c	0,51	0,009	30,5	33,1	36,9	0,86	0,065
k_d (%h ⁻¹)	23,0 ^c	3,36 ^d	3,16 ^d	1,68	0,021	17,2 ^c	4,40 ^d	4,47 ^d	1,39	0,035
DE (%)	79,6 ^c	38,4 ^d	34,3 ^d	1,33	0,003	56,9 ^c	39,8 ^d	35,5 ^e	0,66	0,003

a, b y r = fracciones soluble, insoluble potencialmente degradable e insoluble indegradable, respectivamente. k_d = tasa fraccional de degradación.

c, d, e medias con distinto superíndice son diferentes a $P < 0,05$.

Los tratamientos también redujeron ($P < 0,05$; ESM = 0,024) la tasa fraccional de evacuación (k_p) de partículas presentándose diferencias significativas entre todas las dietas: 6,23; 6,00 y 5,76 $\%h^{-1}$ en las dietas testigo y que incluían los ácidos málico y ortofosfórico, respectivamente.

Como consecuencia de todos los cambios mencionados, se redujo ($P < 0,01$) la DE de la MS y PB de las harinas tratadas. El valor de DE de la PB de la harina testigo concuerda con los habitualmente observados para esta categoría de alimentos (Vérité et al., 1987, González et al, 1999). El aumento de la proteína by-pass con el tratamiento de protección fue de 3 y 3,2 veces para HGM y HGF. Ello implicaría un cambio en el sitio de digestión y un incremento en la eficacia protídica de este alimento. Así, González et al (1999) indican un incremento de la digestibilidad intestinal de las harinas de girasol al disminuir su degradabilidad, al concentrarse con la degradación ruminal los componentes nitrogenados indigestibles en menor medida al aumentar la PB no degradada.

A efectos de considerar adecuadamente la mejora producida por los tratamientos sobre el aprovechamiento digestivo de la proteína hay que considerar también la reducción de la síntesis microbiana asociada con el menor nivel de fermentación de las harinas tratadas (reducciones de 30,0 y 37,7% para la DE de la MS en HGM y HGF, respectivamente). Utilizando las asunciones realizadas por Vérité et al (1987) en el desarrollo del sistema PDI para estimar la síntesis de proteína microbiana y asumiendo también un valor de DE de la MO similar al correspondiente a la MS y una digestibilidad intestinal próxima al 80% para la proteína no degradada (González et al, 1999), los valores aproximados (g/kg MS) para el contenido en proteína verdadera digestible total (microbiana y by-pass) serían: 112, 210 y 220 para HGT, HGM y HGF, respectivamente. La eficacia proteica correspondiente sería del 30,8; 59,1 y 60,9% respectivamente. El interés nutricional de estos alimentos es pues evidente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ, J; RODRÍGUEZ, C.A; ANDRÉS, S.G; ALVIR, M.R. 1998. Rumen degradability and microbial contamination of fish and meat meal measured by the in situ technique. Anim. Feed Sci, Tech. 73, 71-84.
- GONZÁLEZ, J; SÁNCHEZ, L; ALVIR, M.R. 1999. Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. Reprod. Nutr. Dev. 39, 607-616.
- ØRSKOV, E.R; McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb., 92, 499-503.
- VÉRITÉ, T; CHAPOUTOT, P; MICHALET-DOREAU, B; PEYRAUD, J.L; PONCET, C. 1987. Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). Bull. Techn. CRZV, Theix, Inra. 70, 19-34.

DEGRADABILIDAD Y TRÁNSITO DE LAS ESPIGAS, HOJAS Y TALLOS DE LA CEBADA PASTADA POR EL GANADO OVINO EN ESTADO LECHOSO-PASTOSO DEL GRANO

G. Olmos, A. Keli, A. de Vega, y J. A. Guada

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza (España)

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cereales de invierno en condiciones de secano es una de las actividades agrícolas más importantes en los países del área mediterránea (Landau *et al.*, 2000), destacando la cebada por el número de hectáreas en producción. El destino tradicional es la alimentación animal, aprovechándose el grano y la paja cosechados, las rastrojeras, la planta en verde o el cereal maduro como pasto de verano. El consumo de la cebada en estado lechoso-pastoso del grano parece también muy atractivo *a priori*, ya que se obtienen altas producciones de materia seca de un aceptable contenido en proteína bruta (Droushiotis, 1998). El valor nutritivo del cereal en el estado en que vaya a ser pastado va a depender de su ingestibilidad y de su digestibilidad, siendo además el contenido en nitrógeno y su calidad parámetros esenciales. A este respecto, y aunque se han obtenido resultados de degradabilidad de la proteína de la cebada en estado lechoso-pastoso del grano en animales en confinamiento y alimentados con dietas estándar, los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados a condiciones de campo, ya que tanto el tipo de dieta (Ørskov *et al.*, 1980) como el nivel de ingestión pueden ser factores importantes de variación. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estimar la degradabilidad efectiva de las espigas, hojas y tallos de la cebada pastada en estado lechoso-pastoso del grano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron ocho ovejas adultas vacías y secas, de las que dos estaban provistas de una cánula en el rumen. El experimento se realizó en dos parcelas sembradas con cebada Albacete-R1 en estado lechoso pastoso del grano, de una superficie de 0,3 y 0,6 ha cada una, que se utilizaron para el acostumbramiento de las ovejas al recurso (siete días) y para el desarrollo del experimento (catorce días). El día anterior a la entrada de los animales en la parcela experimental se segaron a ras de suelo seis cuadros de 0,5 m², secándose la biomasa cosechada a 60 °C durante 48 horas. Posteriormente se separaron las espigas, hojas y tallos, que fueron molidos a través de una criba de dos milímetros. Las espigas y hojas fueron marcadas con acetato de europio, los tallos con acetato de iterbio y la fase líquida con Cr-EDTA para estimar los parámetros de cinética de tránsito a partir de la curva de excreción fecal de marcadores de acuerdo con el modelo propuesto por Grovum y Williams (1973). La degradabilidad de la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra neutro detergente (FND) de las espigas, hojas y tallos de la cebada se estimó *in situ*, siguiendo la metodología propuesta por Ørskov y McDonald (1979). Se realizó una incubación en cada semana del periodo experimental con objeto de analizar las posibles diferencias debidas a los cambios en la madurez de la planta.

Los parámetros de cinética de tránsito se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía para estimar el efecto de la fracción a estudio (fase líquida, espigas, hojas y tallos), mientras que los parámetros de degradabilidad fueron

analizados teniendo en cuenta, además, el efecto de la semana de incubación y la interacción entre ésta y la fracción a estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hojas presentaron los mayores ritmos de tránsito a través del rumen (k_1), superiores incluso ($P < 0,05$) a los de la fase líquida (Tabla 1). Por su parte, las espigas y los tallos presentaron valores mucho menores ($P < 0,05$) y no diferentes ($P > 0,05$) entre sí. Estos resultados contradicen los encontrados por la mayoría de los autores, que señalan valores superiores para la fracción líquida, y sólo pueden explicarse por algún error analítico. Por otra parte, el hecho de que las espigas presenten una k_1 similar a la de los tallos podría deberse a que durante el proceso de marcado gran parte de los componentes solubles se eliminan en el lavado, y es muy probable que la fracción realmente marcada hayan sido las estructuras más fibrosas y de menor densidad de la espiga. Las espigas también presentaron los menores valores de tránsito a través de compartimentos post-ruminales (k_2) lo que reforzaría la hipótesis de un marcado selectivo de las partes más fibrosas (Siciliano-Jones y Murphy, 1986). Como resultado, los tiempos medios de retención en todo el tracto digestivo (TMRT) fueron mayores ($P < 0,05$) para las espigas y menores para la fase líquida, con comportamientos intermedios de los tallos y las hojas. Los valores absolutos obtenidos fueron, en general, elevados, correspondiendo a situaciones de baja ingestión y alto contenido en fibra de la dieta (Thiago *et al.*, 1992).

Los parámetros de degradación y la degradabilidad efectiva de la MS, PB y FND de las espigas, hojas y tallos de la cebada a lo largo de las dos semanas de aprovechamiento se presentan en la Tabla 2. El ritmo fraccional de degradación sólo fue estadísticamente diferente entre fracciones botánicas para la MS (0,210, 0,053 y 0,055 h^{-1} para espigas, hojas y tallos, respectivamente) y la PB (0,355, 0,068 y 0,195 h^{-1}), no variando entre semanas de pastoreo. Sólo las espigas presentaron valores superiores ($P < 0,05$) a los de las otras dos fracciones. En el caso de la FND el ritmo fraccional de degradación no se vio afectado ni por la semana de pastoreo ni por la fracción botánica estudiada. En cuanto a la degradabilidad potencial, aparecieron interacciones significativas entre la fracción botánica y la semana de aprovechamiento, tanto para la MS como para la PB, motivadas por las menores degradabilidades de los tallos con respecto a las hojas en la primera semana pero no en la segunda. Los valores de las espigas fueron superiores a los de las otras dos fracciones ($P < 0,05$) en ambos periodos. Con relación a la FND sólo hubo efecto de la fracción estudiada, con valores medios de 87,1, 80,7 y 69,4 % para las espigas tallos y hojas, siendo éstos significativamente inferiores ($P < 0,05$) a las otras dos estructuras.

Tabla 1. Ritmos de tránsito lento (k_1 ; h^{-1}) y rápido (k_2 ; h^{-1}), tiempo de tránsito (TT; h) y tiempo medio de retención total (TMRT; h), de la fase líquida, espigas, tallos y hojas de la cebada pastada en estado lechoso-pastoso del grano. DRE: desviación residual estándar. P: probabilidad de las diferencias entre fracciones.

	Fase Líquida	Espigas	Tallos	Hojas	DRE	P
k_1	0,038 _b	0,023 _a	0,019 _a	0,043 _c	0,0064	0,0102
k_2	0,327 _b	0,191 _a	0,254 _{ab}	0,292 _{ab}	0,0658	0,1723
TT	24,4 _{ab}	38,0 _c	14,3 _a	30,3 _{bc}	6,64	0,0235
TMRT	55,3 _a	94,0 _c	72,2 _b	58,6 _a	6,64	0,0014

_{a, b, c} Valores con distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

Con respecto a la degradabilidad efectiva (DE), la interacción entre los factores principales se puso de manifiesto con las tres entidades químicas consideradas, presentándose valores superiores para la MS y FND de las espigas tanto en el primer periodo como en el segundo, y valores superiores de los tallos con respecto a las hojas en este último, aunque no en el primero. En el caso de la PB espigas y hojas presentaron mayores degradabilidades potenciales que los tallos en el primer periodo, comportándose las segundas igual que los últimos en la segunda semana. Las diferencias entre semanas se manifestaron en el sentido de mayores DE de las hojas (MS y FND) o las espigas (PB) en la primera, y menores de los tallos (MS, PB y FND).

Tabla 2. Degradabilidad potencial (a+b; %), ritmo fraccional de degradación (c; h⁻¹) y degradabilidad efectiva (DE; %) de la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra neutro detergente (FND) de las espigas, hojas y tallos de la cebada en estado lechoso-pastoso del grano. P: probabilidad de las diferencias entre tratamientos

	Semana 1			Semana 2			P		
	Espigas	Hojas	Tallos	Espigas	Hojas	Tallos	S	F	S x F
MS									
a+b	84,4 _a	79,9 _b	64,9 _c ¹	87,1 _a	77,6 _b	74,8 _b ²	0,0204	0,0002	0,0123
c	0,232	0,061	0,050	0,188	0,046	0,059	0,5938	0,0113	0,7689
DE	80,2 _a	58,8 _b ¹	56,7 _b ¹	81,1 _a	53,8 _b ²	65,0 _c ²	0,2373	0,0001	0,0099
PB									
a+b	87,4 _a	81,5 _b	75,9 _c ¹	87,8 _a	81,5 _b	80,9 _b ²	0,0211	0,0002	0,0199
c	0,360	0,056	0,212	0,351	0,081	0,179	0,8840	0,0089	0,8353
DE	87,9 _a ¹	86,7 _a	63,1 _b ¹	60,5 _a ²	80,3 _b	79,4 _b ²	0,0131	0,0032	0,0003
FND									
a+b	85,8	84,3	65,6	88,4	77,1	73,3	0,6988	0,0103	0,1178
c	0,067	0,060	0,048	0,043	0,051	0,066	0,4732	0,9795	0,1393
DE	72,7 _a	58,8 _b ¹	56,4 _b ¹	69,4 _a	51,6 _b ²	63,5 _c ²	0,3626	0,0009	0,0103

^{a, b, c} Subíndices distintos indican diferencias entre fracciones para una misma semana (P<0,05).

^{1, 2} Superíndices distintos indican diferencias entre semanas para una misma fracción (P<0,05).

S: semana; F: fracción (espiga, hoja y tallo); S x F: interacción entre semana y fracción.

Los ritmos de tránsito registrados en el presente trabajo fueron muy inferiores a los asumidos por Hadjipanayiotou *et al.* (1996) para estimar la DE de la MS y la PB de la cebada en estado lechoso-pastoso del grano (0,05 y 0,08 h⁻¹), por lo que nuestros resultados de degradabilidad también fueron muy superiores. Estas discrepancias invitan a cuestionar la validez de coeficientes obtenidos en condiciones de confinamiento y utilizando dietas estándar cuando lo que se pretende es caracterizar el comportamiento del forraje en condiciones de pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Droushiotis DN (1998) *Rachis* **17**, 13-21.
- Grovum WL, Williams VJ (1973) *British Journal of Nutrition* **30**, 313-329.
- Hadjipanayiotou M, Antoniou I, Theodoridou M, Photiou A (1996) *Livestock Production Science* **45**, 49-53.
- Landau S, Perevolotsky D, Bonfil D, Barkai D, Silanikove N (2000) *Livestock Production Science* **64**, 39-49.
- Ørskov ER, McDonald I (1979) *Journal of Agricultural Science* **92**, 499-503.
- Ørskov ER, Hovell FDdeB, Mould F (1980) *Tropical Animal Production* **5**, 195-213.
- Siciliano-Jones J, Murphy MR (1986) *Journal of Dairy Science* **69**, 2304-2311.
- Thiago LRL, Gill M, Dhanoa MS (1992) *British Journal of Nutrition* **67**, 305-318.

EFFECTO DE LA EXTRUSIÓN DE INGREDIENTES Y PIENSOS CONCENTRADOS SOBRE SU FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

E. Solanas, M. Fondevila, M. Mota y C. Castrillo,
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, M. Servet 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La extrusión de los alimentos promueve la gelatinización del almidón favoreciendo su ataque enzimático (Gallant y col., 1992), lo que en rumiantes resulta en una mayor y más rápida degradación del mismo en el rumen. Por otra parte, provoca también la desnaturalización parcial de la proteína, disminuyendo su solubilidad y degradabilidad en ruminal (Solanas y col., 2003). Ambos efectos pueden contribuir a la mejora de los índices productivos de terneros (Solanas y col., 2005), aunque la extrusión total del pienso puede no resultar económicamente rentable, lo que sugiere la conveniencia de extrusionar solamente algunos de los ingredientes del pienso. El efecto que la extrusión produce sobre el almidón y la proteína depende de su estructura, localización y relación con otros componentes del alimento o de la dieta. En este trabajo se comparó el efecto de la extrusión sobre la cinética de fermentación y la producción de AGVs de dos cereales comunes en piensos para terneros, el maíz y la cebada y sobre el guisante, leguminosa con alta proporción de proteína y almidón, (Prueba 1). Se estudió también el efecto que sobre los mismos parámetros tiene la extrusión de la totalidad de un pienso de terneros de cebo o de sus ingredientes (cereales y leguminosas) por separado, (Prueba 2).

MATERIAL Y MÉTODOS

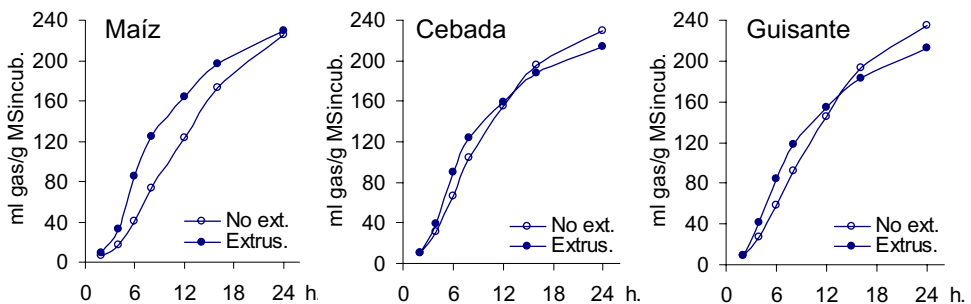
Para el estudio de la dinámica de fermentación, se determinó la evolución de la producción de gas *in vitro* mediante el método propuesto por Theodorou y col. (1994). En la prueba 1 se incubaron muestras de cebada, maíz y guisante, sin extrusionar o extrusionadas en extrusora de doble tornillo a aproximadamente 140°C, 40 atmósferas de presión y la inclusión de un 15% de agua. En la Prueba 2, se incubaron muestras de pienso constituido por un 65 % de una mezcla de cereales (60% maíz y 40% cebada), un 25 % de una mezcla de leguminosas (33% guisante, 33% altramuz y 33% haba de soja) y un 10% de grasa, vitaminas y minerales, no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereales (CE); la mezcla de leguminosas (PE); o ambas (CPE). En cada prueba, se incubaron por cuadruplicado 600 mg de cada sustrato en botellas con 800 ml de una solución de incubación con un 10 % de inóculo ruminal procedente de dos vacas alimentadas con 4 kg de pienso, 2 kg de alfalfa y 2 kg de paja. En cada prueba se llevaron a cabo tres tandas de incubación de 24 horas, registrándose la presión en el interior de las botellas a las 2, 4, 6, 8, 12, 16 y 24 horas, y considerando la media de las botellas de cada sustrato en cada tanda como unidad experimental. Tras 6 horas de incubación se recogieron 4 ml del filtrado de una de las botellas sobre 1 ml de una solución de ácidos ortofosfórico y metilvalérico, para la determinación de ácidos grasos volátiles (AGV; Jouany, 1982). Finalizado el periodo de incubación, se filtró el contenido de las botellas y se determinó la materia seca residual. El efecto de la extrusión sobre la producción de gas a cada hora de incubación y la concentración y proporción de AGV's a las 6 horas de incubación, se analizó según un diseño factorial sustrato x tratamiento, considerando la tanda de incubación como bloque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la cinética de producción de gas del maíz, cebada y guisante, extrusionados o no. La fermentación del maíz sin extrusionar promovió desde las 2 a las 16 horas de incubación una producción de gas significativamente menor ($p < 0,01$) que la cebada, registrándose valores intermedios con el guisante. Entre los sustratos extrusionados no se manifestaron diferencias significativas en la producción de gas. La extrusión promovió un incremento de la producción de gas desde las 4 hasta las 12 horas de incubación ($p < 0,01$), más manifiesto en el caso del maíz (interacción alimento x extrusión, $p < 0,01$). El efecto de la extrusión fue disminuyendo a partir de las 12 h, llegando a neutralizarse para el maíz a las 24 horas e incluso a invertirse para la cebada y el guisante a las 16 y 24 h. Por consiguiente, la extrusión favoreció la fermentación del almidón del maíz, originalmente más resistente a las enzimas microbianas que el de la cebada. El mismo efecto que en el maíz se podría haber esperado en el guisante por tener también una fermentación del almidón más lenta que la cebada, sin embargo el efecto de la extrusión fue ligeramente menor al del maíz, probablemente contrarrestado por la desnaturalización de la proteína con la extrusión que actuaría protegiendo al almidón del ataque enzimático inicial (McAllister y col., 1993). La extrusión provocó una mayor concentración de AGVs ($p < 0,05$), aunque dentro de cada alimento las diferencias entre tratamientos solamente fueron significativas en el maíz (13,5 vs 8,4 mM). La extrusión dio lugar a un incremento en la relación acético/propiónico ($p < 0,05$) (1,79 vs 1,57), y a una ligera aunque significativa ($p < 0,01$) reducción en las proporciones de butirato (8,2 vs 9,8%).

En la Prueba 2, la extrusión de los ingredientes del pienso aumentó ($p < 0,001$) la producción de gas (Tabla 1). El efecto fue mas acusado cuando se procesaron los cereales (CE) que cuando se procesaron los suplementos proteicos (PE), obteniéndose resultados intermedios cuando se extrusionaron ambos componentes. La magnitud de las diferencias disminuyó con el tiempo de incubación, no resultando significativas las diferencias entre NE y PE a las 24 horas. Aunque la extrusión de la proteína tiende a reducir su fermentación microbiana (PrestlØkken, 1999), el hecho de que la mezcla de fuentes de proteína incluyera guisante, con una proporción importante de almidón que responde positivamente a la extrusión (Prueba 1) puede explicar la magnitud de la respuesta positiva del tratamiento PE. Sin embargo, la extrusión de ambos componentes (pienso CPE) no resultó en un efecto aditivo como era lógico pensar, tal vez debido una desincronización entre el aporte de energía y proteína para los microorganismos ruminales, disminuyendo la actividad microbiana.

Figura 1: Cinética de producción de gas (ml/g MS) del maíz, cebada y guisante en función de su extrusionado.



No se registraron diferencias entre piensos en la concentración total de AGV, pero si en sus proporciones. El pienso con ambas fuentes extrusionadas (CPE) dio lugar a una mayor proporción de acetato y una menor proporción de propionato, por lo que la relación acetato/propionato fue mayor al resto ($p < 0,05$). La proporción de butirato resultó mayor para aquellos piensos que incluían la fuente de cereal extrusionada (CE y CPE).

Tabla 1: Cinética de la producción de gas (ml/g MS) *in vitro* de los piensos no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereal (CE), las fuentes de proteína (PE) o ambos (CPE).

Tiempo (h)	NE	CE	PE	CPE	e.e.
2	4,1 b	9,9 a	4,7 b	9,4 a	0,20
4	16,4 d	39,9 a	21,5 c	34,6 b	0,85
6	41,7 d	81,4 a	52,1 c	74,3 b	0,50
8	71,0 d	114,1 a	82,6 c	105,8 b	0,87
12	110,1 d	147,2 a	120,5 c	140,6 b	1,25
16	147,3 d	175,9 a	155,2 c	169,1 b	1,35
24	182,7 c	202,6 a	187,8 c	195,2 b	1,56

Entre columnas, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 2: Concentración (mM) y proporciones de AGV a las 6 y 24 horas de incubación *in vitro* de los piensos no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereal (CE), las fuentes de proteína (PE) o ambos (CPE).

	NE	CE	PE	CPE	e.e.
AGV	12,3	15,5	12,4	17,2	2,338
Acetato	0,500b	0,492b	0,514ab	0,554a	1,492
Propionato	0,446a	0,426a	0,438a	0,376b	1,000
Butirato	0,051b	0,080a	0,054b	0,070ab	0,638
Acet./Prop.	1,13b	1,16b	1,19b	1,49a	0,069

Dentro mismo parámetro, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gallant, D. J., Bouchet, B., Buleon, A. y Perez, S., 1992. European Journal of Clinical Nutrition. 46:S3-S16.
- Jouany, J. P., 1982. Science des Aliments. 2:131-144.
- McAllister, T. A., Phillippe, R. C., Rode, L. M. y Cheng, K. J., 1993. J. Anim Sci. 71(1):205-212.
- Prestløkken, E., 1999. Animal Feed Science and Technology. 82(3-4):157-175.
- Solanas, E., Castrillo, C., Jover, M., Serrano, X. y Vega, de A., 2003. En: X Jornadas sobre Producción Animal, AIDA. Nº 24, Vol. II, pp.693-695
- Solanas, E., Castrillo, C., Serrano, X., Janacua, H., Fondevila, M. y Guada, J.A., 2005. Livestock Production Science. In press.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., Mcallan, A. B. y France, J., 1994. Animal Feed Science and Technology. 48(3-4):185-197.

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE LA FERMENTACION RUMINAL *IN VITRO* DE UNA MEZCLA DE FORRAJE Y CONCENTRADO*

L.A. Giraldo, M.D. Carro, M.J. Ranilla y M.L. Tejido
Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han realizado numerosos estudios para investigar la posibilidad de utilizar enzimas fibrolíticas como aditivos para mejorar el valor nutritivo de las dietas de los animales rumiantes, pero los resultados obtenidos han sido variables. Algunos de los factores que pueden condicionar la efectividad de estos preparados son la interacción sustrato-enzima, la forma de aplicación de las enzimas y las dosis empleadas (Carro et al. 2004). Dado que las preparaciones enzimáticas son caras, la utilización de dosis superiores a las óptimas disminuiría las posibles ventajas económicas producidas por su uso. En este trabajo nos planteamos analizar el efecto de tres preparaciones enzimáticas, aplicadas a dos dosis diferentes, sobre la fermentación ruminal *in vitro* de un sustrato con un alto contenido en forraje.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sustrato estuvo compuesto por una mezcla 70:30 de un heno de gramíneas y un concentrado de uso comercial, la cual contenía 470 g de fibra neutro-detergente (FND) y 141 g de proteína bruta por kg de materia seca (MS). El sustrato se molió (1mm) antes de proceder a su fermentación *in vitro* con líquido ruminal. Para ello se pesaron 500 mg de MS de sustrato en botellas de 120 ml a las que se añadieron 50 ml de una mezcla (1:4) de líquido ruminal y de un medio de cultivo para microorganismos anaerobios; dicha mezcla se mantuvo a 39°C y gaseada con CO₂ durante todo el proceso. Como inóculo se utilizó líquido ruminal procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen alimentadas con heno de buena calidad *ad libitum* y 300 g de concentrado al día.

En total se analizaron los efectos de siete tratamientos diferentes: sustrato sin tratar (control; **CON**), tratamiento con una celulasa producida por *Aspergillus niger* aplicada a dosis de 15 (**CAS-15**) y 30 (**CAS-30**) UI/g de MS, tratamiento con una celulasa producida por *Trichoderma longibrachiatum* aplicada a dosis de 15 (**CTRI-15**) y 30 (**CTRI-30**) UI/g de MS y tratamiento con una xilanasa producida por *Trichoderma viride* aplicada a dosis de 15 (**XIL-15**) y 30 (**XIL-30**) UI/g de MS. Todas las enzimas son comercializadas por Fluka (Madrid, España). En todos los casos, las enzimas se disolvieron en una solución amortiguadora de fosfato sódico 1 mM (ph 6,5) y la disolución se dosificó directamente sobre el sustrato dentro de las botellas (2 ml por botella). La dosificación de las soluciones enzimáticas se realizó 24 h antes de comenzar la incubación *in vitro* con líquido ruminal y durante este tiempo las botellas se mantuvieron en el laboratorio a temperatura ambiente (20-22°C). Este pre-tratamiento del sustrato se eligió porque en estudios previos se había comprobado que aumentaba la efectividad de los tratamientos enzimáticos (Giraldo et al. 2004a).

Las incubaciones duraron 8 y 24 horas, tras las cuales se midió la producción de

* Este trabajo ha sido financiado por el MCYT (Proyecto AGL2001-0130) y la Excma. Diputación Provincial de León.

gas en todas las botellas (en las botellas que se mantuvieron 24 horas se determinó también la producción de gas a las 8 horas). Transcurrido el tiempo de incubación correspondiente, las botellas se abrieron, se midió el pH de su contenido y se tomaron muestras para analizar la concentración en ácidos grasos volátiles (AGV). Posteriormente, el contenido de cada botella se filtró a través de crisoles provistos de una placa porosa, los cuales se secaron en estufa a 100°C durante 48 horas y se determinó la degradabilidad de la MS; en el residuo de las incubaciones que duraron 24 horas se analizó su contenido en FND para determinar la degradabilidad de la misma (DFND). Se realizaron cuatro series de incubación, cada una con un inóculo ruminal diferente, de tal forma que se obtuvieron cuatro réplicas para cada tratamiento. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza y las diferencias entre el tratamiento control y los diferentes tratamientos enzimáticos se analizaron mediante el test de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, ninguno de los tratamientos enzimáticos provocó cambios ($P>0,05$) en el pH final o en la producción de gas a las 8 y 24 horas de incubación.

Tabla 1. Efecto de diferentes tratamientos enzimáticos sobre el pH, la producción de gas (ml) y de AGV (μmol) y la degradación de la materia seca (DMS; %) y de la fibra neutro-detergente (DFND; %) de un substrato compuesto por forraje y concentrado (70:30) tras su incubación *in vitro* con líquido ruminal durante 8 y 24 horas.

8 horas	Tratamiento							e.e.d. ¹
	CON	CAS-15	CAS-30	CTR-15	CTR-30	XIL-15	XIL-30	
pH	6,80	6,80	6,81	6,80	6,79	6,80	6,80	0,019
Gas	51,0	49,6	51,3	54,0	54,9	53,4	54,2	2,34
Total AGV	2535	2607	2727	2767	2849*	2390	2632	83,7
Acético	1588	1611	1685	1703	1727	1508	1674	51,4
Propiónico	563	611	648*	662*	705*	530	581	21,9
Butírico	270	269	275	281	285	247	265	9,5
Ac./Prop.	2,82	2,64*	2,60*	2,57*	2,45*	2,85	2,87	0,046
DMS	34,3	35,1	36,9	37,7	38,4*	36,1	38,6*	0,52
24 horas								
pH	6,71	6,70	6,67	6,69	6,69	6,69	6,68	0,023
Gas	101	102	100	110	104	107	98,9	5,76
Total AGV	3904	3885	4082	4075	4107	3883	3955	81,4
Acético	2387	2390	2486	2501	2488	2421	2461	49,9
Propiónico	835	830	907*	885	930*	801	821	21,3
Butírico	459	451	470	457	456	448	448	10,9
Ac./Prop.	2,85	2,88	2,77	2,82	2,68*	3,02*	2,99	0,051
DMS	58,5	57,3	56,6	61,0	60,0	57,8	60,6	1,40
DFND	36,0	36,2	36,7	39,6	41,6*	36,7	43,4*	2,12

¹ error estándar de la diferencia.

* para cada parámetro, los valores con asterisco difieren ($P<0,05$) del control.

Cuando se determinó la producción de AGV tras 8 horas de incubación, se observó que los tratamientos **CAS-30**, **CTR-15** y **CTR-30** provocaron un aumento ($P<0,05$) de la producción de ácido propiónico, pero ninguno de los tratamientos enzimáticos afectó ($P>0,05$) a la producción de los ácidos acético y butírico. Cuando el tiempo de incubación se prolongó hasta 24 horas, el aumento observado en la producción de propiónico se mantuvo para los tratamientos **CAS-30** y **CTR-30**, pero no se observaron diferencias ($P>0,05$) en la producción total de AGV entre el control y los diferentes tratamientos enzimáticos.

Los tratamientos **CTR-30** y **XIL-30** produjeron un aumento ($P<0,05$) de la DMS del sustrato (4,1 y 4,6 unidades porcentuales, respectivamente) tras 8 horas de incubación, pero estas diferencias desaparecieron cuando la incubación con líquido ruminal duró 24 horas. Sin embargo, estos dos tratamientos enzimáticos provocaron un aumento ($P<0,05$) de la DFND del sustrato a las 24 horas de incubación (36,0, 41,6 y 43,4% para los tratamientos **CON**, **CTR-30** y **XIL-30**, respectivamente), lo que indicaría que estas enzimas ejercieron un efecto positivo sobre la degradación de la fibra. En trabajos previos realizados por nuestro grupo (Giraldo et al. 2004b), se observó que el tratamiento de diferentes forrajes con enzimas fibrolíticas (celulasas y xilanasas) durante 24 horas producía una disminución de su contenido en FND, posiblemente debido a que las enzimas provocasen la ruptura de algunas de las uniones de los hidratos de carbono que forman la pared celular; este hecho facilitaría la colonización de los microorganismos ruminales y el inicio de la degradación de la pared celular por los mismos (Nsereko et al. 2000).

Nsereko et al. (2000) observaron que el tratamiento de heno de alfalfa con diferentes enzimas fibrolíticas producía una liberación de azúcares solubles. Este efecto podría justificar los aumentos observados en nuestro estudio en la producción de ácido propiónico con algunos de los tratamientos enzimáticos. El aumento observado en la producción de ácido propiónico tras 8 horas de incubación del sustrato con líquido ruminal fue del 15 y 21% para los tratamientos **CAS-30** y **CTR-30**, respectivamente, pero se redujo al 8,6 y 11% (tratamientos **CAS-30** y **CTR-30**, respectivamente) a las 24 horas de incubación. Debido a estos cambios en la producción de ácido propiónico, los tratamientos **CAS-15**, **CAS-30**, **CTR-15** y **CTR-30** redujeron ($P<0,05$) la relación acético/propiónico a las 8 horas de incubación, pero este efecto se mantuvo únicamente para el tratamiento **CTR-30** a las 24 horas de incubación.

Los resultados de este trabajo indicarían que el tratamiento de sustratos con un alto contenido en forraje con enzimas fibrolíticas puede facilitar la degradación inicial de los mismos en condiciones *in vitro*, pero a medida que avanza el tiempo de incubación, la actividad fibrolítica de los microorganismos ruminales puede hacer que los efectos de las enzimas sean menos marcados o incluso no se detecten.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro MD, Ranilla MJ y Tejido ML. 2004. Uso de aditivos enzimáticos para mejorar la digestión ruminal de los forrajes. *Enzimas. Albéitar*, (enero-febrero): 34-37.
- Giraldo LA, Ranilla MJ, Tejido ML and Carro MD. 2004a. Effect of enzyme application method on *in vitro* rumen fermentation of tropical forages. *J. Anim. Feed Sci.* 13: 63-66.
- Giraldo LA, Ranilla MJ, Tejido ML and Carro MD. 2004b. Effect of exogenous fibrolytic enzymes on *in vitro* rumen fermentation of tropical forages. *J. Anim. Feed Sci.* 13: 67-70.
- Nsereko VL, Morgavi DP, Rode LM, Beauchemin KA and McAllister TA. 2000. Effects of fungal enzyme preparations on hydrolysis and subsequent degradation of alfalfa hay fiber by mixed rumen microorganisms *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 88: 153-170.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LEVADURAS VIVAS SOBRE EL PH RUMINAL DE VACAS LECHERAS EN ESTABULACIÓN LIBRE

A. Bach^{1,2}, C. Iglesias², M. Devant², and N. Ràfols²

¹ ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats)

² Unitat de Remugants, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries)

INTRODUCCIÓN

Las levaduras son hongos unicelulares capaces de sobrevivir en el rumen durante cortos periodos de tiempo. Varios estudios han demostrado que la suplementación de levaduras puede aumentar la ingestión y la producción de leche (Nocek et al., 2003; Dann et al., 2000; Robinson y Garret, 1999). Sin embargo, otros estudios no han encontrado ventajas de la suplementación de levaduras ni sobre la ingestión ni la producción (Arambel y Kent, 1990).

Todos los trabajos de investigación acerca del efecto de la suplementación de levaduras sobre la fermentación ruminal han sido realizados en condiciones *in vitro* (Lila et al., 2004; Newbold et al., 1995) o bien con vacas en estabulación fija (Nocek et al., 2003; Dann et al., 2000, Robinson y Garret, 1999). Sin embargo, la mayoría de las explotaciones comerciales mantienen las vacas en estabulación libre. Como las pautas de ingestión de las vacas en estabulación libre pueden ser distintas de las pautas de las vacas en estabulación fija, consecuencia por ejemplo de la dominancia social, la respuesta ruminal a la suplementación de levaduras también puede ser distinta.

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la suplementación con levaduras vivas sobre el pH ruminal de vacas en lactación mantenidas en estabulación libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tres vacas multíparas con una cánula ruminal se utilizaron en un diseño *cross-over* con dos periodos y dos tratamientos. Las vacas recibieron la misma ración base (PB=15.6% y FND=35.4% sobre materia seca) y fueron suplementadas de forma alternada con 5 g/d (equivalentes a 10^{10} UFC/d) de *Saccharomyces cerevisiae* cepa CNCM 1077 (Levucell SC2, Lallemand, France). Las 3 vacas fueron mantenidas en condiciones de estabulación libre en un grupo de 60 vacas en total bajo la aprobación y supervisión del comité ético del IRTA. Las vacas se ordeñaron una media de 2.2 veces/día en una unidad de ordeño automatizado (VMS, DeLaval, Suecia), donde recibieron 1.5 kg/ordeño de concentrado (PB=25.8% y FND=21.7% sobre materia seca). Durante los últimos 8 días de cada periodo, el pH ruminal fue monitorizado cada 15 min usando un pHmetro X-Mate Pro MX 300, Mettler-Toldeo, Barcelona) capaz de registrar y almacenar valores de pH automáticamente. El pHmetro se colocó en el interior de un cilindro de PVC (170 mm de largo y 75 mm de diámetro) con una apertura de 10 mm para permitir que el electrodo del pH estuviese en contacto directo con el líquido ruminal. El cilindro contenía en su interior el pHmetro y cerca de 300 g de plomo para asegurar que se hundía y se mantenía en el fondo del saco caudo-

ventral del rumen durante todas las mediciones. El cilindro se retiró del rumen cada 2 días para recuperar los datos de pH de la memoria del pHmetro, asegurar que la lectura de pH fuese acurada, y proceder a su recalibración, en caso necesario, con soluciones estándares de pH 4.0 y 7.0. Por lo tanto, las cánulas ruminales se abrieron al principio de cada periodo de muestreo, y 2, 4, 6 y 8 días más tarde. La ingestión de materia seca (tanto de ración base como de concentrado) así como las pautas de ingestión y el tamaño de cada consumo se monitorizaron diariamente usando un sistema computerizado (Bach et al., 2004). Además, se determinó la proporción del tiempo diario durante el cual el pH ruminal fue menor de 5.6 y 6.0, y el área bajo la curva de pH (calculada mediante la suma de los valores absolutos de las desviaciones negativas respecto los pH 5.6 y 6.0 para cada intervalo de 15 minutos).

Los datos se analizaron mediante un modelo lineal de efectos mixtos con medidas repetidas usando una estructura de varianza-covarianza de componentes simétricos. El modelo consideraba el efecto aleatorio de cada vaca, y los efectos fijos del día de muestreo, el tratamiento (suplementación o control), el tiempo transcurrido desde la última ingestión de ración base, el tiempo transcurrido desde el último consumo de concentrado, y la interacción entre estos dos últimos factores y el tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

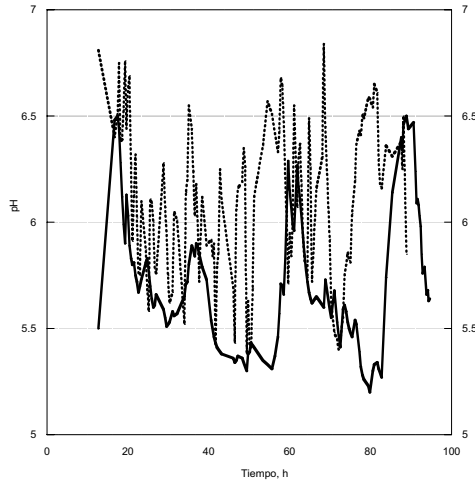
El pH ruminal medio fue mayor ($P < 0.05$) en las vacas cuando recibieron levaduras que cuando no fueron suplementadas (6.02 vs 5.51, respectivamente). Esta mejora en el pH ruminal es consistente con resultados previamente descritos con animales en estabulación fija (Nocek et al., 2002; Michalet-Doreau y Morand, 1996), pero inconsistentes con otros estudios realizados *in vivo* (Ghorbani et al., 2002; Robinson y Garret, 1999) e *in vitro* (Sullivan y Martin, 1999). La evolución diaria del pH fue distinta ($P < 0.01$) en función del día de muestreo (Figura 1), probablemente como consecuencia de la fluctuación y variación diaria en la pauta de ingestión de cada animal. La media de los pH ruminales máximos fue mayor ($P < 0.001$) en los animales suplementados (6.77) que en los animales control (6.22). Asimismo, la media de los pH ruminales mínimos fue también mayor ($P < 0.05$) en los animales suplementados (5.44) que en los control (5.11). El porcentaje de tiempo que el pH ruminal estuvo por debajo de 5.6 en las vacas control (86.1%) fue superior ($P < 0.001$) al de las vacas suplementadas (41.5%). La área bajo la curva de pH inferiores a 6.0 y 5.6 fue mayor ($P < 0.001$) en las vacas control (4.57 y 3.63 unidades de pHxh, respectivamente) que en las vacas suplementadas (1.5 y 0.83 unidades de pHxh, respectivamente). Estos resultados indican que la suplementación con levaduras redujo el riesgo y la severidad de la acidosis subclínica.

El tiempo transcurrido desde la última ingestión de ración base tendió ($P < 0.08$) a afectar negativamente el pH ruminal, y el tiempo transcurrido desde la última ingestión de concentrado durante el ordeño robotizado afectó ($P < 0.05$) negativamente el pH ruminal (-0.177 unidades de pH/log₁₀min), lo cual sugiere que conforme el concentrado fermenta en el rumen se produce un descenso progresivo del pH.

CONCLUSIONES

A pesar que el pH ruminal del vacuno lechero en estabulación libre fluctúa de manera distinta día a día y disminuye conforme el tiempo transcurrido desde el último consumo de concentrado aumenta, la suplementación de levaduras vivas incrementa el pH ruminal. Además, el efecto sobre el pH ruminal aparece a los 8 días desde el inicio del tratamiento.

Figura 1. Evolución diaria del pH ruminal de una vaca en estabulación libre con (línea discontinua) o sin (línea continua) suplementación de levaduras vivas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arambel, M. J., y A. Kent. 1990. *J. Dairy Sci.* 73:1560-1563.
- Bach, A., C. Iglesias, y I. Busto. 2004. *J. Dairy Sci.* 87:4207-4209.
- Dann, H. M., J. R. Prockley, G. C. McCoy, M. F. Hutjens, y J. E. Garrett. 2000. *J. Dairy Sci.* 83:123-127.
- Ghorbani, G. R., D. P. Morgavi, K. A. Beauchemin, y J. A. Z. Leedle. 2002. *J. Anim. Sci.* 80:1977-1986.
- Lila, Z. A., N. Mohammed, T. Yasui, Y. Kurokawa, S. Kanda, y H. Itabashi. 2004. 82: 1847-1854.
- Michalet-Doreau, B., y D. Morand. 1996. *Ann. Zootech.* 45(Suppl. 1):337.(Abstr.)
- Newbold, C. J., R. J. Wallace, X. B. Chen, y F. M. McIntosh. 1995. 73:1811-1818.
- Nocek, J. E., W. P. Kautz, J. A. Z. Leedle, y J. G. Allman. 2002. *J. Dairy Sci.* 85: 429-433.
- Nocek, J. E., W. P. Kautz, J. A. Z. Leedle, y E. Block. 2003. *J. Dairy Sci.* 86:331-335.
- Robinson, P. H., y J. E. Garrett. 1999. *J. Anim. Sci.* 77:988-999.
- Sullivan, H. M., y S. A. Martín. 1999. *J. Dairy Sci.* 82: 2011-2016.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS FIBROLITICAS Y ACEITE DE SOJA A LA RACIÓN DE OVEJAS LECHERAS: II. DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES

M. A. Bouattour, R. Casals, E. Albanell, X. Such y G. Caja.
Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La suplementación con lípidos insaturados es interesante con el fin de aumentar la densidad energética de las raciones de rumiantes lecheros, especialmente al inicio de la lactación. Sin embargo, en el caso de utilizar grasas insaturadas, a partir de ciertas dosis, se puede reducir la digestibilidad de la fibra (Jenkins y Jenny, 1989; Jenkins y Fotouhi, 1990). Por el contrario, dicha digestibilidad puede mejorar por la adición de enzimas fibrolíticas exógenas, tal como observaron Beauchemin et al. (1995; 1997), Feng et al. (1992) y Yang et al (1999). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la adición de aceite de soja (A), un lípido insaturado, y de enzimas fibrolíticas (E) sobre la digestibilidad de los componentes de la ración. Además de ver el efecto individual de cada aditivo, era de especial interés ver si las enzimas fibrolíticas serían efectivas en condiciones adversas, en presencia de lípidos, y si contribuirían o no a restablecer los valores normales de digestibilidad supuestamente reducidos por los lípidos insaturados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 ovejas de Raza Manchega, vacías y en período de secado, mantenidas en jaulas individuales en la Granja Experimental de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona. La experiencia se llevó a cabo según un diseño en bloques al azar, en 2 periodos experimentales de 20 días (14 de adaptación y 6 de toma de datos), con 2 ovejas por bloque, y 4 tratamientos experimentales: 1) control (C), 2) aceite de soja (A), 3) Enzima(E) y 4) A+E.

Las ovejas recibieron raciones isoproteicas (16% PB) compuestas por un 60% de forraje (alfalfa y festuca deshidratadas, 1/1) y un 40% de concentrado. En esencia, la ración A, que contenía aceite de soja (3,05 % de la MS), se componía de la misma fracción forrajera que la C, pero con un pienso concentrado enriquecido en dicho aceite (7,6%), mientras que las raciones (E) y (A+E) eran equivalentes a las C y A, respectivamente, pero con la adición de un complejo enzimático (Promote®: Agribands International, St Louis, USA) con actividad celulasa y xilanasas. El complejo enzimático fue diluido en agua (2%) y aplicado, el día anterior a su consumo, sobre la mezcla forrajera (alfalfa + festuca) de la ración mediante una regadera, hasta una dosis de 2 ml de solución enzimática inicial por kg de MS de la ración total. Las raciones C y A (sin enzimas) recibieron una cantidad equivalente de agua a fin de mantener el mismo grado de humedad que las tratadas con enzimas. Dichas raciones fueron ofrecidas "ad libitum" una vez al día (a las 0830).

Para la recolección de las heces, los animales se equiparon con bolsas de digestibilidad, a las que se adaptaron desde la segunda semana de cada período experimental. Diariamente, se pesó la cantidad de heces recogida y se tomó una muestra representativa (10%) durante todo el periodo de muestreo, que era

desecada a 70 °C y se molía a través de un cedazo de 1 mm para posteriores análisis. Otra muestra, recogida también a diario, se utilizó para determinar el contenido de MS (a 105°C) de las heces. Durante las semanas de control, se recogieron muestras de la oferta (forrajes y piensos) y del rechazo, que fueron molidas a través de un tamiz de 1 mm, analizándose (MS, MO, PB, EE, FB, FND y FAD) junto a las muestras de heces según la metodología de la AOAC (1990).

Los datos fueron procesados mediante el PROC MIXED del SAS, realizándose un análisis de contrastes ortogonales, comparando: 1) los tres tratamientos (**A**, **E** y **A+E**) contra el control, 2) los tratamientos **E** y **A** entre si, y 3) los tratamientos **E** y **A**, respectivamente, contra el tratamiento **A+E**.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como se esperaba, los concentrados experimentales fueron isoproteicos (PB: 18,8%), aunque su EE (C, 3,0; A, 6,9%) aumentó menos de lo previsto según la dosis de aceite utilizada. En consecuencia, el EE de las raciones (16% PB, 36% FND) aumentó desde un 2,3% (C y E) hasta un 3,8% (A y A+E). La ingestión voluntaria por animal no varió a causa de los tratamientos (1,23 kg de MS por día), aunque fue inferior a la observada en ovejas lactantes (2,34 kg de MS por día) consumiendo raciones similares. Esta diferencia sería debida al efecto del estado fisiológico y al gasto energético que representa la producción de leche. Según Titi y Lubbadah (2004), en ovejas, la adición de enzimas fibrolíticas tampoco modificó el consumo de alimentos. Por otra parte, la ausencia de efecto negativo del aceite sobre el consumo de MS está de acuerdo con los resultados de Jenkins y Fotouhi (1990), en ovino, pero en desacuerdo con lo generalmente descrito en vacuno.

Los resultados de digestibilidad de los nutrientes se indican en la **Tabla 1**. Cuando se utilizó por separado, el aceite de soja (tratamiento **A**) no afectó la digestibilidad de la MS ni la de la fibra, y la digestibilidad del EE se incrementó en un 9 % ($P < 0,0001$). La ausencia de efectos negativos del aceite incorporado sobre la digestibilidad de la fibra está en desacuerdo con los resultados de Jenkins y Fotouhi (1990), en ovino, y de Jenkins y Palmquist (1984), en vacuno, quienes indicaron una depresión de la digestibilidad de la fibra en caso de utilización de fuentes de grasa convencional. En nuestro caso, una posible causa de la ausencia de efecto negativo de la adición de aceite sobre la ingestión de MS y la digestibilidad de la fibra puede tener relación con el moderado EE conseguido en las raciones con aceite de soja, inferior al previsto, posiblemente a causa de la absorción de parte del aceite en los sacos que contenían el concentrado.

La adición individual de enzimas fibrolíticas (tratamiento **E**) incrementó ($P < 0,05$) la digestibilidad de la MS (+7,7%), de la MO (+7,1%), de la PB (+5,1%), del EE (+4,7%) y, en especial, de la FND (+12,2%), tendiendo ($P < 0,10$) a aumentar la digestibilidad de la FAD (11,7). Estos efectos positivos de las enzimas fibrolíticas exógenas están de acuerdo con los obtenidos en terneros de cebo, en que se observaron mejoras de la digestibilidad de la FAD (Beauchemin et al., 1995) y de las digestibilidades de la MS y de la FND (Feng et al., 1992). En otro estudio con vacas canuladas, en que se utilizó un complejo enzimático con actividad similar a la de nuestro caso, Yang et al. (1999), obtuvieron incrementos en las digestibilidades de la MS, la FND y la

PB. De igual forma, Beauchemin et al. (1997), también observaron aumentos de las digestibilidades de la MS y de la FND.

Tabla 1. Efectos de la suplementación con enzimas fibrolíticas y aceite de soja sobre la digestibilidad (%) de los nutrientes en ovejas de raza Manchega.

	Tratamientos				SE	Contrastes (P<)					
	C	A	E	A+E		A vs C	E vs C	A vs E	C vs A+E	A vs A+E	E vs A+E
MS	65,2	65,6	70,2	64,3	2,23	NS	*	**	NS	NS	**
MO	69,3	68,7	74,2	67,8	2,15	NS	*	*	NS	NS	**
PB	68,3	68,8	71,7	67,1	2,04	NS	NS	NS	NS	NS	*
EE	75,4	84,4	78,9	83,7	1,42	***	*	**	**	NS	**
FB	52,9	51,7	57,7	49,5	3,38	NS	NS	+	NS	NS	*
FND	54,5	56,6	61,2	52,4	3,08	NS	*	NS	NS	NS	**
FAD	54,3	54,4	60,7	51,3	3,25	NS	+	+	NS	NS	**

¹ C: control, A: aceite de soja, E: enzimas fibrolíticas.

+ P<0,10; * P<0,05; ** P<0,01; ***P<0,0001.

En contraste con lo sucedido cuando el aceite y las enzimas se utilizaron por separado, al adicionarlos conjuntamente (tratamiento **A+E**) se observó que el aceite ejerció un efecto negativo sobre la digestibilidad de todos los componentes de la ración (contraste E vs. A+E), mientras que, en este caso, la inclusión de las enzimas no tuvo ningún efecto de mejora sobre las digestibilidades respectivas (contraste A vs A+E). Es destacable, por tanto, que el comportamiento de las enzimas fibrolíticas fue diferente en presencia o no de la grasa insaturada, lo que sugiere que el posible efecto positivo del complejo enzimático sobre la digestibilidad de la fibra es neutralizado o inhibido por la presencia de grasa insaturada en la ración. La causa de la reducción de la actividad del complejo enzimático en presencia de aceite puede estar relacionada con los efectos que este último pueda ejercer sobre la superficie de las partículas de alimento, con la probable formación de una película que dificulte la acción de las enzimas. Estos son los primeros resultados en los que se pone de manifiesto la existencia de una posible interacción entre enzimas fibrolíticas y suplementos lipídicos cuando se incorporan a raciones de rumiantes.

Agradecimiento: trabajo financiado con el Proyecto CICYT AGL-2001 2617.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis.
- Beauchemin, K. A., L. M. Rode, and V. J. H. Sewalt. 1995. Can. J. Anim. Sci. 75: 641-644.
- Beauchemin, K. A., L. M. Rode, and W. Z. Yang. 1997. Final report to bioavance technologies: enzymes as feed additives for lactating dairy cows. Research Center, Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge, Alberta T1J4B1; September 8th.
- Feng, P., C. W. Hunt, W. E. Julien, K. Dickinson, and T. Moen. 1992. J. Anim. Sci. 70 (Suppl 1): 309.
- Jenkins T. C and D. L. Palmquist. 1984. J. Dairy Sci. 67: 978-986.
- Jenkins T. C. and N. Fotouhi. 1990. J. Anim. Sci. 68: 460-466.
- Jenkins T. C. and B. F. Jenny. 1989. J. Dairy Sci. 72: 2316-2324.
- Titi H., and W. F. Lubbadah. 2004. Small Rum. Res. 52: 137-143.
- Yang W. Z., K. A. Beauchemin, and L. M. Rode. 1999. J. Dairy Sci. 82: 391-403.

CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA MANZANA PARA SU USO EN NUTRICIÓN ANIMAL

F. Vicente, M.A. Cueto, B. de la Roza, A. Argamentería

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13; 33300 Villaviciosa (Asturias)

INTRODUCCIÓN

El cultivo del manzano, en particular el del manzano de sidra, está ligado al desarrollo agrario de Asturias y con la expansión del sector sidrero, se sitúa en tercer lugar en grado de importancia del sector agroalimentario regional, después del lácteo y cárnico. La superficie destinada al cultivo mixto adhesionado manzano-pradera (pumarada) en Asturias es de 6.548 ha (Consejería Medio Rural y Pesca, 2004), oscilando la producción entre los años impares en torno a 45 millones de kg y los 15 en los pares (Consejería Medio Rural y Pesca, 2003). El déficit de esta alternancia bienal de cosechas se solventa con la importación de manzana de sidra de otras zonas europeas, fundamentalmente de los países Balcánicos (Dapena de la Fuente, 1996). La consolidación del sector sidrero en Asturias ha provocado un excedente del subproducto bagazo de manzana o *magalla* que es el residuo generado en la elaboración de sidra y representa entre 15 y 30% de la fruta procesada, según su estado de maduración y tecnología utilizada. En alimentación animal es considerada como una buena fuente energética debido a su elevado contenido en polisacáridos, además de un importante aporte de fibra. Sin embargo, al poseer una baja proporción de fibra efectiva, puede ser limitante para un adecuado funcionamiento ruminal si es suministrada a niveles altos. Se le atribuye un cierto efecto lactogénico derivado del mayor aporte de carbohidratos solubles que aumentarían la síntesis de lactosa a nivel de glándula mamaria. Ahora bien, un suministro excesivo puede provocar una menor producción de ácido acético en el rumen y, consecuentemente, un descenso en el contenido de grasa láctea. Contiene también compuestos polifenólicos y una cierta proporción de taninos condensados. Su utilización puede ser mezclado en fresco con harina de maíz o conservado mediante ensilado, ya que fermenta con facilidad dado su alto contenido en bacterias lácticas. También es utilizado como aditivo mejorante de la fermentación en ensilados de hierba de otoño. En general, se recomienda un máximo de utilización de 5 kg de MS/vaca/día.

El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar el bagazo de manzana, en verde y ensilado, evaluando la composición química y la degradación ruminal de la materia seca (MS) y proteína bruta (PB), procedente de diversos lagares de Asturias para su inclusión en las Tablas de Composición de Subproductos Húmedos (FEDNA, 2004).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha llevado a cabo con muestras de bagazo de manzana de diferentes orígenes tanto fresca (n=19) como ensilada (n=11), utilizados en explotaciones lecheras asturianas en el período 1986-2003, para las que se analizaron los parámetros químicos indicados en la Tabla 1. La degradabilidad ruminal se determinó en tres muestras de bagazo de manzana fresco (BM₁, BM₂ y BM₃). BM₁ y BM₃ procederían de lagares con diferente ubicación geográfica en la parte centro-oriental de Asturias y BM₂ del lagar experimental del SERIDA. Se realizó en tres vacas frisonas, vacías y secas, canuladas en rumen, que consumían una dieta basal fijada a nivel de mantenimiento, con una relación forraje:concentrado de 70:30 y suministrada en dos tomas diarias (8:00 y 14:00 horas). Cinco gramos de muestra molida a 2 mm se pesaron en bolsas de nylon (50 µm de diámetro de poro) y fueron incubados en el

rumen durante 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Los detalles del procedimiento de incubación se corresponden con la propuesta normalizada de la U.E. adoptada en el seno de la Red Temática de Nutrición de Rumiantes. La evolución de la desaparición de la MS y la PB se ajustó para cada animal según el modelo propuesto por Van Milgen *et al.* (1991). La comparación de medias, así como los estudios de regresión no lineal de la modelización se realizaron mediante SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de composición química de las muestras analizadas se presentan en la Tabla 1, tanto para las muestras en verde como ensiladas. Se muestran también los resultados de digestibilidad enzimática de la materia orgánica mediante la técnica de fibra neutro detergente-celulasa (FND-celulasa). En las muestras de la misma clase (verde o ensilado), los componentes más variables son la MS, la fibra neutro detergente (FND) y la PB. Esta variación está influenciada por el tipo de manzana, su estado de madurez y las diferencias en el procesamiento. La fracción proteica está principalmente asociada a la piel y a la semilla, por lo que el proceso industrial y la variedad son factores determinantes. El contenido estimado de energía metabolizable (EM) es poco variable en ambas clases. El método de conservación del bagazo de manzana no induce a variaciones en la composición química, únicamente se incrementa ligeramente la proporción de MS cuando es ensilado, aunque sin mostrar diferencias significativas.

Tabla 1. Composición química y digestibilidad y enzimática de bagazo de manzana verde y ensilado.

	Verde				Ensilado				e.e.m.
	Media	e.e.	mínimo	máximo	Media	e.e.	mínimo	máximo	
pH	---	---	---	---	3,48	0,024	3,26	4,10	---
MS (%)	21,92	0,240	11,70	27,80	24,01	0,640	16,50	37,82	1,034
MO (%MS)	97,71	0,049	94,43	98,79	97,76	0,039	97,00	98,30	0,146
PB (%MS)	5,83	0,063	3,58	8,55	6,29	0,084	5,51	8,52	0,205
FND (%MS)	51,36	1,672	25,98	65,89	56,48	0,333	47,96	61,16	2,129
EM (MJ/kgMS)	11,47	0,289	11,06	11,88	10,95	0,050	9,93	12,04	0,557
Digestibilidad (%)	71,02	3,292	66,36	75,67	64,78	0,666	52,39	80,03	2,096

La digestibilidad enzimática no presentó diferencias entre las dos clases de muestras y tuvo menor variabilidad dentro de cada una que la composición química. En las muestras ensiladas aparece un máximo de digestibilidad muy elevado, no encontrándose una explicación plausible ante este hecho.

La ausencia de diferencias entre las muestras de bagazo de manzana en función de su tipo de conservación, aconsejó realizar los ensayos de degradabilidad ruminal con muestras en verde por su mayor disponibilidad. La elevada variabilidad en la composición química de las muestras hacía presumir también un comportamiento irregular en su degradabilidad ruminal. No fue posible ajustar la degradabilidad con el modelo clásico de Ørkov y McDonald (1979) por lo que se acudió a los alternativos y resultó preferible el de Van Milgen *et al.* (1991) como anticipamos. Los resultados de degradación, tanto de la MS como de la PB, se muestran en la Tabla 2.

Los parámetros de degradabilidad de la MS y de la PB reflejan la escasa homogeneidad en este tipo de alimento, aunque con gran influencia de la manzana empleada y del proceso de extracción. La muestra BM₂ proviene de una torta de extracción de mosto de una única variedad de manzana, en estado maduro y mediante prensa rápida, mientras que BM₁ y BM₃ provienen de la mezcla de variedades ácidas y dulces, sin llegar a madurez, cuyo mosto se extrajo de forma tradicional para mejorar el

rendimiento, lo que supone una permanencia larga del bagazo en la prensa. La mayor variabilidad se presenta en los coeficientes a y b para de la MS, en los que existen variaciones de más de 30 puntos porcentuales entre muestras, claro reflejo de las diferencias iniciales. Éstas son menores en el caso de la degradabilidad de la PB. Respecto a esto último, hay que tener en cuenta que la baja proporción de la fracción proteica de este alimento (asociada a piel y semillas) incrementa los errores por contaminación microbiana de los residuos de las bolsas, además del imputable a que su desaparición no implica degradación. El que según Givens y Barber (1987) la digestibilidad aparente de la PB de bagazos de manzana británicos fuera baja (23-35%), demuestra las diferencias entre variedades de fruto y proceso de elaboración de sidra asturiana e inglesa, sin olvidar una posible sobreestimación de la degradabilidad ruminal en el presente trabajo.

Tabla 2. Coeficientes de degradabilidad aparente (a, b, c) de tres muestras de bagazo de manzana verde.

Muestra	Materia seca			Proteína bruta		
	a	b	c	a	b	c
BM ₁	19,80 ^a	71,26 ^b	6,27	8,83 ^a	79,91	9,20 ^a
BM ₂	55,81 ^b	40,45 ^a	7,12	14,08	81,90	8,48 ^b
BM ₃	20,65 ^a	70,22 ^b	5,91	19,43 ^b	79,82	4,40 ^a
e.e.m.	0,226	0,285	0,233	0,976	1,148	0,349

a y b (%) son las fracciones soluble y potencialmente degradable. c (%/h) es la tasa fraccional de degradación.

Valores en la misma columna con letras diferentes son diferentes a $P < 0,05$.

Los resultados muestran diferencias importantes en las características químicas del bagazo de manzana en función de su origen, variedad de manzana y, fundamentalmente, método de extracción. Estas diferencias se reflejan asimismo en la variabilidad encontrada en los parámetros de degradación ruminal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del lagar de Trabanco, así como al Programa de Manzano del SERIDA por la cesión de muestras de *magalla*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Consejería Medio Rural y Pesca (2003). Producto Neto de la Agricultura Asturiana 2001. Ed. Consejería Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.
- Consejería Medio Rural y Pesca (2004). Cuentas Económicas de la Agricultura Asturiana 2002. Ed. Consejería Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.
- Dapena de la Fuente, E. (1996). Comportamiento Agronómico y Tecnológico de variedades de manzano asturianas. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- FEDNA (2004) Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos II.- Subproductos Húmedos.
- Givens, D., W. Barber (1987) *Anim. Feed Sci. Technol.* 16: 311-315.
- Ørskov, E.R.; McDonald, I. (1979) *J. Agr. Sci., Camb.* 92: 499-503.
- SAS Institute, SAS/STATTM, 1999. User's Guide. Release 8.2. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC.
- Van Milgen, J.; M. R. Murphy, L. L. Berger (1991) *J. Dairy Sci.* 74: 2515-2529.

MODIFICACIÓN DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* EN RESPUESTA A LA ADICIÓN DE PLANTAS MEDICINALES¹

R. García – González, S. López, A. B. Rodríguez, M. Fernández y J. S. González
Dpto. Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales contienen multitud de compuestos químicos que pueden ser considerados como “agentes con actividad biológica”, ya que pueden afectar a los procesos metabólicos en el organismo animal. El uso de estos productos es una realidad en las industrias Farmacéutica y de la Nutrición Animal y Humana.

Diferentes productos vegetales han sido identificados como potencialmente capaces de modificar favorablemente la fermentación ruminal (Greathead, 2003; Wallace y col., 2002; Evans y Martin, 2000)

En nuestro laboratorio se han ensayado más de 200 plantas medicinales, extractos vegetales o aceites esenciales (García – González y col., 2004), en un intento de identificar nuevos aditivos “naturales” de interés en la alimentación de los rumiantes. En este trabajo, se pretende establecer, mediante ensayos *in vitro*, la dosis óptima de cuatro de estas plantas cuando son empleadas como aditivos para inducir cambios en la fermentación ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas medicinales ensayadas como aditivos fueron la tormentilla (*Potentilla erecta*), corteza de frángula (*Rhamnus frangula*), raíz de ruibarbo (*Rheum officinale*) y bulbo de ajo (*Allium sativum*)

Se realizaron cultivos *in vitro* de 24 h en viales de 120 ml. El sustrato empleado fue una mezcla de heno de alfalfa, heno de gramíneas y cebada (50:30:20) Las plantas medicinales fueron añadidas al sustrato de incubación en las proporciones de 0 (control), 5, 9, 14 o 18 g planta/100 g sustrato, de manera que el contenido final de materia seca (MS) en cada vial fue de 520 mg de la mezcla de sustrato y planta medicinal. Todos los componentes fueron molidos a 1 mm.

El líquido de rumen empleado como inóculo se obtuvo mezclando muestras de contenido ruminal extraídas de 3 ovejas provistas de cánula ruminal y filtrando esta mezcla a través de una gasa. El inóculo obtenido fue diluido en solución tamponada y reducida (Goering y Van Soest, 1970) en proporción 1:5.

En cada vial se dosificaron anaeróbicamente 50 ml de líquido ruminal diluido, posteriormente se cerraron con un tapón de goma, se sellaron con una cápsula de aluminio y se incubaron durante 24 horas a 39° C.

Se realizaron 2 series de incubaciones, en días diferentes. Cada uno de estos días se incubaron triplicados de cada tratamiento (4 plantas x 4 dosis), junto con controles (sin planta medicinal) y se empleó monensina sódica, en dosis 5 y 10 µM, como control positivo.

Tras la incubación, se midió la producción de gas acumulado en cada vial, empleando un transductor de presión (Bailey & Mackey Ltd., UK) acoplado, a través de una válvula de 3 vías, a una aguja y una jeringa. De esta manera se registró la presión y volumen de gas y se tomó una muestra del gas de fermentación que fue transferida a un tubo de vacío de 10 ml (Venoject®, Terumo Europe N.V., Bélgica) Inmediatamente, los viales se introdujeron en un baño de hielo para detener la

¹ **AGRADECIMIENTOS:** Trabajo financiado por la Junta de Castilla y León (Proyecto 29/03)

fermentación. Posteriormente, se tomó una muestra para análisis de los ácidos grasos volátiles (AGV) y se registró el pH. El residuo de la incubación se recolectó en crisoles filtrantes Pyrex® de poro n° 1 para calcular gravimétricamente la degradación de la MS y FND del sustrato. Las muestras de gas fueron analizadas en un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-14 B equipado con columna 60/80 Carboxen™ 2.3 m x 3.2 mm y con detector de llama y acoplado a un integrador. Los AGV se analizaron por cromatografía de gases.

Los efectos de la adición de cada planta medicinal (comparación con el control y diferencias entre las dosis empleadas) se determinaron mediante ANOVA utilizando el programa SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla I. Valores medios de los parámetros de fermentación registrados tras 24 h de incubación. Cada planta medicinal se añadió en concentraciones de 5, 9, 14 o 18 g por 100 g de sustrato.

Planta / dosis	Gas ml	DMS %	CH ₄ µmol	CH ₄ /gas ml/100 ml	AGV mmol	Ac/Prop
Control						
0	78,6 ^a	70,5 ^a	409 ^a	13,2 ^a	2,41 ^a	3,03 ^a
<i>P. erecta</i>						
5	77,5 ^a	67,9 ^b	380 ^a	12,9 ^{ab}	2,28 ^b	2,99 ^a
9	74,2 ^b	67,7 ^b	320 ^b	11,0 ^b	2,29 ^b	2,93 ^a
14	72,2 ^b	66,8 ^b	362 ^{ab}	12,7 ^{ab}	2,14 ^c	3,01 ^a
18	67,5 ^c	67,9 ^b	322 ^b	12,1 ^{ab}	1,99 ^d	2,92 ^a
EED	1,45	0,88	26,5	1,36	0,049	0,009
<i>R. frangula</i>						
5	76,3 ^a	70,4 ^a	320 ^b	10,6 ^b	2,39 ^a	2,44 ^b
9	73,3 ^b	68,2 ^b	284 ^c	9,8 ^b	2,40 ^a	2,20 ^c
14	69,7 ^c	68,1 ^b	227 ^d	8,3 ^c	2,20 ^b	2,01 ^d
18	62,9 ^d	69,4 ^{ab}	150 ^e	6,0 ^d	2,04 ^c	1,84 ^e
EED	1,43	0,90	17,3	0,38	0,044	0,072
<i>R. officinale</i>						
5	73,5 ^b	70,2 ^a	293 ^b	10,2 ^b	2,35 ^a	2,13 ^b
9	68,7 ^c	68,6 ^{bc}	166 ^c	6,1 ^c	2,23 ^b	1,78 ^c
14	63,3 ^d	67,6 ^c	118 ^d	4,8 ^c	2,01 ^c	1,69 ^c
18	61,6 ^d	69,4 ^{ab}	78 ^e	3,2 ^d	1,87 ^d	1,70 ^c
EED	1,44	0,55	18,2	0,67	0,003	0,101
<i>A. sativum</i>						
5	80,9 ^{ab}	71,2 ^a	530 ^b	16,6 ^b	2,49 ^{ab}	2,87 ^{ab}
9	82,8 ^{bc}	70,5 ^a	500 ^b	15,2 ^{ab}	2,65 ^c	2,78 ^{bc}
14	83,9 ^c	73,9 ^b	512 ^b	15,5 ^{ab}	2,62 ^{bc}	2,66 ^{cd}
18	82,7 ^{bc}	75,6 ^c	477 ^{ab}	14,5 ^{ab}	2,52 ^{abc}	2,52 ^d
EED	1,33	0,66	38,2	1,12	0,004	0,092
Monensina						
5 µM	66,5 ^b	65,4 ^b	333 ^b	12,9 ^a	2,18 ^b	1,99 ^b
10 µM	61,6 ^c	63,3 ^c	298 ^b	12,4 ^a	2,01 ^c	1,94 ^b
EED	3,29	0,69	21,6	1,57	0,065	0,090

a, b, c, d, e Dentro de cada columna y para cada planta o aditivo, los valores con diferente letra difieren significativamente entre sí o con el control (P<0,05)

EED: Error estándar de la diferencia

En estudios previos (García – González y col., 2004) se había detectado un efecto significativo sobre los parámetros de la fermentación ruminal *in vitro* al añadir la cuatro plantas medicinales en concentraciones de 13 g/100 g sustrato. Estos efectos vuelven a confirmarse en este trabajo.

R. frangula y *R. officinale* parecen provocar una disminución específica de la producción de CH₄, acompañada por un cambio en el perfil de los AGV derivados de la fermentación. Las dosis más bajas afectan sólo a estos dos parámetros. A medida que aumenta la dosis, también disminuye la producción de gas y AGV totales.

Con estas plantas se aprecia que la magnitud de la respuesta observada guarda una relación directa con la dosis empleada. La dosis más baja provoca cambios significativos en algunos de los parámetros considerados, y estos cambios se incrementan cuantitativamente a medida que aumenta la dosis.

Aunque no se ha aislado el compuesto químico responsable de estos efectos, cabe destacar que ambas plantas contienen diferentes derivados antraquinónicos, en una concentración variable, hasta un máximo de un 12%. En la hipótesis de que estos fuesen los principios responsables de estos efectos, significaría que dichas moléculas serían efectivas, modificando los parámetros de fermentación considerados, en las condiciones ensayadas, en dosis menores a 0,6% en el sustrato o 62 p.p.m. en el medio de cultivo. García – López y col. (1996) emplearon 9,10-antraquinona como aditivo en fermentaciones *in vitro* y detectaron cambios en el patrón de la fermentación del mismo signo que los aquí recogidos. Estos autores plantearon la hipótesis de que este compuesto actúa inhibiendo específicamente la metanogénesis.

Por todo ello, cabe pensar que estas plantas pueden actuar primariamente inhibiendo la metanogénesis, lo que, a su vez, provoca cambios en otros parámetros fermentativos. En este sentido, García – López y col. (1996) observaron que al emplear 9,10-antraquinona se acumula H₂ en el medio de cultivo, lo que llega a inhibir la fermentación acética.

Los efectos de *A. sativum* son de diferente signo, provocando un aumento significativo de la degradación del sustrato y de la producción de gas y AGV. Con este aditivo se aprecia una menor relación acetato/propionato, similar a lo observado por Busquet y col. (2003) empleando extracto de ajo en fermentadores continuos. En cambio, se incrementa la proporción de CH₄ en el gas de fermentación, efecto que fue independiente de la dosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A y Kamel C, 2003. Efecto del cinamaldehído y el extracto de ajo sobre la degradación de proteína y el perfil de fermentación en cultivos continuos. *ITEA*, Vol. Extra 24: 729–731.
- Evans JD y Martin SA, 2000. Effects of Thymol on ruminal microorganisms. *Curr. Microb.*, 41: 336–340.
- García – González R, López S, Fernández M, Rodríguez AB y González JS, 2004. Screening the activity of medicinal plants and spices for decreasing ruminal methane production *in vitro*. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, suppl. 1: 42–43.
- García – López PM, Kung L y Odom JM, 1996. In vitro inhibition of microbial methane production by 9,10-antraquinona. *J. Anim. Sci.* 74: 2276–2284.
- Goering MK y Van Soest PJ, 1970. Forage Fiber Analysis. *Agric. Handb. n. 379*. Agric. Res. Serv., USDA. Washington DC.
- Greathead H, 2003. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proc. Nutr. Soc.*, 62: 279–290.
- Wallace RJ, McEwan NR, McIntosh FM, Teferedegne B y Newbold CJ, 2002. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15: 1458–1468.

EFFECTO DEL ADITIVO CRINA® SOBRE LA ACTIVIDAD FERMENTATIVA RUMINAL *IN VITRO*¹

M. Fernández*, S. López*, A.B. Rodríguez*,
R. García-González*, M. Frehner# y J.S. González*

* Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 LEÓN

Akzo Nobel, CRINA S.A., 15 Chemin de la Combe, CH-1196 Gland, Suiza

INTRODUCCIÓN

Los aditivos han sido utilizados principalmente en la alimentación de cerdos y de aves; no obstante, existen compuestos que pueden actuar a nivel de la fermentación ruminal y que pueden tener un considerable interés en la alimentación de los rumiantes (López *et al.*, 2002). Así, en las últimas décadas, se han utilizado en la alimentación de los animales rumiantes un número importante de sustancias de distinta naturaleza -antibióticos, aromatizantes, enzimas, etc.- que producen modificaciones en el ecosistema ruminal y mejoran la utilización digestiva y metabólica de los alimentos, lo que supone un incremento en las producciones y/o una reducción en la emisión de productos contaminantes (Nagaraja, 1995).

Sin embargo, en la actualidad existe un debate entre los consumidores, las autoridades competentes y los técnicos responsables de la producción animal sobre la utilización de determinados aditivos en la alimentación de los animales. En este sentido, es bien conocido el peligro que conlleva el uso aditivos de algunos antibióticos, ya que originan resistencias cruzadas con los antibióticos usados en medicina humana (Coghlan, 1996).

Por tanto, resulta de gran interés el descubrimiento de sustancias que puedan ser utilizadas como modificadores de la fermentación ruminal y a la vez no tengan un riesgo sobre la salud de los consumidores y de los propios animales. CRINA® es un aditivo para rumiantes comercializado por AKZO NOBEL S.A., constituido por una mezcla de aceites esenciales. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del aditivo CRINA® sobre la actividad fermentativa ruminal *in vitro*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar la fermentación ruminal se utilizó un fermentador de flujo semicontinuo simulador del rumen (**Rusitec**) provisto de ocho vasijas. Como sustrato de base se utilizó una ración constituida por un 20% de cebada, un 10% de paja, un 35% de alfalfa y un 35% de heno de prado, todos molidos con malla de 2 mm. Cuatro de las vasijas fueron consideradas como control (sin aditivo), mientras que a cada una de las otras cuatro vasijas se les administró diariamente 40 mg del aditivo (50 ppm) contenido en una bolsa de poliéster (F57 filter bags. ANKON Technology).

El primer día del experimento se inoculó cada una de las vasijas con contenido ruminal (400 ml de líquido filtrado y 80 g de partículas de digesta sólida) procedente de 4 ovejas, provistas de cánula ruminal y alimentadas con heno de alfalfa y heno de prado en proporción 50:50. Paralelamente, se realizó una infusión continua de saliva artificial (600 ml/vasija y día). Diariamente se introdujo en cada vasija una bolsa de nailon que contenía 16 g de materia seca (MS) de la ración de base que se mantuvo

¹ Trabajo financiado por la Junta de Castilla y León (Proyecto LE 29/03)

dentro de las vasijas durante 48 h. La duración del experimento fue de 19 días, de los cuales 7 correspondieron al período de adaptación a la dieta y 12 días fueron de muestreo. En cada día de muestreo se determinó la producción de metano, la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), la producción de amoníaco y la desaparición de MS tras 48 h de incubación.

Los valores medios de cada parámetro para el aditivo se compararon con los del tratamiento control mediante una *t* de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de los distintos parámetros de la fermentación ruminal y para cada tratamiento figuran en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores medios de los distintos parámetros de la fermentación ruminal: desaparición de materia seca (DMS), producción total de gas, producción de metano, producción de ácidos grasos volátiles (AGV), relación propiónico/acético y producción de amoníaco.

	Control	Aditivo	eed	Probabilidad
DMS (%)	58,7	59,2	0,65	0,597
Gas total (milimoles/día)	90,4	82,3	5,14	0,116
Metano (milimoles/día)	7,33	6,53	0,577	0,201
AGV (milimoles/día)	36,5	35,4	1,47	0,618
Propiónico/acético	0,353	0,356	0,0099	0,615
Amoníaco (mg/día)	51,4	51,5	4,63	0,991

La administración del aditivo no afectó ($P>0,05$) a ninguno de los parámetros de la fermentación ruminal estudiados. Castillejos et al. (2003) tampoco observaron efectos significativos sobre los mismos parámetros en fermentadores de doble flujo continuo cuando utilizaron el aditivo a una dosis similar a la empleada en nuestro estudio (160 mg/d), teniendo en cuenta el volumen de los fermentadores (1320 ml) y la cantidad de sustrato utilizada (95 g/d). Estos autores utilizaron una ración con una relación forraje/concentrado distinta a la empleada en nuestro caso (60:40 vs 80:20) y ensayaron dosis crecientes del aditivo CRINA® (16, 160 y 1600 mg/d), apreciando que los efectos más manifiestos se observaban con la dosis más baja de aditivo. Con una dosis aún más baja (5 mg/d), Castillejos et al. (2005) han observado que la adición del producto CRINA® a dos raciones con distinta relación forraje/concentrado

(60:40 y 10:90) no provocaba cambios en el patrón de fermentación, apreciándose únicamente un incremento de un 6% en la concentración de AGV.

Fernández et al. (1997) utilizaron el mismo aditivo (a una dosis de 1000 mg/día; aproximadamente 0,20 mg/ml de contenido ruminal y día) en un experimento *in vivo* con ovejas, observando un efecto significativo sobre la degradabilidad de la MS, la degradabilidad de la proteína bruta y la concentración de amoníaco en el líquido ruminal. Más recientemente, otros autores han observado que el aditivo reduce la degradación ruminal de la proteína del alimento en el ganado vacuno y ovino (Molero et al., 2004; Newbold et al., 2004), si bien el efecto sólo fue manifiesto cuando los animales habían recibido el aditivo durante al menos cuatro semanas. Los aceites esenciales provocarían pequeños cambios en el ecosistema ruminal; en principio poco apreciables pero acumulativos a lo largo del tiempo, de forma que llegan a manifestarse transcurridas varias semanas desde que se inicia su administración.

De acuerdo con nuestros resultados se podría concluir que el aditivo CRINA[®], con la dieta basal empleada y a la dosis de 50 ppm/día (40 mg/día), no tuvo ningún efecto sobre los parámetros de la fermentación ruminal estudiados. Los resultados obtenidos en otros ensayos parecen indicar que los efectos de este aditivo comercial dependen de la dosis empleada, siendo preciso un aporte continuado de la mezcla de aceites esenciales para lograr cambios paulatinos en la población microbiana con los que llega a manifestarse una modificación en los parámetros de fermentación ruminal al cabo de varias semanas de iniciada la administración del aditivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A. y Losa, R. (2003). Estudio del efecto de dosis crecientes de una mezcla de aceites esenciales sobre el metabolismo nitrogenado y el perfil de fermentación en un sistema de cultivo continuo. *ITEA Volumen Extra 24 (tomo II)*: 726-728.
- Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A. y Losa, R. (2005). Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Animal Feed Science and Technology* **119**: 29-41.
- Coghlan, A. (1996). Europe pushes to ban antibiotic down on the farm. *New Scientist* **152**: 6.
- Fernández, M., Serrano, E., Frutos, P., Giradlez, F.J., Mantecón, A.R. y Llach, J.R. (1997). Efecto del aditivo Crina HC sobre la actividad fermentativa ruminal en la especie ovina. *ITEA Volumen Extra 18 (tomo I)*: 160-162.
- López, S.; Bodas, R. y Fernández, M. (2002). Uso de plantas medicinales en alimentación animal. *Mundo ganadero* **144**: 44-46.
- Molero, R., Ibars, M., Calsamiglia, S., Ferret, A. y Losa R. (2004). Effects of a specific blend of essential oil compounds on dry matter and crude protein degradability in heifers fed diets with different forage to concentrate ratios. *Animal Feed Science and Technology* **114**:91-104.
- Nagaraja, T.G. (1995). Ionophores and antibiotics in ruminants. In: Wallace, R.J., Chesson, A. (Eds), *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, pp. 173-204.
- Newbold, C.J., McIntosh, F.M., Williams, P., Losa, R. y Wallace, R.J. (2004). Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* **114**: 105-112.

EFFECTO DE COMPUESTOS FENÓLICOS SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL Y EL FLUJO DE NUTRIENTES IN VITRO

L. Castillejos, S. Calsamiglia y A. Ferret

Dept. de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona,
08193-Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de plantas responsables del color y olor de plantas y especias. Se les atribuyen propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes, por lo que se están considerando como una posible alternativa natural a aditivos, como la monensina, prohibidos en alimentación animal.

Existen más de cien compuestos químicos individuales clasificados como aceites esenciales. Los compuestos fenólicos, como el eugenol (presente en el aceite de clavo) o el timol (presente en el aceite de orégano), son a menudo responsables de las propiedades antibacterianas de muchos aceites esenciales (Dormans y Deans, 2000). Aunque existen pocos estudios sobre el efecto de estos compuestos sobre la fermentación microbiana ruminal, parece ser que actúan sobre la flora microbiana del rumen disminuyendo la degradación de la proteína (McIntosh *et al.*, 2003) y modificando el perfil de fermentación del metabolismo ruminal (Evans y Martín, 2000).

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes dosis de cinco compuestos fenólicos sobre la fermentación microbiana ruminal en dos estudios in vitro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1

Los efectos de cinco compuestos fenólicos se evaluaron en una incubación de líquido ruminal de 24 h (Tilley & Terry, 1963) utilizando dos raciones diferentes: 60:40 forraje:concentrado (18% PB; 30% FND; 22% FAD) y 10:90 forraje:concentrado (16% PB; 25% FND; 11% FAD). Los tratamientos fueron: control (CTR), eugenol (EUG), guaiacol (GUA), limonene (LIM), timol (TIM) y vanillin (VAN), y se evaluaron 4 dosis de cada compuesto (5, 50, 500 y 5.000 mg/L). Las incubaciones se realizaron con líquido ruminal de una vaca canulada alimentada con una ración 60:40 forraje:concentrado y tampón bicarbonato-fosfato (McDougall, 1948). Se incubaron 0,5 g de ración en 50 mL de líquido ruminal diluido durante 24 h a 39°C. Después de 24 h se determinó el pH ruminal y se recogieron muestras para determinar la concentración de N amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV). Los compuestos se evaluaron por duplicado en cada ración, y las fermentaciones se replicaron en dos días diferentes.

Experimento 2

Se utilizaron 8 fermentadores (1320 ml) de doble flujo continuo, desarrollados por Hoover *et al.* (1976), en tres periodos experimentales consecutivos de 9 días cada uno (6 días de adaptación y 3 días de muestreo). La ración contenía (% MS) heno de alfalfa (60,3%), harina de maíz (17,2%), harina de cebada (12,2%), harina de soja (9,7%), sal (0,34 %), fosfato de sodio (0,21%) y una mezcla de vitaminas y minerales (0,05%). Los fermentadores fueron dosificados con 95 g/d de MS, suministrados en tres tomas diarias iguales a intervalos de 8 horas (0800; 1600; 2400). Los tratamientos fueron: control (CTR), 5 mg/L (T5), 50 mg/L (T50) y 500

mg/L (T500) de timol, 5 mg/L (E5), 50 mg/L (E50) y 500 mg/L (E500) de eugenol, y 10 mg/L de monensina (MON). Los tratamientos se dosificaron directamente en el líquido ruminal de cada fermentador un minuto antes de cada comida.

Las condiciones de fermentación se mantuvieron constantes: T^a 39°C; pH 6,4; y ritmo de paso de la fracción líquida y sólida a 10 y 5%/h, respectivamente. El primer día de cada periodo, los fermentadores se inocularon con líquido ruminal de una vaca canulada alimentada con una ración 60:40 forraje:concentrado. Durante los tres últimos días de muestreo se recogieron muestras de líquido ruminal filtrado de cada fermentador dos horas después de la alimentación de la mañana (10:00) para determinar la concentración de AGV. Para analizar la evolución del metabolismo nitrogenado, se recogieron muestras de líquido ruminal filtrado a las 0, 2, 4 y 6 horas después de la alimentación de la mañana, para determinar el N soluble en ácido tricloroacético, el N soluble en ácido túngstico, y el N amoniacal. Estas fracciones de nitrógeno se utilizaron para calcular la concentración de N LPep (péptidos grandes), N SPep+AA (péptidos pequeños y amino ácidos) y N amoniacal.

Los resultados de ambos experimentos se analizaron utilizando el procedimiento PROC MIXED del SAS (1996) para medidas repetidas (Littell *et al.*, 1998). El día se considero como efecto bloque en el experimento 1 y el periodo en el experimento 2. Las diferencias entre los tratamiento y el CTR se determinaron usando el test de comparación múltiple de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Se comentarán los efectos más relevantes de cada compuesto según la dosis y la ración y se presenta la Tabla 1, con los resultados del EUG en la ración 60:40, como referencia numérico de los parámetros analizados.

La dosis 5.000 mg/L de los cinco compuestos inhibió la concentración total de AGV e incrementó el pH final en ambas raciones, sugiriendo que esta dosis fue tóxica para las bacterias ruminales.

En la ración 60:40, el EUG a 5 mg/L tendió (P < 0,10) a disminuir la proporción de acetato y la relación acetato:propionato, a 500 mg/L disminuyó la proporción de propionato y AGV ramificados, y a 50 y 500 mg/L tendió (P < 0,10) a disminuir la concentración de N amoniacal (Tabla 1). El GUA a 500 mg/L también redujo la concentración de N amoniacal y la proporción de acetato. La VAN a 500 mg/L redujo la proporción de acetato.

Tabla 1. Efecto del eugenol sobre el pH, la concentración de N amoniacal y el perfil de AGV sobre una ración 60:40 en fermentaciones de 24 h.

	Dosis					EE
	0	5	50	500	5.000	
pH	6,46	6,42	6,43	6,56	7,35*	0,08
N amoniacal	21,9	19,9	17,1 [†]	16,9 [†]	10,4*	1,94
AGV Totales, mM	140,4	134,8	137,0	133,4	66,1*	3,95
Ramificados, mM	3,02	3,03	3,01	2,51*	1,31*	0,08
AGV, mol/100mol						
Acetato	64,9	63,8*	64,0	65,1	64,7	0,46
Propionato	20,6	21,0	20,9	19,8*	21,0	0,29
Acetato:Propionato	3,55	3,36 [†]	3,38	3,66	3,45	0,08

* Medias con diferencias significativas (P < 0,05)

[†] Medias con diferencias significativas (P < 0,10)

En la ración 10:90, todas las dosis de GUA incrementaron la concentración de N amoniacal y a 5 mg/L tendió ($P < 0,10$) a incrementar el pH ruminal. El LIM a 5, 500 y 5.000 mg/L, y el TIM a 5 y 50 mg/L también incrementaron el pH ruminal. La VAN a 5, 50 y 500 mg/L redujo la proporción de propionato e incrementó la proporción de acetato, y a 50 mg/L incrementó la concentración total de AGV, N amoniacal y AGV ramificados.

Experimento 2

La MON y T500 redujeron la digestión de MS, MO, FND y FAD. T500 y E500 redujeron la concentración total de AGV. La MON, T500 y E500 redujeron la proporción de acetato, la concentración de AGV ramificados y la relación acetato:propionato, e incrementaron la proporción de propionato. Además T500 y E500 incrementaron la proporción de butirato. Sin embargo, T500 redujo la proporción de valerato y E500 la incrementó. T5 tendió ($P < 0,10$) a reducir la proporción de acetato y a incrementar la proporción de butirato, sin afectar a la concentración total de AGV ni a la digestión de los nutrientes. La concentración de N peptídico se incrementó en T5, T500 y E500, sugiriendo que la proteólisis se estimuló o la peptidólisis se inhibió. La acumulación de N AA sugiere que la proteólisis y la peptidólisis se estimularon en T500. La concentración de N amoniacal tendió a incrementar con la MON.

Tabla 2. Efecto de timol, eugenol y monensina sobre el perfil de AGV y la concentración de las fracciones nitrogenadas en cultivo continuo.

	Tratamientos					
	Control	T5	T500	E500	MON	EE
AGV Totales, mM	105,5	102,5	52,8*	90,15*	103,7	4,32
Ramificados, mM	2,96	2,86	0,11*	0,54*	0,97*	0,57
AGV, mol/100mol						
Acetato	69,9	65,6 [†]	51,6*	58,3*	48,9*	1,50
Propionato	15,8	16,9	20,0*	22,9*	42,3*	1,24
Butirato	9,01	11,7*	25,6*	14,4*	4,69*	0,88
Valerato	2,79	2,70	2,50*	3,73*	3,13	0,26
Acetato:Propionato	4,42	3,92	2,58*	2,57*	16,0*	0,31
Fracciones, mg/100 mL						
N peptídico	5,14	7,49*	7,23*	7,25*	6,49	0,75
N AA	4,86	3,73	9,66*	4,97	4,15	0,61
N amoniacal	11,7	13,4	10,7	11,6	16,9 [†]	1,97

* Medias con diferencias significativas ($P < 0,05$)

[†] Medias con diferencias significativas ($P < 0,10$)

CONCLUSIONES

Algunos compuestos fenólicos demostraron tener actividad antimicrobiana al disminuir la concentración total de AGV e inhibir la digestión de los nutrientes. A dosis menores, modificaron el perfil AGV, inhibieron el metabolismo N y modularon el pH ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dormans, H. J. D. y S. G. Deans. 2000. *J. Appl. Microbiol.* 88:308-316.
 Evans, J. D. y S. A. Martín. 2000. *Curr. Microbiol.* 41:336-340.
 Hoover, W. H., B. A. Crooker y C. J. Sniffen. 1976. *J. Anim. Sci.* 43:528-534.
 Littell, R. C., P. R. Henry y C. B. Ammerman. 1996. SAS Institute inc., Cary, NC.
 McDougall, E. I. 1948. *Biochem. J.* 43:99-109.
 McIntosh, F. M., P. Williams, R. Losa, R. J. Wallace, D. A. Beever, y C. J. Newbold. 2003. *Appl. Environ. Microbiol.* 69:5011-5014.
 Tilley, J. M. A. y R. A. Terry. 1963. *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-111.

EFFECTOS DEL ACEITE DE AJO Y CUATRO DE SUS CONSTITUYENTES SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL

M. Busquet¹, S. Calsamiglia¹, A. Ferret¹, M. D. Carro² y C. Kamel³

¹Dept. de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra. ²Dpto. de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León.

³Axiss France, S.A., Bellegarde-sur-Valserine, France.

INTRODUCCIÓN

Los aditivos alimentarios antibióticos, como modificadores de la fermentación ruminal, se han utilizado en la producción de carne de bovino en la Unión Europea durante más de 20 años debido, principalmente, a sus efectos en la eficiencia de la producción de los animales, así como en la prevención de patologías digestivas. Los beneficios del uso de estos aditivos contrastan con la creciente preocupación sobre el efecto potencial en la salud humana del uso indiscriminado de antibióticos en la alimentación animal, lo que ha llevado finalmente a la Comisión de la Unión Europea a dictar su retirada definitiva del mercado en enero de 2006 (Reglamento CE nº 1831/2003). En este contexto se hace necesario estimular la investigación cuyo objetivo sea desarrollar productos alternativos en la producción de carne bovina, y que se puedan aplicar al vacuno lechero, para mejorar el rendimiento de los animales y reducir la emisión de sustancias contaminantes al medio, todo ello con la total confianza de los consumidores.

En estudios previos *in vitro* en nuestro laboratorio, el aceite de ajo disminuyó la proporción de acetato, e incrementó las proporciones de propionato y butirato, y la concentración de N aminoacídico (Busquet et al., 2004). Estos resultados sugirieron que el aceite de ajo podía inhibir la producción de metano y tenía el potencial de disminuir las pérdidas en energía bruta de la dieta durante la fermentación microbiana ruminal, de manera parecida a los aditivos antibióticos. El aceite de ajo consiste en una mezcla compleja de mono-, di- y tri- sulfuros de alilo, junto con una baja proporción de alicina, lo que dificulta la identificación de su mecanismo de acción, pero también su estandarización como producto comercial y los métodos de detección en los productos derivados de los animales (trazabilidad).

El objetivo de este experimento fue determinar si alguno de los componentes principales del aceite de ajo podía ser el responsable de los efectos observados en el aceite (o si por el contrario los efectos eran fruto de interacciones sinérgicas), así como confirmar la capacidad antimetanogénica del aceite de ajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un estudio previo en nuestro laboratorio (datos no mostrados) en el que se evaluaron los efectos de varios constituyentes del ajo (disulfuro de alilo, sulfuro de alilo, alicina y mercaptano de alilo) sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivos *in vitro* de 24 h, se observó que el disulfuro de alilo y el mercaptano de alilo presentaron efectos parecidos a los observados en el aceite de ajo, por lo que estos fueron los compuestos escogidos para ser evaluados de nuevo en el presente estudio. El objetivo del presente estudio se dividió en dos experimentos. El primer experimento consistió en un estudio de larga duración (3 períodos replicados de 8 d, con 5 d de adaptación y 3 d de muestreo) en el que se analizaron los efectos del aceite de ajo (GAR; 300 mg/L), el disulfuro de alilo (DAD; 30 y 300 mg/L) y el mercaptano de alilo (ALM; 30 y 300 mg/L) sobre la fermentación microbiana ruminal en un sistema *in vitro* de cultivos continuos (Hoover y col., 1976). Durante los días de muestreo, los efluentes de 24 horas se mantuvieron a 4°C para detener el

crecimiento microbiano. El efluente líquido y sólido de los tres días de muestreo se mezcló, homogeneizó y liofilizó para su posterior análisis (MS, cenizas, FND, FAD y bases púricas). Se tomaron submuestras sin liofilizar para el análisis de N total, N amoniacal y AGV. Con los mismos aditivos del segundo experimento (a una dosis de 300 mg/L) y la monensina (12,5 mg/L) como control positivo, se realizó un segundo estudio basado en una prueba de gas *in vitro* (17 h), para confirmar la hipótesis de la capacidad de estos compuestos para disminuir la producción de metano. A las 17 h de fermentación, se midió la producción de gas total y el pH y se recogieron muestras para determinar la producción de metano y las concentraciones de AGV y N amoniacal.

En todos los experimentos realizados se utilizó una misma dieta 50:50 forraje:concentrado (17,7% PB; 30,7% FND). El estudio 1 se realizó con líquido ruminal de vacas canuladas en lactación, mientras que en el experimento 2 el líquido de cultivo fue obtenido de ovejas canuladas. Los resultados fueron analizados utilizando el programa PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 1996). La diferencias en la comparación de medias entre el control y los tratamientos se declaró a $P < 0,05$ mediante el test de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema de cultivos continuos (estudio 1): Durante los días de muestreo, la concentración de AGV totales y las digestibilidades de la MS, MO, FND y FAD fueron similares en todos los tratamientos, a excepción del ALM300, que redujo la concentración de AGV comparado con el control, aunque no afectó la digestibilidad de la MS, MO o la fibra (Tabla 1). Respecto a las proporciones individuales de AGV, los tres aditivos mostraron los efectos esperados (aumento de las proporciones de propionato y butirato, y disminución de la proporción de acetato; Tabla 1), parecidos a los observados para los inhibidores de la producción de metano, lo que sugiere que los constituyentes del ajo también podrían tener capacidad antimetanogénica. Sin embargo, el aceite de ajo mostró los efectos más marcados, lo que sugirió la existencia de posibles interacciones sinérgicas entre sus constituyentes, por lo que el aceite de ajo seguiría siendo el producto de elección. La existencia de interacciones sinérgicas entre los constituyentes del aceite de ajo ya había sido sugerida en otros estudios en los que se evaluó la capacidad antimicrobiana del ajo y sus derivados (Reuter y col., 1996).

Prueba de gas in vitro (estudio 2): En general, los resultados de este segundo estudio fueron similares a los ya observados en el estudio en los cultivos continuos (Tabla 2). Hubieron pequeñas variaciones en las proporciones de los AGV individuales en el caso del disulfuro y el mercaptano de alilo, aunque siempre en la misma dirección. El aceite de ajo y el disulfuro de alilo produjeron una fuerte inhibición de la producción de metano (73,3 y 68,3%, respectivamente), superior a la que se observó para la monensina (47,7%), lo cual volvió a sugerir que, a diferencia de la monensina, su principal mecanismo de acción se centraba sobre la inhibición de la metanogénesis. El mercaptano de alilo también disminuyó la producción de metano, aunque fue en un menor grado (19,3%). Por otro lado, el aceite de ajo y el disulfuro de alilo también disminuyeron la ratio metano:AGV, lo que sugiere el potencial de estos compuestos para modificar la fermentación microbiana ruminal incrementando la cantidad de energía obtenida por unidad de substrato fermentado.

En conclusión, el efecto inhibitor del aceite de ajo, y algunos de sus constituyentes, sobre la producción de metano sugiere la capacidad de este aditivo para aumentar la eficiencia de la fermentación microbiana ruminal disminuyendo las

pérdidas en energía bruta de la dieta. Posteriores investigaciones deberán permitir confirmar estos resultados in vivo.

Tabla 1. Efectos del aceite de ajo, el disulfuro de alilo y el mercaptano de alilo sobre la fermentación microbiana ruminal en un sistema de cultivos continuos.

	Tratamientos ¹						EEM ²
	CTR	GAR300	DAD30	DAD300	ALM30	ALM300	
Digestibilidad verdadera							
MS, %	59,8	55,3	58,9	55,1	56,7	56,0	2,57
MO, %	55,6	51,4	55,6	51,9	52,8	52,5	2,17
Digestibilidad fibra							
FND, %	36,7	33,5	35,7	34,9	35,8	37,4	1,83
FAD, %	36,0	29,6 [†]	32,9	30,9	32,7	33,0	1,82
AGV totales, mM	110,4	100,9	106,2	100,7	104,2	96,3 [*]	3,82
Individuales, mol/100 mol							
Acetato	62,7	46,1 [*]	55,0 [*]	49,2 [*]	57,5 [*]	48,5 [*]	1,24
Propionato	20,5	32,0 [*]	23,1	23,9	23,9	26,0 [*]	1,33
Butirato	11,6	15,6 [*]	14,7 [†]	19,9 [*]	11,6	18,1 [*]	0,91
AGVR ³	2,9	1,5 [†]	4,2	1,9	3,9	2,3	0,40
C2:C3 ⁴	3,2	1,4 [*]	2,4 [*]	2,0 [*]	2,5 [*]	1,9 [*]	0,18

¹ Tratamientos: CTR = control, GAR300 = 312 mg/L, *Allium sativa*, DAD300 = 312 mg/L, disulfuro de alilo, ALM300 = 312 mg/L, mercaptano de alilo; ² EEM = error estándar de la media;

³ Relación acetato:propionato; ⁴ Medias en una misma fila difieren del control ($P < 0,05$); [†] Medias en una misma fila difieren del control ($P < 0,08$).

Tabla 2. Efectos del aceite de ajo, el disulfuro de alilo y el mercaptano de alilo sobre la fermentación microbiana ruminal en cultivos in vitro de 17 h.

	Tratamientos ¹					EEM ²
	CTR	GAR300	DAD300	ALM300	MON	
pH	6,6	6,7	6,7	6,6	6,6	0,01
Desaparición aparente MS (%)	61,0	50,7 [*]	51,2 [*]	60,4	53,9 [*]	1,11
Gas (µmol)	4674,8	3756,9 [*]	3359,7 [*]	4388,2	4009,6 [*]	123,34
CH ₄ (µmol)	417,3	110,1 [*]	131,3 [*]	335,9 [*]	241,7 [*]	21,56
AGV totales, mM	49,3	39,7 [*]	38,8 [*]	45,4 [*]	45,7 [*]	1,17
Individuales, mol/100 mol						
Acetato	61,2	54,3 [*]	53,9 [*]	58,3 [*]	56,4 [*]	0,53
Propionato	22,6	25,8 [*]	28,3 [*]	22,8	34,2 [*]	0,78
Butirato	12,5	16,5 [*]	14,0	15,0	6,6 [*]	0,60
C2:C3	2,7	2,1 [*]	1,9 [*]	2,5 [*]	1,6 [*]	0,07
CH ₄ (µmol):VFA (µmol)	0,20	0,05 [*]	0,07 [*]	0,15	0,10 [*]	0,02
N-NH ₃ , mg/100 ml	16,7	16,6	19,0 [*]	17,2	14,4 [*]	1,10

¹ Tratamientos: CTR = control, GAR300 = 312 mg/L, *Allium sativa*, DAD300 = 312 mg/L, disulfuro de alilo, ALM300 = 312 mg/L, mercaptano de alilo, MON = 12,5 mg/L, monensina; ² EEM = error estándar de la media; ^{*} Medias en una misma fila difieren del control ($P < 0,05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, y C. Kamel. 2004. J. Dairy Sci. Vol. 87, Supplement 1:213 (201).
- Hoover, W. H., B. A. Crooker, y C. J. Sniffen. 1976. J. Anim. Sci. 43:528-534.
- Reuter, H. D., J. P. Koch, y L. Lawson. 1996. Págs 135-212 en Garlic. The Science and Therapeutic Application of *Allium sativum* L. and Related Species. H. P. Koch and L. D. Lawson, ed. Williams & Wilkins, Baltimore, MD.

EFFECTO DE LA PROPORCIÓN DE CONCENTRADO EN LA RACIÓN SOBRE LA FERMENTACIÓN *IN VITRO* Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNA MICROBIANA*

M.J. Ranilla, M.L. Tejido y M.D. Carro
Dpto. de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

La relación forraje:concentrado de la ración es uno de los factores que afectan a la síntesis de proteína microbiana y a su eficiencia. Los resultados obtenidos *in vivo* muestran que, en general, el crecimiento microbiano y la eficiencia de la síntesis microbiana (ESM) aumentan a medida que aumenta la proporción de concentrado en la ración hasta un determinado punto a partir del cual disminuye (Archimède et al., 1997), pero la proporción idónea de cada componente para maximizar la síntesis de proteína microbiana aún no ha sido determinada. Por otra parte, y a pesar del auge de las técnicas *in vitro* para estudiar la fermentación ruminal y los factores que la afectan, no existe suficiente información sobre la síntesis de proteína microbiana en esos sistemas. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la proporción de concentrado en la ración sobre la fermentación ruminal *in vitro* y la síntesis de proteína microbiana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las relaciones forraje:concentrado de las raciones utilizadas fueron: 80:20 (ración **C20**), 50:50 (ración **C50**) y 20:80 (ración **C80**). El forraje se compuso de heno de alfalfa y ensilado de maíz (mezcla 50:50 en materia seca (MS)) y el concentrado estuvo formado por maíz, cebada y soja en proporciones 35:50:15, respectivamente. En la Tabla 1 figura la composición química de las tres raciones. Muestras de cada ración (500 mg de MS) se pesaron en botellas de 120 ml de volumen, a las que se añadieron 50 ml de una mezcla 1:4 (v/v) de líquido ruminal y del medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970). Como inóculo se utilizó líquido ruminal procedente de 4 ovejas fistuladas en el rumen, que recibían heno de alfalfa *ad libitum* y 400 g de concentrado administrados en dos tomas diarias. El líquido ruminal se recogió por la tarde, inmediatamente antes de la administración del concentrado, y se filtró a través de cuatro capas de gasa y una capa de nailon de 100 µm de poro antes de ser mezclado con el medio de cultivo. Una vez llenas, las botellas (diez por ración e incubación) se cerraron herméticamente y se incubaron a 39°C durante 17 horas. Tras finalizar la incubación, se midió la producción de gas en dos botellas y de una de ellas se recogió una muestra del mismo para analizar su concentración en metano. A continuación, estas dos botellas se abrieron, se determinó el pH del medio, y se tomó una muestra para analizar su concentración en ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco. Las botellas restantes se abrieron y se mezclaron para estimar el crecimiento microbiano total y en la fase sólida de la digesta. Como muestras de referencia se aislaron bacterias totales y bacterias asociadas a la fase sólida de la digesta (BAS), y se calculó el crecimiento microbiano utilizando como marcador ¹⁵N. Los análisis de AGV y de metano se realizaron mediante cromatografía de gases. En total se realizaron cuatro incubaciones en días diferentes, para obtener cuatro réplicas por tratamiento. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y se consideraron

* Este trabajo forma parte del proyecto de investigación AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiado por el M.E.C.

como efectos principales la ración y el día de incubación. El efecto lineal de la ración se estudió mediante contrastes ortogonales. Cuando se detectó un efecto significativo ($P < 0,05$), los valores medios se compararon mediante el test LSD.

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de las raciones incubadas *in vitro*

Ración	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra neutro-detergente	Fibra ácido-detergente
C20	947	135	387	236
C50	956	145	297	164
C80	966	156	208	91,3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos figuran en la Tabla 2. Como cabía esperar, el pH final disminuyó linealmente ($P < 0,001$) a medida que aumentó la proporción de concentrado de la ración. En línea con estos resultados, la producción total de AGV aumentó linealmente ($P < 0,01$) al aumentar la proporción de concentrado de la ración. En lo que se refiere a los AGV individuales, la producción de acetato no se vió afectada ($P > 0,05$) por el tipo de ración incubada, pero las de propionato y butirato aumentaron linealmente al aumentar la cantidad de concentrado. Como consecuencia del aumento de la producción de propionato asociada a la inclusión de

Tabla 2. Efecto de la relación forraje:concentrado de la ración sobre los principales parámetros de fermentación y la síntesis de proteína microbiana *in vitro*

	C20	C50	C80	e.e.d. ¹	L ²
pH	6,34 ^c	6,32 ^b	6,26 ^a	0,013	***
AGV (µmol)					
Acetato	1902	1917	1902	29,4	NS
Propionato	699 ^a	744 ^{ab}	758 ^b	21,3	*
Butirato	456 ^a	515 ^b	575 ^b	18,3	***
Otros	125	127	119	5,5	NS
Total AGV	3182 ^a	3334 ^b	3377 ^b	61,0	**
Acetato:propionato	2,75 ^b	2,64 ^{ab}	2,58 ^a	0,064	*
CH ₄ (µmol)	700 ^a	754 ^{ab}	811 ^b	35,5	*
CH ₄ /AGV (µmol:µmol)	0,221	0,226	0,242	0,0163	NS
N amoniacal (µmol)	15,3	14,8	15,3	0,53	NS
N microbiano (mg)	15,4 ^b	16,6 ^{ab}	17,7 ^a	0,66	*
% BAS	32,0 ^a	22,3 ^b	15,9 ^c	1,23	***
ESM ³	54,2	55,0	57,2	2,84	NS

a, b, c: para cada parámetro, los valores con diferente superíndice difieren ($P < 0,05$)

¹ e.e.d.: error estándar de la diferencia

² Efecto Lineal: NS: $P > 0,05$; *: $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$

³ ESM: eficiencia de la síntesis de proteína microbiana (g N microbiano/kg MO aparentemente fermentada en el rumen, estimada a partir de la producción de AGV según la fórmula propuesta por Demeyer (1991).

cantidades crecientes de concentrado en la ración, la relación acetato:propionato disminuyó ($P < 0,05$) de forma lineal.

La producción de metano aumentó significativamente ($P < 0,05$) al incrementar la proporción de concentrado. En experimentos *in vivo* se ha comprobado que la inclusión de concentrado en la ración de los rumiantes disminuye la producción de metano a la vez que aumenta la de propionato. Sin embargo, este efecto es dependiente del pH (Lana et al., 1998), y es posible que en las condiciones en que se realizan las pruebas de cultivos seriados los valores de pH no disminuyan lo suficiente como para detectar una inhibición de la metanogénesis. En este estudio no se encontraron diferencias entre raciones ($P > 0,05$) en la relación molar metano:AGV.

El crecimiento microbiano aumentó linealmente ($P < 0,05$) al aumentar la proporción de concentrado de la ración incubada. Sin embargo, el tipo de ración no afectó a la ESM, que fue similar para las tres raciones, con un valor medio de 55 g de N microbiano/kg MO digestible. Estos valores concuerdan con los que aparecen en la bibliografía y que oscilan en un amplio rango, aunque la mayoría está entre 14 y 50 g N microbiano/kg de MO digestible (Archimède et al., 1997). Si bien se ha sugerido que la máxima eficiencia de síntesis microbiana en el rumen se obtiene con proporciones de concentrado en la ración de entre el 30 y el 40% (Archimède et al., 1991), es posible que no sea tan importante la relación entre forraje y concentrado como la complementariedad en los ritmos de fermentación de los hidratos de carbono que los componen.

La proporción de BAS disminuyó linealmente ($P < 0,001$) al aumentar la proporción de concentrado en la ración, oscilando entre el 32% para la ración **C20** y el 15,9% para la **C80**. Este hecho se debe a que una mayor proporción de forraje en la ración favorece el crecimiento de las BAS, ya que existe un mayor número de bacterias celulolíticas unidas a las partículas de forraje (Yang et al., 2001). Sin embargo, los valores son marcadamente inferiores a los encontrados *in vivo*, lo que podría atribuirse a las diferentes condiciones experimentales. El contenido en materia seca del rumen varía con diversos factores, oscilando entre el 10 y el 25% (Czerkawski, 1986), mientras que en este experimento representó, al final de la incubación, sólo entre el 1,5 y el 2% del volumen total.

Los resultados obtenidos indican que la inclusión de cantidades crecientes de concentrado en la ración estudiada (hasta el 80%) estimuló la síntesis de proteína microbiana *in vitro*, sin afectar negativamente a su eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archimède H, Sauvant D and Schmidely P. 1997. Quantitative review of ruminal and total tract digestion of mixed diet organic matter and carbohydrates. *Rep. Nut. Dev.* 37: 173-189.
- Czerkawski JW. 1986. An Introduction to Rumen Studies, Oxford: Pergamon Press.
- Demeyer DI. 1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen and hindgut. In *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion* (ed. J.P. Jouany), pp. 217-237. INRA Editions, Paris.
- Goering MK y Van Soest PJ. 1970. *Agric. Handb. n 379. Agric. Res. Serv., USDA.* Washington DC.
- Lana RP, Russell JB and Van Amburgh ME. 1998. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. *J. Anim. Sci.* 76: 2190-2196.
- Yang, W. Z., K. A. Beauchemin, and L. M. Rode. 2001. Effect of dietary factors on distribution and chemical composition of liquid- or solid-associated bacterial populations in the rumen of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 79:2736-2746.

EFFECTOS DEL TIEMPO A pH SUBÓPTIMO y EL NÚMERO DE CICLOS SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL EN CULTIVO CONTINUO¹

M. Cerrato, S. Calsamiglia y A. Ferret

Dept. de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona,
08193 - Bellaterra, España

INTRODUCCIÓN

El pH del medio ruminal no es constante, sino que fluctúa a lo largo del día en función del tipo de dieta, la frecuencia de administración, el nivel de ingestión, etc. Estas fluctuaciones pueden afectar a la flora microbiana y a la fermentación ruminal. Sin embargo, la información disponible acerca de las fluctuaciones del pH sobre la fermentación ruminal es escasa. Russell y Dombrowski (1980) concluyeron que un pH reducido no causa la muerte de las bacterias, sino una reducción transitoria en su actividad y crecimiento. En consecuencia, las bacterias sensibles a pH bajos (<6.0) pueden mantenerse viables en el rumen si posteriormente se mantiene un pH ruminal óptimo (≥ 6.0) durante el tiempo suficiente para que dichas poblaciones bacterianas se recuperen. Hoover *et al.* (1986) indicaron que la reducción cíclica del pH ruminal por debajo de 6.2 podría causar una disminución sólo moderada y transitoria de la digestión de la fibra siempre que los periodos fueran de corta duración. Por el contrario, una disminución del pH durante tiempos prolongados inhibiría considerablemente el crecimiento de las bacterias fibrolíticas y con ello la digestión de la fibra y la materia orgánica. El objetivo de este trabajo fue examinar si el efecto negativo de periodos prolongados (12 h) a pH subóptimo puede ser reducido al dividirlo en dos intervalos de 6 h o tres intervalos de 4h a pH subóptimo diarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 fermentadores de doble flujo continuo (1,320 ml) en 2 periodos (5 d de adaptación, 3 d de muestreo) consecutivos para estudiar los efectos del tiempo a pH subóptimo y el número de ciclos sobre la fermentación ruminal y el flujo de nutrientes. La temperatura (39°C) y la tasa de dilución sólida (5%/h) y líquida (10%/h) se mantuvieron constantes. Se suministraron 96 g MS/d de una dieta 60:40 forraje:concentrado que cumplía las recomendaciones del NRC (2001) para alimentar vacas Holstein con una producción de 30 kg de leche. La dieta contenía 38.0% de alfalfa deshidratada, 20.4 % de maíz, 17.5% de ensilado de maíz, 14.6% de harina de soja, 8.8% de cebada, y 0.7% de una mezcla de minerales y vitaminas. Los tratamientos fueron un pH óptimo (6.4) constante (CTR), 1 período de 12 h a pH 5.5 (1Px12), 2 periodos de 6 h a pH 5.5 (2Px6) y 3 periodos de 4 h a pH 5.5 (3Px4). Durante los 3 días de muestreo se recolectaron 500 ml de efluente/d. De los 1500 ml obtenidos, se extrajeron muestras para la determinación de N total, N amoniacal y AGV. Se liofilizaron 600 ml de efluente y se analizó la MS, MO, FND, FAD, y bases púricas. Las bacterias de la fase sólida y líquida fueron aisladas de cada fermentador según Whitehouse *et al.* (1994) y Olubobokun y Craig (1990). Posteriormente fueron liofilizadas y analizadas para MS, MO, N y bases púricas. Toda la analítica de las muestras se realizó según Calsamiglia *et al.* (2002). El diseño experimental utilizado fue

¹ Trabajo financiado por CICYT (proyecto AGL 2002 - 01642)

de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 2 períodos, considerando el período como bloque. Los resultados fueron analizados con el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1996). Se utilizó el test de Dunnet para comparar el tratamiento 1Px12 con cada uno de los tratamientos. Las diferencias fueron declaradas a $P < 0.05$

RESULTADOS

La dieta contenía 90.7% de MS, 18.9% de PB, 31.0% de FND y 19.8% de FAD. Respecto al CTRL, el tratamiento 1Px12 redujo la digestibilidad de la FND (21.5% vs 32.7 %) y la FAD, (25.7% vs 38.6 %), la concentración de AGV totales, la relación acetato:propionato, y la proporción molar de acetato y AGV ramificados (Tablas 1 y 2), y aumentó la proporción molar de propionato. La concentración de N amoniacal del efluente (6.9 vs 10.2 mg/100ml) y el flujo de N amoniacal (0.21 vs 0.32 g/d) de 1Px12 tendieron a ser menores ($p = 0.08$) comparados con el CTRL. Estos datos coinciden con estudios anteriores (de Veth y Kolver, 2001; Cerrato, et al., 2004) y confirman que períodos prolongados (12 h) a pH subóptimo afectan a la fermentación ruminal.

El tratamiento 2Px6 redujo la digestibilidad verdadera de la MS (48.3% vs 57.9%) y la MO (44.1% vs 50.4%) respecto a 1Px12, pero no afectó a la digestibilidad de la FND y la FAD. El 3Px6 no afectó a la digestibilidad de la MS, MO, FND y FAD respecto a 1Px12 (Tabla1).

Tabla 1. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre la degradabilidad ruminal de la MS, MO, la FND y la FAD.

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
Digestibilidad (%)					
MS verdadera	61.7	57.9	48.3 ^a	54.6	3.05
MO verdadera	52.9	50.4	44.1 ^a	49.9	2.14
FND	32.7 ^a	21.5	17.3	19.4	2.95
FAD	38.6 ^a	25.7	18.7	22.8	2.95

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 ($P < 0.05$; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

La concentración de AGV totales, la relación acetato:propionato, y la proporción molar de acetato, propionato y AGV ramificados (Tabla2) no se vio afectada por el número de ciclos a pH subóptimo. Estos datos sugieren que los efectos negativos de un pH ruminal subóptimo durante 12 horas no se ven aliviados al distribuir este período en varios ciclos diarios.

No hubo diferencias en la degradación de proteína bruta, la eficiencia de síntesis de proteína microbiana, la concentración de N amoniacal del efluente, ni en el flujo de N total, amoniacal, microbiano y dietario al comparar el tratamiento 1Px12 con 2Px6 y 3Px6 (Tabla3).

Tabla 2. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre AGV totales (mM) y la proporción de acetato y propionato (mol/100 mol).

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
AGV totales, mM	101.8 ^a	97.5	86.0	88.9	9.01
Proporción molar, %					
Acetato	67.8 ^a	55.2	57.6	57.8	1.19
Propionato	14.8 ^a	26.8	25.2	24.8	1.65
Butirato	11.0	12.9	12.5	12.5	0.83
Ramificados	3.8 ^a	1.9	1.4	1.5	0.29
Relación Acetato:Propionato	4.6 ^a	2.1	2.4	2.4	0.21

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 (P < 0.05; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

Tabla 3. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre el metabolismo del Nitrógeno.

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
N amoniacal, mg/100 ml ^a	10.2	6.9	8.6	7.6	0.99
Flujo de N, g/d					
Total	3.39	3.35	3.40	3.25	0.05
Amoniacal ^a	0.32	0.21	0.27	0.23	0.03
No amoniacal	3.10	3.14	3.13	3.01	0.06
Microbiano ^b	1.59	1.40	1.37	1.50	0.12
Dietario ^b	1.48	1.74	1.76	1.51	0.11
g N bacteriano/Kg MOVD ³	33.3	31.9	35.6	33.3	4.28
Digestibilidad PB (%) ^b	54.0	46.2	45.4	53.3	3.31

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 (P < 0.05; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

³ MOVD = Materia orgánica verdaderamente digerida

CONCLUSIÓN

Los resultados confirman que períodos prolongados (12 h) a pH subóptimo afectan a la fermentación ruminal y sugieren que los efectos negativos de un pH reducido dependen del tiempo total que el pH está por debajo del óptimo, y no se alivian al distribuir dicho tiempo en varios ciclos diarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerrato, et al., 2004. J. Dairy Science. 87, (Suppl. 1), 212.
 de Veth, M. J., Kolver, E. S., 2001. J. Dairy Sci. 84:2066.
 Hoover, W. H., 1986. Chemical J. Dairy Sci. 69:2755.
 NRC. 1996. National Academy Press, Washington D.C.
 Olubobokun J. A., y W. M. Craig. 1990. J. Anim. Sci. 68:3360.
 Russell, J. B., Dombrowski, D. B., 1980. Appl. Environ. Microbiol. 39 :604.
 SAS user's guide. 2000 (version 8.1). SAS inst. Inc. Cary. NC.
 Whitehouse, N. L. et al. 1994. J. Anim. Sci. 72:1335.

PROPUESTA DE UN MÉTODO *IN SITU* SIMPLIFICADO PARA LA EVALUACIÓN PROTEICA DE LOS ALIMENTOS EN RUMIANTES*

J. González, M. Ouarti, María R. Alvir y C.A. Rodríguez
Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Los métodos *in situ* basados en procedimientos de integración matemática para la estima de la degradabilidad efectiva (DE; Ørskov y McDonald, 1979) y la digestibilidad intestinal efectiva (DIE; González *et al.*, 1999) precisan de numerosas incubaciones y análisis químicos en función del tiempo de permanencia en el rumen, resultando, así, poco practicables cuando se corrige la contaminación microbiana o se estudian múltiples nutrientes, como los aminoácidos. Para minimizar estos inconvenientes, González *et al.* (2003) propusieron un método para estimar la DIE basado en la generación, a partir de los residuos de incubación ruminal, de una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento. En este trabajo se ha aplicado este método a tres alimentos de diferentes características con objeto de mostrar su utilidad para establecer simultáneamente el valor de DE.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una dieta de heno de alfalfa (HA, 45%) y concentrado (55%) a base de harina de soja (HS) y grano de cebada (GC). La ración, que fue distribuida a 50 g/kg P^{0,75} en seis comidas/día, incluía pues los tres alimentos a testar.

La degradación ruminal se estudió utilizando bolsas de nylon (7 x 11 cm de dimensiones internas y 46 µm de poro) conteniendo 3 g de muestra, molida a 2 mm. De forma previa y durante estos estudios se infundió de forma continua en el rumen una sal de ¹⁵N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para realizar la corrección de los resultados sobre la base de su contaminación microbiana. Para cada alimento se realizaron 2 incubaciones en el rumen, con muestras duplicadas, a tiempos de 0, 2, 4, 8, 16, 24 y 48h para HS y GC y de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h para HA. Tras su extracción del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente y almacenadas a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini lavadora de turbina (3 x 5 min.). Este proceso de lavado se utilizó también para establecer el valor a 0 h. Una de las réplicas se desecó a 80 °C durante 48 h, siendo analizada para MS, N y ¹⁵N, liofilizándose la segunda réplica. La evolución de la desaparición aparente de MS y PB se ajustó en cada animal a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979). El valor correspondiente de DE se determinó por el método de integración matemática propuesto por estos autores en base a la tasa de salida de partículas del rumen, determinada (González *et al.*, 1998) para HS (5,87 ± 1,65 (d.t), utilizándose este valor para ambos concentrados) y para HA (4,52 ± 1,01) marcados por inmersión con Yb y Eu (10 mg Yb o Eu/g de alimento), respectivamente. Los valores aparentes y reales de DE y DIE de la PB se establecieron a partir de una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado, generada en base a

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGL 2002-3662.

las cinéticas de degradación de la MS y las tasas de salida de partículas del rumen. Para ello, los residuos liofilizados se mezclaron en cantidades iguales para cada animal y tiempo de incubación ruminal. Seguidamente, estas muestras se mezclaron en cada cordero en proporciones predeterminadas en base a la función que define el flujo post-ruminal acumulativo en el tiempo del alimento (González *et al.*, 2003). Para ello, los residuos obtenidos para cada tiempo de incubación se consideraron representativos del intervalo de flujo comprendido entre los valores medios de este tiempo con el anterior y el siguiente, utilizándose un intervalo simétrico para los tiempos finales de incubación. Las muestras así obtenidas fueron analizadas para MS, N y ¹⁵N. El valor (como proporción) de DE de la PB (o de cualquier nutriente) por este método puede calcularse como:

$$DE = 1 - \left[\frac{C_{mc} (1 - DEMS)}{C_a} \right]$$

siendo C_a y C_{mc} la concentración en PB en el alimento y en la muestra compuesta, respectivamente, y DEMS la DE de la MS determinada por integración matemática.

El valor de DIE se determinó mediante la técnica de micro bolsas móviles (mismo material; $\varnothing = 2,2$ cm), utilizándose 8 replicas (200 mg) por cordero y alimento (12 en la harina de soja, dada la escasa magnitud del residuo resultante). Las bolsas se introdujeron por la cánula duodenal y se recuperaron en las heces, procesándose de forma idéntica a la indicada para las bolsas incubadas en el rumen. Estas muestras se mezclaron en cada cordero de forma previa a su análisis para N y ¹⁵N. La fracción de MS y PB digerida en el intestino fue calculada como la cantidad desaparecida de la bolsa dividida por la cantidad presente inicialmente en ésta. En el caso de la PB (o de cualquier otro nutriente) puede determinarse más cómodamente como:

$$DIE = 1 - \left[\frac{C_i (1 - DIEMS)}{C_{MC}} \right]$$

siendo C_i la concentración en PB en la muestra no digerida y DIEMS la DIE de la MS. Estos valores, al igual que los de DE, fueron corregidos a partir de la contaminación microbiana producida en el rumen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de los alimentos (tabla 1) fue similar a la habitualmente observada, salvo por la elevada proporción de NDIN en HS y el alto contenido en PB de GC.

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de los alimentos

Alimento	MO	PB	EE	FND	FAD	NDIN ¹	ADIN ¹
H. de soja	930	505	22,9	138	52,1	12,1	0,33
G. de cebada	969	157	20,8	195	49,9	18,5	1,17
H. de alfalfa	906	168	12,7	492	359	16,3	7,47

¹% del N total; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; NDIN y ADIN: N insoluble en soluciones de FND y FAD, respectivamente.

Los valores aparentes de DE de la PB correspondientes al método en ensayo fueron similares a los obtenidos por integración matemática: 47,0 vs 46,5% (ESM = 0,18; P

= 0,199) para HS, 76,5 vs 75,3% (ESM = 0,41; $P = 0,174$) para GC y 68,7 vs 69,7% (ESM = 0,25; $P = 0,103$) para HA. Estos valores se sitúan dentro de los rangos habituales en estas categorías de alimentos (Sauvant *et al.*, 2002), excepto la baja DE observada para HS, que permite suponer un fuerte tratamiento térmico previo en esta muestra, concordante con la alta proporción de NDIN observada.

Tabla 2. Efecto de la contaminación microbiana en el rumen sobre las estimas de utilización intestinal de la proteína bruta de diferentes alimentos.

	Harina de soja			Grano de cebada			Heno de alfalfa		
	ap.	corr.	ESM	ap.	corr.	ESM	ap.	corr.	ESM
PB bypass [†]	53,0	52,2	0,12**	23,5	20,8	0,26**	31,3	23,2	0,27***
DIE (%)	98,8	98,6	0,04 [†]	82,7	74,5	0,80*	64,8	39,2	2,25**
PB digerida [†]	52,4	51,5	0,13**	19,5	15,6	0,36**	20,6	0,64	0,39***

[†] % PB total; [†] $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

La corrección de la contaminación microbiana redujo las estimas de PB by-pass (tabla 2). La importancia de este error guarda lógicamente relación con la proporción de N microbiano presente en las muestras compuestas: $1,60 \pm 0,856$; $11,1 \pm 2,70$ y $24,4 \pm 3,96\%$ en HS, GC y HA, respectivamente. Esta contaminación se elimina debido a la digestión en el intestino en un 99,8, 98,8 y 87,9%, respectivamente. Como consecuencia, las estimas aparentes de DIE sobreestiman los valores reales, variando ampliamente este error con los alimentos (tabla 2). A nivel de la PB digerida en el intestino, la sobrevaloración es acumulativa (1, 7, 25,0 y 113,7% en HS, GC y HA, respectivamente). Estos resultados evidencian la necesidad de esta corrección en los estudios de valoración proteica. El método propuesto representa una importante simplificación a este nivel y posibilita determinaciones prácticamente imposibles con los métodos de integración, como p.e. la DIE de los aminoácidos. Este método se adapta, además, a la realización de estudios sistemáticos con un número elevado de alimentos que permitan rentabilizar los esfuerzos necesarios para el aislamiento de las bacterias utilizadas en esta corrección. La duplicación de muestras (y la liofilización de estas réplicas) resulta necesaria para la estima de la digestibilidad intestinal, siendo prescindible si sólo se pretende estimar la degradabilidad ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

González J., Rodríguez C.A., Andrés S.G., Alvir M.R., Rumen degradability and microbial contamination of fish meal and meat meal measured by the in situ technique, *Anim. Feed Sci. Technol.* 73 (1998) 71-84.

González J., Sánchez L., Alvir M.R., Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. *Reprod. Nutr. Dev.* 39 (1999) 607-616.

González J., Faría-Mármol J., Matesanz B., Rodríguez C.A., Alvir M.R., In situ intestinal digestibility of dry matter and crude protein of cereal grains and rapeseed in sheep, *Reprod. Nutr. Dev.* 43 (2003) 29-40.

Ørskov E.R., McDonald I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage, *J. Agric. Sci. Camb.* 92 (1979) 499-503.

DEGRADACIÓN RUMINAL DE UN SUBSTRATO CON UN ALTO CONTENIDO EN FORRAJE EN FERMENTADORES DE FLUJO SEMICONTINUO: EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ENZIMAS FIBROLÍTICAS*

L.A. Giraldo, M.L. Tejido, M.J. Ranilla y M.D. Carro
Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

La utilización de enzimas fibrolíticas como aditivos en la alimentación de los animales rumiantes ha sido propuesta como una posible opción para mejorar el valor nutritivo de los alimentos que reciben estos animales. Sin embargo, dado el gran número de factores que afectan a la efectividad de estos aditivos, los resultados obtenidos han sido variables. En este trabajo nos planteamos analizar el efecto de tres preparaciones enzimáticas sobre la fermentación ruminal de un sustrato con un alto contenido en forraje en fermentadores de flujo semicontinuo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo utilizando un rumen artificial de tipo semicontinuo (RUSITEC) provisto de ocho fermentadores. El sustrato estuvo compuesto por una mezcla 70:30 de un heno de gramíneas y un concentrado de uso comercial, la cual contenía 470 g de fibra neutro-detergente (FND) y 141 g de proteína bruta por kg de materia seca (MS). Los tratamientos experimentales fueron: sustrato sin tratar (control; **CON**), tratamiento con una celulasa producida por *Aspergillus niger* (**ASP**), tratamiento con una celulasa producida por *Trichoderma longibrachiatum* (**TRICH**) y tratamiento con una mezcla 50:50 de las dos enzimas anteriores (**MEZ**). Las tres preparaciones enzimáticas se seleccionaron a partir de los resultados obtenidos en estudios previos. Todas las enzimas son comercializadas por Fluka (Madrid, España) y se aplicaron a una dosis de 30 UI por gramo de MS de sustrato. En todos los casos, las enzimas se disolvieron en una solución amortiguadora de fosfato sódico 1 mM (pH 6,5) y la disolución se pulverizó sobre el sustrato (1 ml de disolución por 1 g de MS de sustrato) utilizando un pulverizador manual. La aplicación de las enzimas se realizó 24 h antes de que el sustrato fuera administrado a los fermentadores y durante este tiempo el sustrato se mantuvo en el laboratorio a temperatura ambiente (20-22°C). En el caso del tratamiento **CON**, el sustrato fue tratado la solución amortiguadora de fosfato sódico.

Se realizaron dos series de incubación de 14 días de duración y en cada una de ellas se asignó cada tratamiento a dos vasijas, de forma que se obtuvieron un total de cuatro réplicas por tratamiento. El día 1 de cada serie se inoculó el sistema con contenido ruminal (líquido y sólido) procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen alimentadas con heno de buena calidad *ad libitum* y 300 g de concentrado al día. Cada fermentador recibió diariamente 20 g de materia seca (MS) de sustrato, el cual se administró dentro de bolsas de nylon a las 10:00 horas y se mantuvo dentro del fermentador durante 48 horas. Durante los días 10, 11 y 12 se determinaron los siguientes parámetros: pH, desaparición del sustrato (MS y FND) tras 48 horas de incubación y producción de ácidos grasos volátiles (AGV). Durante

* Este trabajo ha sido financiado por el MCYT (Proyecto AGL2001-0130) y la Excma. Diputación Provincial de León.

los días 13 y 14 los 20 g de MS de substrato se introdujeron repartidos en tres bolsas: una bolsa que contenía 10 g y dos bolsas que contenían 5 g cada una de ellas. Las bolsas que contenían 5 g fueron extraídas de los fermentadores a las 6 y 24 horas de incubación, mientras que la bolsa que contenía 10 g de MS se extrajo a las 48 horas de incubación. Las bolsas se lavaron en una lavadora automática (programa en frío, 20 minutos) y se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas para determinar la desaparición de MS (DMS). Posteriormente, se analizó el contenido en FND del residuo de incubación para determinar la desaparición de FND (DFND). Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza utilizando un modelo split-plot en el que se incluyeron los siguientes efectos: tratamiento enzimático, serie de incubación, día de muestreo y unidad experimental (fermentador). El efecto debido al tratamiento enzimático se contrastó con la varianza residual entre fermentadores y las diferencias entre tratamientos se analizaron mediante el test de la mínima diferencia significativa (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, ninguno de los tratamientos enzimáticos provocó cambios ($P>0,05$) en el pH del contenido de los fermentadores determinado inmediatamente antes de la administración del substrato. El tratamiento del substrato con las enzimas **TRICH** y **MEZ** produjo un aumento ($P<0,05$) de la producción de ácido butírico y otros AGV (calculados como la suma de los ácidos isobutírico, isovalérico y valérico), pero el tratamiento con la celulasa procedente de *A. Níger* no afectó ($P>0,05$) a la producción de estos AGV. Los tratamientos **TRICH** y **MEZ** provocaron un aumento de la producción diaria de AGV, sin que se detectaran diferencias ($P>0,05$) para el tratamiento **ASP** (61,5, 60,3, 53,7 y 56,6 mmol/d para los tratamientos **TRICH**, **MEZ**, **CON** y **ASP**, respectivamente). Asimismo, los tratamientos **TRICH** y **MEZ** tendieron ($P<0,10$) a aumentar la producción diaria de ácido propiónico y la relación acético/propiónico. Estos resultados podrían indicar que los tratamientos **TRICH** y **MEZ** produjeron un aumento de la degradación del substrato, ya que los AGV son productos finales de la fermentación del mismo. De hecho, los tres tratamientos enzimáticos produjeron un aumento ($P<0,05$) de la desaparición de MS a las 6 y 24 horas de incubación y la DMS-6h fue mayor ($P<0,05$) para los tratamientos **TRICH** y **MEZ** (46,3 y 47,6%, respectivamente) que para el tratamiento **ASP** (43,0%). Sin embargo, las diferencias entre tratamientos desaparecieron al cabo de 48 horas de incubación en el rumen, ya que únicamente se observó una tendencia ($P<0,10$) del tratamiento **TRICH** a aumentar la DMS-48h. Las diferencias observadas entre tratamientos en la desaparición de la FND fueron similares a las señaladas para la MS. Los tres tratamientos enzimáticos produjeron un aumento ($P<0,05$) de la DFND a las 6 y 24 horas de incubación, pero a las 48 de incubación únicamente el tratamiento **TRICH** produjo un aumento ($P<0,05$) de la desaparición de FND (34,2 y 37,9% para los tratamientos **CON** y **TRICH**, respectivamente).

Los resultados obtenidos indicarían que el tratamiento de substratos con un alto contenido en forraje con celulasas puede ejercer un efecto positivo sobre la degradación de la fibra del mismo, especialmente durante las primeras fases de dicha degradación. Estos resultados están en línea con los obtenidos por Nsereko et al. (2000), quienes observaron que el tratamiento de una muestra de heno de alfalfa con diferentes enzimas fibrolíticas produjo un aumento de la degradación *in vitro* del heno tras 12 horas de incubación, pero las diferencias observadas desaparecieron cuando la incubación se prolongó hasta 48 horas. Las enzimas fibrolíticas pueden

provocar la hidrólisis de algunos enlaces de la pared celular y, como consecuencia, se liberan azúcares solubles que favorecen la colonización de la fibra por los microorganismos ruminales (Nsereko et al. 2000). Asimismo, esta hidrólisis inicial de la pared celular puede facilitar la degradación microbiana. De hecho, en trabajos previos (Giraldo et al. 2004) se observó que el tratamiento de diferentes forrajes con enzimas fibrolíticas (celulasas y xilanasas) durante 24 horas producía una disminución de su contenido en FND.

Tabla 1. Efecto de diferentes tratamientos enzimáticos sobre el pH, la producción de ácidos grasos volátiles (mmol/d) y la desaparición de la materia seca (DMS; %) y de la fibra neutro detergente (DFND; %) de un sustrato compuesto por forraje y concentrado (70:30) tras su incubación durante 6, 24 y 48 horas en fermentadores de flujo semicontinuo (Rusitec).

	Tratamiento enzimático				e.e.d. ¹
	CON	ASP	TRICH	MEZ	
pH	6,38	6,38	6,40	6,38	0,067
AGV					
Acético	27,6	28,9	30,7	30,2	1,46
Propiónico	10,9	11,3	10,8	11,3	0,824
Butírico	8,86 ^a	9,46 ^a	11,2 ^b	11,2 ^b	0,60
Otros AGV ²	6,42 ^a	6,82 ^a	8,10 ^b	8,28 ^b	0,331
Total AGV	53,7 ^a	56,6 ^{ab}	61,5 ^b	60,3 ^b	2,96
Acético/Propiónico	2,55	2,61	2,75	2,81	0,124
Desaparición de:					
DMS-6h	38,0 ^a	43,0 ^b	46,3 ^c	47,6 ^c	0,63
DMS-24h	51,4 ^a	56,1 ^b	56,3 ^b	57,9 ^b	0,93
DMS-48h	61,9	63,9	64,7	63,9	1,51
DFND-6h	7,65 ^a	14,2 ^b	20,3 ^c	20,4 ^c	1,26
DFND-24h	22,5 ^a	27,1 ^b	28,2 ^{bc}	29,9 ^c	1,22
DFND-48h	34,2 ^a	36,8 ^{ab}	37,9 ^b	36,9 ^{ab}	2,55

¹ error estándar de la diferencia.

² suma de los ácidos isobutírico, isovalérico y valérico.

^{a, b, c} para cada parámetro, los valores con diferente superíndice difieren (P<0,05).

Los resultados de este trabajo indicarían que el tratamiento de sustratos con un alto contenido en forraje con algunas celulasas puede facilitar la degradación inicial de los mismos en condiciones *in vitro* y aumentar la producción de AGV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giraldo LA, Ranilla MJ, Tejido ML and Carro MD. 2004. Effect of exogenous fibrolytic enzymes on *in vitro* rumen fermentation of tropical forages. *J. Anim. Feed Sci.* 13: 67-70.
- Nsereko VL, Morgavi DP, Rode LM, Beauchemin KA and McAllister TA. 2000. Effects of fungal enzyme preparations on hydrolysis and subsequent degradation of alfalfa hay fiber by mixed rumen microorganisms *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 88: 153-170.

COMPARACIÓN DE DOS PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR LA SÍNTESIS DE PROTEÍNA MICROBIANA EN FERMENTADORES DE FLUJO SEMICONTINUO (RUSITEC)¹

M.L. Tejido, M.D. Carro, S. López y M.J. Ranilla
Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24007 LEON

INTRODUCCIÓN

La determinación de la síntesis microbiana en el rumen es un proceso complejo, ya que es preciso obtener muestras representativas de la digesta que llega al intestino y del total de microorganismos ruminales. Asimismo, es necesario utilizar marcadores que permitan cuantificar la fracción nitrogenada de la digesta que es de origen microbiano. Debido a la dificultad que presenta el asilamiento de los microorganismos ruminales asociados a la fase sólida de la digesta (MAS), en muchos estudios se han utilizado pellets microbianos aislados a partir de la fase líquida del rumen (MAL) como muestra de referencia para determinar la síntesis de proteína microbiana (SPM). Este procedimiento no tiene en cuenta los microorganismos MAS adheridos a las partículas de digesta, los cuales pueden representar un porcentaje muy alto de la población microbiana ruminal total (Yang et al. 2001). Sin embargo, cuantificar la SPM a partir de la fase sólida y líquida del rumen complica metodológicamente la realización de los experimentos y encarece notablemente su coste. El objetivo del presente trabajo consistió en comparar dos procedimientos metodológicos para estimar la SPM en un sistema de fermentadores de flujo semicontinuo (RUSITEC). Mediante el primer procedimiento, la SPM se estimó como la suma del crecimiento de los microorganismos asociados a la fase y líquida del sistema. En el segundo procedimiento, la SPM se estimó a partir de una única muestra de digesta y un único pellet microbiano, aislado de la mezcla de ambas fases.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio se realizaron dos series de incubación utilizando un sistema de fermentadores de flujo semicontinuo (Rusitec) provisto de ocho fermentadores. En la primera serie de incubación (Rusitec 1) los fermentadores recibieron como sustrato de fermentación una mezcla de almidón y de fibra de ballico (obtenida mediante extracción con detergente neutro) en proporción 30:70 (sustrato F). En la segunda serie de incubación (Rusitec 2), los fermentadores recibieron un sustrato formado por estos mismos ingredientes, pero en proporción 70:30 (sustrato C). Ambos sustratos se incubaron con dos fuentes de N, que se infundieron de forma continua disueltas en la saliva artificial (400 mg de N por vasija y día). En cada serie de incubación cuatro de los fermentadores recibieron como fuente de N únicamente cloruro amónico (tratamiento AMO) y los otros cuatro recibieron una mezcla al 50% de cloruro amónico y proteína purificada de soja (tratamiento PROT). En ambas series de incubación se utilizó ¹⁵N ((¹⁵NH₄)₂SO₄; 95% de enriquecimiento) como marcador microbiano, el cual se añadió a la saliva artificial.

Tras 12 días de incubación, durante los días 13 y 14 de cada experimento se tomaron muestras para determinar la SPM en las fases sólida y líquida del sistema.

¹ Este trabajo forma parte de los proyectos de investigación AGL-2004-04755-CO2-01/GAN y AGF98-0188 financiados por el M.E.C.

La SPM en la fase sólida del sistema se estimó en el residuo sólido que se extrae diariamente tras incubar el sustrato en bolsas de nailon durante 48 horas. Para ello se tomaron muestras de este residuo (digesta sólida) y se analizó su contenido en N no amoniacal (NNA) y el enriquecimiento en ^{15}N de esta fracción. Asimismo, se obtuvo un pellet de MAS tras el tratamiento de una porción del residuo sólido con metilcelulosa al 0,1 % (Ranilla y Carro, 2003). La SPM en la fase líquida del sistema se estimó en el efluente líquido que se recoge diariamente. Para ello se tomaron muestras del efluente (digesta líquida) y se analizó su contenido en NNA y su enriquecimiento en ^{15}N . A partir de muestras del efluente se aisló un pellet de MAL mediante centrifugación diferencial (Carro y Miller, 1999). La SPM diaria se calculó como la suma de los valores obtenidos en las fases sólida y líquida del sistema. Durante los días 15 y 16 las dos fracciones de la digesta (sólida y líquida) se mezclaron para obtener la "digesta total". Una fracción de esta digesta se utilizó para analizar su contenido en NNA y su enriquecimiento en ^{15}N y el resto para aislar un pellet representativo del total de las bacterias presentes en el sistema (MT).

La proporción de N microbiano en las digestas sólida, líquida y total se calculó dividiendo la relación $^{15}\text{N}/\text{N}$ en las digestas (sólida, líquida y total) entre la relación $^{15}\text{N}/\text{N}$ en el pellet microbiano correspondiente (MAS, MAL o MT, respectivamente). El efecto del tipo de fuente nitrogenada sobre el crecimiento microbiano y el efecto del procedimiento de estimación del crecimiento microbiano sobre la SPM se analizaron mediante un análisis de la varianza. La relación entre los valores obtenidos por ambos métodos se analizó mediante análisis de regresión.

3. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de SPM obtenidos para los tratamientos experimentales AMO y PROT y los dos métodos de determinación en ambas pruebas de RUSITEC (son los sustratos F y C).

Tabla 1. Efecto de los tratamientos experimentales y del procedimiento de determinación de la síntesis de proteína microbiana sobre la producción diaria de N microbiano (mg/d) en un sistema de fermentadores RUSITEC

Prueba experimental			e.e.d. ^b	P =
	Amoniaco	Proteína		
RUSITEC 1 (Substrato F)				
MAL + MAS	71,7	87,6	2,07	<0,001
MT	74,4	84,0	2,97	0,018
e.e.d. ^b	2,57	2,54		
P =	0,334	0,199		
RUSITEC 2 (Substrato C)				
MAL+ MAS	97,8	131	4,78	<0,001
MT	115	164	12,8	0,007
e.e.d. ^b	8,20	11,0		
P =	0,086	0,020		

^a MAL+MAS: la producción diaria de N microbiano se calculó como la suma del N microbiano en las fracciones líquida y sólida de la digesta; MT: la producción diaria de N microbiano se calculó en la digesta total y se utilizó un pellet representativo de los microorganismos presentes en el sistema (MT) como muestra de referencia.

^b e.e.d. = error estándar de la diferencia.

Mientras que en el RUSITEC 1 no se observaron diferencias ($P>0,05$) en la cantidad diaria de N microbiano debidas al método de determinación, en el RUSITEC 2 la utilización de los MT como pellet de referencia produjo mayores valores ($P=0,086$ y $P=0,020$ para los tratamientos "Amoniaco" y "Proteína", respectivamente) que la determinación del crecimiento microbiano a partir de las fases sólida y líquida del sistema (MAL+ MAS). Sin embargo, la utilización de uno u otro método no modificó, en ninguno de los experimentos, la interpretación de las diferencias observadas entre los tratamientos experimentales.

Cuando se analizaron las relaciones existentes entre los valores de la producción diaria de N microbiano obtenidos utilizando los dos métodos de determinación (Figura 1), se observó una correlación positiva y estadísticamente significativa ($P<0,001$) entre los valores obtenidos a partir de la suma de las producciones en las fases líquida y sólida de la digesta (MAL + MAS) y los obtenidos a partir de la "digesta total" (MT).

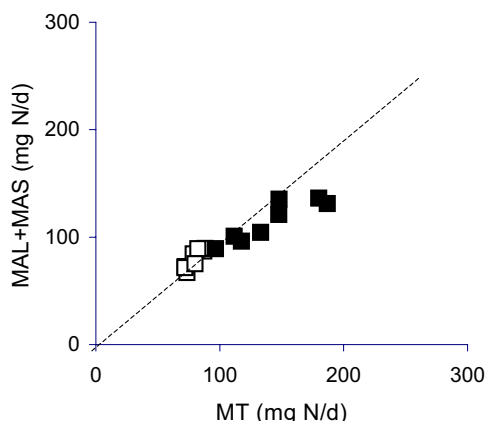


Fig. 1. Relación entre la producción diaria de N microbiano determinada utilizando los pellets MAL y MAS como pellets de referencia en un sistema Rusitec y los pellets totales (MT) (Substrato F (□) y substrato C (■)).
 $BAS + BAL = 0,567 (\pm 0,0474)$ $BT + 34,8 (\pm 5,49)$ ($r = 0,954$; $RSD = 1,83$; $P < 0,001$; $n = 16$)

Los resultados obtenidos en esta prueba parecen indicar que la utilización de la "digesta total" y de los MT como un único pellet de referencia puede ser un procedimiento válido para estimar la SPM en el sistema RUSITEC.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro MD y Miller EL. 1999. Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an *in vitro* semi-continuous culture system (RUSITEC). *Br. J. Nutr.* 82: 149-157.
- Ranilla MJ y Carro MD. 2003. Diet and procedures used to detach particle-associated microbes from ruminal digesta influence chemical composition of microbes and estimation of microbial growth in Rusitec fermenters. *J. Anim. Sci.* 81: 537-544.
- Yang WZ, Beauchemin KA y Rode LM. 2001. Effect of dietary factors on distribution and chemical composition of liquid- or solid-associated bacterial populations in the rumen of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 79:2736-2746.

La tecnología NIRS para la detección y cuantificación de harinas de origen animal en piensos compuestos analizados en forma intacta

D. Pérez-Marín¹, A. Garrido-Varo¹, J. E. Guerrero¹, A. Gómez-Cabrera¹, A. Soldado²,
B. de la Roza²

¹Dpto. Producción Animal, ETSIAM, Universidad de Córdoba. Apdo. 3048, 14080. Córdoba

² Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA)

INTRODUCCIÓN

A nivel europeo, la primera prohibición relativa al uso de harina de carne en piensos data de 1994, afectando únicamente a los piensos destinados a rumiantes (CE, 1994). En el año 2000, y como consecuencia de la crisis de la EEB, la CE introduce lo que se denomina “prohibición total de harinas de carne” en piensos destinados a animales de producción, permitiendo su uso exclusivamente en animales de compañía (CE, 2000). Esta normativa que se encuentra aún en vigor, se mantendrá según la CE hasta que existan métodos de análisis para ser implementados en los controles oficiales que permitan la detección de dicho ingrediente en piensos.

El presente trabajo trata de resumir parte de la actividad realizada en marco de dos proyectos de I+D, uno europeo (EU STRATFEED Proyecto nº G6RD-2000-CT-00414) y otro de ámbito nacional (MCYT-INIA Proyecto nº CAL 02-028-C2-2). Dicha actividad ha tenido como principales objetivos el mostrar las posibilidades de la tecnología NIRS para la detección y cuantificación de la presencia de harinas de origen animal en piensos compuestos, analizados en forma intacta, y paralelamente mostrar cómo dos instrumentos NIR ofrecen una reproducibilidad adecuada para tal fin.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Como colectivo de calibración se utilizó una librería espectral compuesta por 523 muestras de piensos compuestos comerciales destinados a diferentes especies y con distintas formas de presentación (harina, migajas, pellets, etc.), de los cuales 232 incluían harinas de origen animal en su fórmula, mientras que el resto eran muestras libres de dicho ingrediente.

Para la validación externa de los modelos se utilizó un colectivo muestral constituido por 18 piensos compuestos, 10 de los cuales, destinados a distintos animales de producción, no poseían harina de carne en su formulación, mientras que los 8 restantes correspondían a piensos de animales de compañía y sí contenían dicho ingrediente.

Análisis NIR y de referencia

Las muestras de calibración y validación fueron analizadas espectralmente en forma intacta, es decir en su forma de presentación comercial (pellets, harinas, migajas, etc.) sin molienda previa.

Se utilizó un instrumento monocromador Foss NIRSystems 6500 SY-II (Silver Spring, MD, USA) equipado con módulo de transporte, que trabaja en reflectancia en la región espectral comprendida entre 400 y 2500 nm (cada 2nm). Se empleó como dispositivo portamuestras una cápsula rectangular denominada “natural”, que presenta una superficie de irradiación de la muestra de 94 cm².

Las muestras de validación fueron analizadas asimismo en un segundo instrumento, idéntico al descrito previamente, localizado en el laboratorio del Serida y estandarizado al equipo 1, perteneciente a la UCO.

Los datos de referencia utilizados correspondieron a los porcentajes de inclusión del ingrediente “harinas de origen animal” utilizados en la formulación de cada pienso, que fueron facilitados por el fabricante.

Tratamiento quimiométrico de los datos

Se utilizó el programa quimiométrico WinISI ver. 1.05 para la obtención y posterior evaluación de los modelos de predicción NIRS (ISI, 2000).

Se evaluaron dos estrategias quimiométricas diferentes. Por un lado, el desarrollo de los modelos cuantitativos NIRS de predicción para realizar el ajuste entre los datos espectrales

NIRS y los valores de porcentaje de inclusión de harina de carne de cada muestra utilizados como referencia, se realizó mediante regresión en mínimos cuadrados modificada (MPLS). Para la estrategia cualitativa, que persigue la detección de la presencia o ausencia del ingrediente harina de carne en piensos, no su cuantificación, se utilizó asimismo el algoritmo MPLS, si bien los valores de referencia usados fueron variables ficticias, asignándole el valor de 1 a las muestras de piensos libres del ingrediente estudiado y el valor de 2 a los piensos que contenían harinas de origen animal.

Los estadísticos usados para la selección de los mejores modelos de predicción NIRS fueron el coeficiente de determinación (r^2) y el error típico de validación cruzada (ETVC), mientras que para la evaluación de los mismos se utilizaron el error típico de predicción (ETP), el sesgo, las distancias global y vecina de Mahalanobis (GH y NH), así como el porcentaje de muestras correctamente clasificadas (Shenk y Westerhaus, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calibración seleccionada para la cuantificación del porcentaje de inclusión de harinas de origen animal en piensos compuestos presentó un ETVC de 0,80 y un coeficiente de determinación de 0,98. La aplicación de dicho modelo cuantitativo a la predicción del contenido de harina de carne de las muestras del colectivo de validación arrojó los resultados que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Predicción del % de harinas de origen animal en las muestras de piensos que constituyen en colectivo de validación (N=18), en los instrumentos 1 y 2.

Código	Referencia	Instrumento 1		Instrumento 2	
		PredichoNIR	GH	PredichoNIR	GH
13484	0	-0,19	1,059	-0,20	1,018
13485	0	-0,08	1,909	-0,24	1,885
13486	0	1,32	0,97	1,57	1,063
13487	0	-0,60	1,067	-0,88	1,098
13574	0	-0,09	1,389	-0,77	1,520
13581	0	2,36	1,849	2,10	2,173
13583	0	-1,42	0,913	-1,76	1,125
13584	0	-0,49	1,238	-0,40	1,096
13585	0	-0,29	1,238	-0,46	1,492
13586	0	0,80	1,003	0,21	1,362
13489	26,70	27,19	2,601	23,59	1,899
13490	27,40	28,35	4,231*	24,86	3,592*
13493	27,70	29,31	2,575	26,47	2,046
13580	27,8	22,37	2,719	19,78	3,371*
13578	29,4	23,64	1,674	22,34	1,449
13573	30,20	17,34	1,565	17,64	1,537
13488	32,1	30,67	3,881*	30,47	3,039*
13492	33,40	32,57	5,304*	29,79	3,994*
13571	34,95	28,53	5,073*	25,70	5,031*
	ETP	1,03		1,09	
	Sesgo	-0,18		0,08	

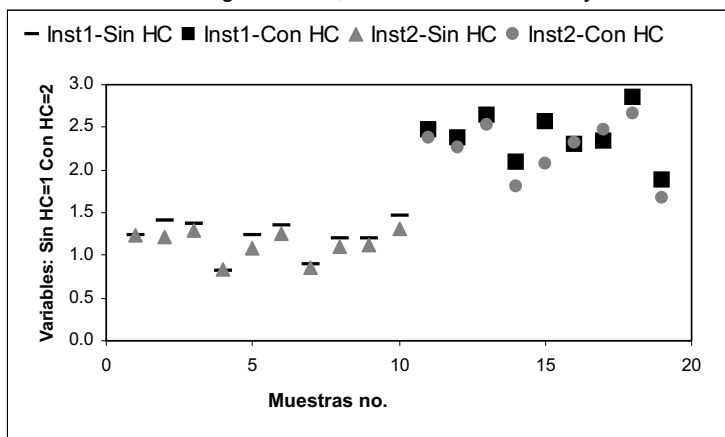
Se puede apreciar, en primer lugar, que ambos instrumentos producen resultados similares, lo que indica que el proceso de estandarización fue adecuado.

Asimismo, se observa, que se obtienen tres falsos positivos, es decir, muestras libres del ingrediente harina de carne para las que el modelo predice un porcentaje de inclusión que oscila entre 0,21 y 2,36% dependiendo de la muestra y el instrumento en el que se analizan, por lo que el porcentaje total de muestras correctamente clasificadas para ambos instrumentos se situaría en el 83,3%.

Con respecto, al modelo cualitativo seleccionado para la discriminación entre muestras libres y con presencia de harina de carne (ETVC=0,19 y $r^2=0,86$), los resultados correspondientes al colectivo de validación (n=18), que aparecen representados en la Figura

1, indican que en ambos instrumentos se obtienen un 100% de muestras correctamente clasificadas. Es decir, las tres muestras que con las calibraciones cuantitativas aparecían como falsos positivos, son adecuadamente identificadas en la clase ausencia con los modelos cualitativos, por lo que parece que esta estrategia es de mayor precisión. Resultados similares obtienen Fernández et al. (2002) y Pérez-Marín et al. (2004) en el desarrollo de modelos quimiométricos, asimismo cualitativos y cuantitativos, para la detección de harina de carne en piensos compuestos analizados tanto en forma molida como intacta, si bien en dichos trabajos no se evalúan dichos modelos sobre nuevos colectivos de muestras reales, es decir no se realiza una validación externa de los mismos, ni asimismo se evalúa la reproducibilidad de los resultados en dos instrumentos diferentes.

Figura 1. Resultados de la clasificación de las muestras del colectivo de validación en base a su contenido en harinas de origen animal, en los instrumentos 1 y 2.



En conclusión, la tecnología NIRS permite disponer de una herramienta rápida y no-destructiva para la detección y cuantificación de harina de carne en piensos compuestos analizados en su forma de presentación original, presentando asimismo una adecuada reproducibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CE. 1994. Commission Decision 94/381/EC of 27 June 1994 concerning certain protection measures with regard to bovine spongiform encephalopathy and the feeding of mammalian derived protein. OJ L 172, 07/07/1994 p.0023 (1994).
- CE. 2000. Commission Decision 2000/766/EC of 4 December 2000 concerning certain protection measures with regard to transmissible spongiform encephalopathies and the feeding of animal protein. OJ L 306, 07/12/2000 p.0032 (2000).
- Fernández M., Martínez A. Modroño S. y De la Roza B. 2002. Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 10th International Conference, pp. 307-311.
- ISI. 2000. The complete software solution using a single screen for routine analysis, robust calibrations, and networking. Manual, FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC, Sylver Spring MD, USA.
- Pérez-Marín, D., Garrido, A Guerrero Ginel, J.E., Gómez Cabrera, A. (2004b). Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for the mandatory labelling of compound feedingstuffs: chemical composition and open declaration. *Animal Feed Science & Technology*, vol. 116, iss. 3-4, pp. 333-349.
- Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1996. Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies, A.M.C. y Williams, P.C. (eds). NIR Publications. Chichester. UK. Pp. 198-202.

UTILIZACIÓN DE INFORMACIÓN ESPECTRAL NIR PARA LA DIFERENCIACIÓN DE GRASAS Y ACEITES

J. Bautista, A. Garrido-Varo, J. E. Guerrero, D. Pérez Marín

Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14080. Córdoba

INTRODUCCIÓN

El Reglamento 1774/2002, adoptado por la Comisión Europea (CE, 2002), establece normas en materia de salud animal y pública aplicables a la recogida, el transporte, la manipulación, la transformación y la utilización o eliminación de subproductos animales, así como la puesta en mercado, exportación y el tránsito, en algunos casos, de subproductos animales y sus productos derivados. Un aspecto importante de este Reglamento es por el que se prohíbe la práctica del canibalismo. Esta regulación pone de manifiesto la posible prohibición de las grasas de rumiantes, así como la importancia de distinguir entre las distintas categorías de grasas animales y aceites.

Este hecho, junto con la ausencia de métodos analíticos que permitan distinguir la especie animal, ha provocado que incluso, como medida preventiva, algunos países hayan adoptado la decisión de la prohibición de uso de grasa animales en alimentación animal.

El objetivo del presente trabajo es mostrar resultados preliminares del uso de la información espectral NIRS para la identificación de grasas animales y vegetales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Un total de 473 muestras de grasa de origen animal (puras y mezclas), aceite vegetal y aceite de pescado, fueron suministradas por diferentes plantas de transformación de subproductos animales, entre octubre de 2002 y abril de 2004. Cada muestra fue debidamente identificada en sus características por su proveedor. Este colectivo espectral se utilizó para construir una biblioteca espectral NIRS de muestras autenticadas.

De esta población de muestras, se seleccionaron dos colectivos de trabajo. Un primer colectivo que denominaremos de aprendizaje (A) formado por 40 muestras de grasa de origen animal, identificadas como ave pura (n=16), porcino pura (n=5) y mezcla de rumiante – no rumiante (n=19), las cuales fueron analizadas entre Octubre 2002 a Octubre 2003. Un segundo colectivo, denominado de validación (V), formado por 20 muestras de grasa animal (n=8) aceite vegetal (n=2) aceites de soja y n=5 oleínas vegetales) y aceite de pescado (n=5), fue analizado entre Enero y Abril del 2004.

Análisis espectroscópico NIRS

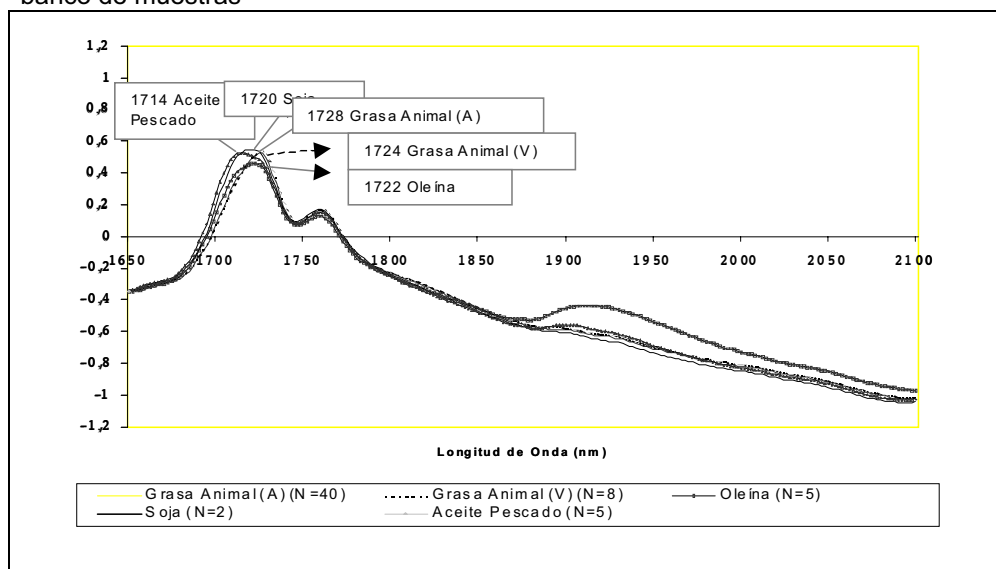
El análisis NIRS de las muestras de grasa de origen animal, aceite vegetal y aceite de pescado se realizó en un instrumento monocromador FOSS NIRSystems 6500 SY-I provisto de módulo giro, que trabaja en reflectancia en la región comprendida entre 400-2500 nm. Las medidas se realizaron en cápsulas de oro de paso óptico de 0.1 mm, utilizando una cantidad de 0.35 ml de muestra, previamente fundida. Cada muestra se analizó por duplicado en dos cápsulas diferentes, utilizándose para el estudio posterior el espectro medio.

El tratamiento quimiométrico de los datos espectroscópicos generados se realizó utilizando el software WinISI II 1.50. La estrategia quimiométrica utilizada consistió, en el uso de los datos espectroscópicos “per se”, para el estudio e identificación de zonas de absorción diferencial entre los espectros de grasa animal, aceite vegetal (oleína y soja) y de pescado y asimismo el cálculo de la distancia de Mahalanobis (H). Para ello, se redujo el espacio espectral multivariante, formado por las muestras del colectivo de aprendizaje mediante análisis de componentes principales (n = 10 CPs), y posteriormente, se calcularon las distancias H para cada muestra (ISI 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se pueden observar los espectros medios de los distintos tipos de grasas y aceites de los colectivos de aprendizaje y validación. La utilización del tratamiento de corrección de la radiación dispersa denominado “Standard Normal Variate and Detrending” (ISI, 2000) permite apreciar de forma visible diferencias entre los diferentes tipos de grasas y aceites.

Figura 1. Espectros medios de los tipos de grasas y aceites pertenecientes al banco de muestras



En ella se observa la existencia de diferencias entre los máximos de los espectros, correspondientes al rango espectral comprendido entre 1700-1750 nm, el cual permite utilizarlo para la diferenciación de los diferentes tipos y clases de grasas y aceites. Así mientras el espectro medio de las muestras de grasa animal del colectivo de aprendizaje y validación presentan máximos de absorción a 1726 y 1724 nm respectivamente, el espectro medio de los aceites y oleínas, aceites de soja y aceites de pescado, presentan máximos a 1722, 1720 y 1714 nm respectivamente. La existencia de diferencias entre los espectros de los diferentes tipos de lípidos estudiados en esta región próxima a los 1700 nm podría explicarse, por la existencia de diferencias en el contenido y tipo de ácidos grasos en función del origen (vegetal, animal). De hecho diferentes autores han mostrado la importancia

de las bandas de absorción alrededor de 1710 y 1725 nm para describir diferencias en las características del perfil de ácidos grasos de una determinada grasa y, particularmente, en la relación de ácidos grasos saturados *versus* insaturados (Murray,1987; Sato et al, 1991; Hourant, et al.2000; Garrido et al.,2002;Garrido.A 2002)

Otra forma de dejar patente las diferencias espectrales entre grasa animal, aceite vegetal y aceite de pescado, es mediante el cálculo de la distancia de Mahalanobis (H) de las muestras de validación, al centro del colectivo de muestras de aprendizaje (Fig. 2). Las distancias de H obtenidas, para el colectivo de muestras de grasa animal para los colectivos de aprendizaje y validación presentaban valores de H de 0.3 a 4, siendo el rango de valores de H de 11 a 20 y de 21 a 34 para las muestras de validación de aceites y oleínas y de aceite de pescado, respectivamente, mostrándose una clara diferenciación de las muestras de grasa animal y vegetal en este espacio de 10 dimensiones.

En conclusión, los resultados preliminares abren grandes expectativas para el uso de los datos espectrales NIRS para la clasificación de grasas y de aceites, en función de su origen animal y vegetal y es asimismo probable que sea posible diferenciar entre diferentes tipos de grasa de origen animal, una vez nuestras bibliotecas espectrales, hayan sido ampliadas con un mayor número de muestras puras identificadas.

Figura 2. Distancia de Mahalanobis (H)



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EC Reglamento Nº 1774/2002 de 10 Octubre 2002. *Diario Oficial de la Unión Europea*. **273**, 0001 (2002).

Garrido–Varo, A.,García-Olmo and Pérez-Marín, M.D (2002). “Application in Fats and Oils”. Chapter XIX In “Near Infrared Spectroscopy in Agriculture”, (C.Roberts, J. Workman and J. Reeves, eds), CSSA, SSSA and ASA publishers. USA.

Garrido A.(2002). Informe final proyecto FEDER-CICYT (1FD97-0990) “Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS) como herramienta para la innovación tecnológica de los sistemas de control de calidad de alimentos y productos animales en el ámbito de la CCAA

Hourant, P; V. Baeten, M.T. Morales; M. Meurens and R. Aparicio. 2000. Oil and Fat classification by selected bands of Near Infrared Spectroscopy. *Appl. Spectroscopy*. 54; 1158-1174.

ISI (2000), The complete software solution using a single screen for routine analysis, robust calibrations, and networking. Manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA

Murray,I. 1987. The NIR Spectra of homologous series of organic compounds, p.13-28. In Int. NIR/NIT Conference, Akadémiai Kiadó.Budapest.Hungary

Sato, T., S. Kawano and M.Iwamoto.(1991). Near infrared spectral patterns of fatty acid analysis from fats and oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 68:827-833.

EMPLEO DE LA METODOLOGÍA NIRS PARA PREDECIR LA INGESTIÓN, DIGESTIBILIDAD, COMPOSICIÓN DE LA DIETA Y CONTENIDO EN N-ALCANOS DE LAS HECES EN OVEJAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES PROPORCIONES DE ALFALFA Y RAIGRÁS (*Lolium rigidum*)

A. Keli¹, D. Andueza², R. Baumont², G. Béchet² y A. de Vega¹

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza (España)

²INRA-Theix URH-RAPA 63122 Saint Genès Champanelle (Francia)

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la ingestión y de la composición de la dieta de los animales adquiere gran importancia en condiciones de pastoreo, y requiere del desarrollo de metodologías que permitan su estimación teniendo en cuenta los posibles factores de variación. Entre estas técnicas, la metodología de los n-alcanos (Mayes *et al.*, 1986) es la más utilizada, aunque su análisis es costoso y laborioso, e implica la utilización de solventes orgánicos nocivos para las personas y el medio ambiente.

La metodología NIRS está siendo utilizada de forma rutinaria para predecir la composición química y el valor energético de los alimentos (Aufrère *et al.*, 1996), la ingestión y la digestibilidad (Boval *et al.*, 2003; 2004; Decruyenaere *et al.*, 2003), y la concentración fecal de n-alcanos en bovinos (Garnsworthy y Unal, 2004) y ciervos (Ru *et al.*, 2002), y parece ser de gran utilidad para estimar la ingestión y la composición de la dieta en ovejas alimentadas con diferentes combinaciones de paja y grano de cebada (Valiente *et al.*, 2004).

Con estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue comprobar la posibilidad de utilizar la metodología NIRS para estimar la ingestión, digestibilidad, composición botánica de la dieta y concentración fecal de n-alcanos en ovejas alimentadas con diferentes proporciones de alfalfa y raigrás (*Lolium rigidum*), con vistas a su posible aplicación en condiciones de pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 16 ovejas de raza Rasa Aragonesa, adultas, vacías y secas, distribuidas al azar en cuatro tratamientos consistentes en diferentes proporciones de henos de alfalfa y de raigrás (*Lolium rigidum*) (100:0, 67:33, 33:67 y 0:100) picados a 5 cm. Tras un periodo de adaptación a las dietas de 14 días, durante el cual se fijó el nivel de ingestión de los animales al 95% de *ad libitum* para intentar evitar los rehusos, éstos fueron introducidos en jaulas de metabolismo donde, tras tres días de acostumbramiento, se realizó un balance de digestibilidad de una semana de duración. La administración de las dietas se realizó una vez al día (9:00 h), y durante todo el balance se tomaron muestras diarias tanto de la alfalfa como del raigrás ofrecidos, que fueron agrupadas para todo el periodo. Una submuestra fue desecada a 60 °C durante 48 horas, y otra molida en un molino de martillos, provisto de criba de 1 mm, y almacenada en botes de plástico. En los casos esporádicos en que los animales dejaron rehusos, éstos fueron pesados y su concentración en materia seca (MS) determinada, moliéndose posteriormente una submuestra al mismo tamaño que la oferta. La producción fecal diaria fue igualmente registrada y su contenido en MS determinado, tomándose un 5% del peso diario,

que fue congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, liofilizado y agrupado en una muestra única por animal, que fue igualmente molida a 1 mm. En todos los casos las muestras molturadas fueron utilizadas para el análisis de materia orgánica (MO) y fibra neutro detergente (FND), obteniéndose además la concentración en n-alcanos y el espectro NIRS de las muestras de heces.

Los espectros NIRS de un rango de longitudes de onda entre 700 y 2500 nm fueron recogidos utilizando un equipo Foss NIRSystems 6500 monochromator, equipado con un modulo spinning. Tanto los espectros como los datos de referencia fueron analizados mediante un paquete Infracsoft Internacional (ISI) NIR3 (versión 3.0). Para la obtención de las ecuaciones de calibración se usó el método MPLS (modified partial least squares regression) tras un tratamiento de corrección de la radiación difusa (SNVD: standard normal variate and detrend) (Barnes *et al.*, 1989). Para evaluar la capacidad de predicción de las ecuaciones de calibración se utilizaron como parámetros estadísticos el error estándar de la calibración (SEC), el error estándar de la validación cruzada (SECV), el coeficiente de determinación de la calibración (R^2c) y el coeficiente de determinación de la validación cruzada (R^2cv).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se recogen los parámetros estadísticos de calibración del NIRS y de la validación cruzada de las ecuaciones de predicción de la ingestión, digestibilidad, composición de la dieta y concentración fecal de n-alcanos. Los valores de R^2c para la predicción de la ingestión (g/d), la digestibilidad de la MS y la composición de la dieta (% de alfalfa) fueron de 0,78, 0,94 y 0,99, respectivamente, mientras que en el caso de los alcanos siempre estuvieron por encima de 0,72. La fiabilidad de las diferentes estimaciones, considerada a partir de los valores R^2cv , fue muy variable. Así, la ingestión total de MS (g/día) se predijo mejor que cuando se expresó en función del peso metabólico del animal, mientras que los valores para todos los coeficientes de digestibilidad fueron muy bajos. El escaso número de datos con que se obtuvieron los modelos de calibración puede explicar estos resultados. La excepción la constituyó la predicción del consumo de alfalfa, tanto en proporción de la dieta como en términos de cantidades diarias absolutas o en relación al peso metabólico, con valores de R^2cv superiores a 0,85 en todos los casos. Por lo que se refiere a los alcanos, las cifras más bajas se obtuvieron con los alcanos dosificados (C_{32} y C_{36}). Ru *et al.* (2002) obtuvieron resultados similares, achacando la falta de precisión a la falta de interacciones estructurales entre los alcanos dosificados y el resto de componentes químicos.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que la metodología NIRS puede predecir con fiabilidad la ingestión, digestibilidad y composición de la dieta en animales alimentados con mezclas de alfalfa y *Lolium rigidum*. La predicción de la concentración fecal de los alcanos internos también puede realizarse con precisión, a pesar de su bajo contenido, aunque ésta es menor cuando se trata de los alcanos externos. La robustez de las ecuaciones debe mejorarse, sin embargo, antes de proponer su aplicación en condiciones de pastoreo, para lo que es imprescindible el incluir un mayor número de datos en las mismas.

Tabla 1. Parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción de la ingestión, digestibilidad, composición de la dieta y concentraciones fecales de n-alcános a partir del espectro NIRS de las heces en ovejas alimentadas con diferentes proporciones de henos de alfalfa y de raigrás (*Lolium rigidum*) (100:0, 67:33, 33:67 y 0:100)

	Observado		Calibración		Validación cruzada	
	N	Media $\pm\sigma$	SEC	R ² c	SECV	R ² cv
MSI						
g/d	15	1058 \pm 326,0	151,00	0,78	193,00	0,65
g/kg PV ^{0,75}	15	48,2 \pm 13,00	9,71	0,44	11,56	0,20
DMS (%)	15	59,4 \pm 2,56	0,64	0,94	2,19	0,30
DMO (%)	16	61,0 \pm 2,97	2,19	0,46	3,00	0,06
DFND (%)	16	55,8 \pm 4,86	3,22	0,56	4,39	0,24
Composición de la dieta						
% alfalfa	16	50,0 \pm 38,56	1,40	0,99	5,52	0,98
g MS alfalfa/día	15	590 \pm 518,0	121,00	0,95	192,00	0,86
g MS alfalfa/kg PV ^{0,75}	14	27,4 \pm 21,83	7,22	0,89	8,24	0,85
Concentraciones fecales de alcanos (mg/kg MS)						
C ₂₁	16	1,9 \pm 1,52	0,39	0,93	1,09	0,51
C ₂₃	15	3,4 \pm 2,14	0,28	0,98	0,44	0,96
C ₂₅	14	31,1 \pm 17,01	1,58	0,99	3,62	0,95
C ₂₆	16	3,6 \pm 0,76	0,40	0,73	0,53	0,50
C ₂₇	15	95,1 \pm 1,60	1,62	0,99	5,45	0,97
C ₂₈	16	14,7 \pm 3,07	0,14	0,99	0,79	0,94
C ₂₉	16	172,0 \pm 18,09	4,32	0,94	7,59	0,85
C ₃₀	16	25,8 \pm 5,12	0,42	0,99	1,12	0,95
C ₃₁	16	702,3 \pm 197,59	13,84	0,99	46,61	0,95
C ₃₂	15	199,6 \pm 65,40	34,30	0,73	65,43	0,05
C ₃₃	16	76,4 \pm 6,40	1,16	0,97	2,80	0,83
C ₃₅	15	3,1 \pm 0,95	0,19	0,96	0,44	0,78
C ₃₆	15	180,9 \pm 70,44	33,68	0,77	61,32	0,27

MSI: materia seca ingerida; DMS: digestibilidad de la materia seca; DMO: digestibilidad de la materia orgánica; DNDF: digestibilidad de la fibra neutro detergente; N: número de muestras; SEC: error estándar de la calibración; R²c: coeficiente de determinación en la calibración; SECV: error estándar de la validación cruzada; R²cv: coeficiente de determinación en la validación cruzada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aufrère J, Graviou D, Demarquilly C, Pérez, JM, Andrieu J (1996) *Animal Feed Science and Technology* **62**, 77-90.
- Barnes RJ, Dhanoa MS, Lister SJ (1989) *Applied Spectroscopy* **43**, 772-777.
- Boval M, Lecomte PH, Archimède H (2003) *Tropical and Subtropical Agroecosystems* **3**, 453-456.
- Boval M, Coates D.B, Lecomte P, Decruyenaere V, Archimède H (2004). *Animal Feed Science and Technology* **114**, 19-29.
- Decruyenaere V, Peters, M., Stilmant D, Lecomte PH, Dardenne P (2003) *Tropical and Subtropical Agroecosystems* **3**, 471-475.
- Garnsworthy PC, Unal Y (2004) *Animal Science* **79**,327-334.
- Mayer RW, Lamb CS, Colgrove PM (1986) *Journal of Agricultural Science* **107**, 161-170.
- Ru YJ, Kruk JA, Fischer M, Choct M, Glatz PC (2002) *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **15**, 1611-1616.
- Valiente OL, Andueza D, de Vega A, Olmos G. Muñoz F (2004) *Journal of Animal and Feed Sciences* **13**, Supplement 1, 227-230.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION CON ALFALFA Ó MAIZ DESHIDRATADO Y CONCENTRADOS DE DIFERENTE CONTENIDO PROTEICO A VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON ENSILADOS DE HIERBA: (2) EFECTOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y BALANCE NITROGENADO

G. Salcedo

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria

INTRODUCCIÓN

Las principales vías de excreción de N en vacuno lechero son la orina, heces y leche; siendo la ingestión de N es la variable más directamente relacionada (Keady y Mruphy, 1998). Otros factores como el tipo de forraje verde o ensilado (Keady y Mruphy, 1998); suplemento proteico (Metcalf et al., 1996); almidón (Keady et al., 1998^a); madurez del forraje (Kebreab et al., 1999); nivel de proteína indegradable (Wright et al., 1998); relación forraje : concentrado (Gonda et al., 1996) y fase de lactación (Kristensen et al., 1998) inciden directa o indirectamente sobre la excreción.

Diferentes soluciones se han propuesto para mejorar la utilización del N reduciendo las pérdidas en orina y heces. Entre otras, el aporte de proteína menos degradable, aunque indirectamente estimula el N urinario (Peyraud et al., 1995), hasta incrementar el aporte de carbohidratos rápidamente fermentables (Beever y Reynolds, 1994). Los trabajos de Nocek y Russell, (1988) señalan mejoras en la utilización de la proteína degradable en rumen con sincronizar el suministro de N y producción de sustratos energéticos con los microbios ruminales, aunque en vacas lecheras no está bien documentado. Beever (1993), señala que sólo el 30% del total de N amoniacal producido en el rumen es incorporado en N microbiano y mucho del N remanente es absorbido a través de la pared ruminal. Este amoníaco absorbido puede ser convertido en urea por el hígado, una conversión que le cuesta al animal 12 kcal/g de N (Van Soest, 1994c). Bajo estas condiciones, la energía normalmente es el primer nutriente limitante para la producción lechera cuando las vacas están alimentadas con hierba de alta calidad (Kolver y Muller, 1998).

El objetivo del presente trabajo se centra en evaluar la digestibilidad de la dieta, y la excreción de N en heces, orina y leche en vacas lecheras alimentadas con ensilado de hierba y suplementadas con alfalfa o maíz deshidratado a dos niveles de proteína bruta en el concentrado.

MATERIAL Y METODOS

Manejo de los animales y dietas

Con las vacas descritas en otra comunicación anterior y dentro de estas mismas Jornadas, una vaca de cada tratamiento fue alojada en nave de metabolismo, según un diseño en cuadrado latino, durante 4 períodos de 7 días cada uno: 5 de adaptación y 2 de control de ingestión y excretas. La decisión de mantener las vacas 5 días de adaptación se debe a que las vacas estaban acostumbradas a la dieta. La orina fue recogida mediante sonda vesical tipo Foley.

El ensilado de hierba fue administrado *ad libitum*, maíz deshidratado (MD) ó alfalfa deshidratada (AH) 3 kg/vaca y día y 7 kg de concentrado, repartido éste último en dos tomas (8 a.m. y 15,30 p.m.) y, en una sola toma (8,30 a.m.) para el MD y AH. De cada dieta y período, se realizaron 15 observaciones de 10 minutos sobre cada vaca para determinar el tiempo empleado en masticar un bolo ruminal.

Se realizaron los correspondientes determinaciones de materia seca, materia orgánica, nitrógeno, fibras ácido y neutro detergente.

Análisis estadístico

La producción y composición química de la leche fue analizada mediante un factorial 2 x 2: 2 suplementos forrajeros por 2 tipos de concentrado con el PROC GLM de SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de ensilado y materia seca total fue mayor con AH ($P<0,001$), con medias de 9,28 y 9,85 kg/d para el primero y de 18,29 y 18,71 en el segundo para MD y AH respectivamente (Tabla 1), imputable a la mayor degradación de la fibra neutro detergente de la alfalfa ($P<0,001$), como lo corrobora el menor tiempo empleado en masticar un bolo ruminal (Tabla 1), sin diferencias en la interacción suplemento forrajero por tipo de concentrado.

Tabla 1. Balance nutricional

	Suplemento forrajero x Proteína					Suplemento forrajero			Proteína		
	MD 14%	MD 18%	AH 14%	AH 18%	Sig	MD	AH	Sig	14%	18%	Sig
Ingestión ensilado (kg MS/d)	9,20	9,36	9,85	9,85	***	9,28	9,85	***	9,53	9,6	NS
Ingestión total (kg MS/d)	18,2	18,3	18,7	18,7	**	18,2	18,7	***	18,4	18,5	NS
dMS (%)	62,3	67,7	65,5	69,7	NS	64,8	67,6	NS	63,9	68,4	*
dMO (%)	68,6	66,6	71,2	65,4	NS	67,4	68,3	NS	69,7	66,9	NS
dFND (%)	53,1	53,9	56,8	58,5	NS	53,3	57,7	**	55	56,2	NS
dFAD (%)	52,3	54,2	47,5	50,6	***	53,3	49,0	***	49,9	52,4	*
dN (%)	67,8	65,0	65,4	62,8	***	66,4	64,1	***	66,6	63,9	***
N ingerido (g/d)	403,5	445,9	476,6	507	***	424,5	487,3	***	435,4	476,5	***
N orina (g/d)	140,2	143,5	149,6	156,2	***	141,9	152,9	***	144,9	149,9	***
N heces (g/d)	129,5	155,7	161,6	188,2	***	142,6	174,9	***	145,6	172,0	***
N leche (g/d)	102,8	109,5	111,2	111,1	***	106,2	111,1	***	107,6	110,3	**
Tiempo masticado bolo ruminal (sg/bolo)	53,2	52,3	49,9	49,6	NS	52,7	49,7	***	51,5	50,9	**

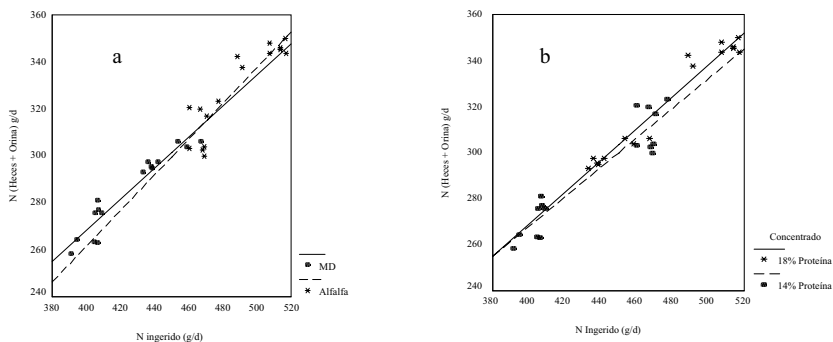
AH = Alfalfa deshidratada; MD = Maíz deshidratado; dMS = digestibilidad aparente de la materia seca; dMO = digestibilidad aparente de la materia orgánica; dFND = digestibilidad aparente de la fibra neutro detergente; dFAD = digestibilidad aparente de la fibra ácido detergente; dN = digestibilidad aparente del nitrógeno; * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$

Pese al mayor ritmo de degradación de la materia seca y fibra neutro detergente de AH, la digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca (dMS) y materia orgánica (dMO) no fue diferente entre suplementos forrajeros y, ($P<0,05$) para la dMS en el concentrado de mayor contenido proteico. Para la fibra neutro detergente (dFND) fue mayor con AH ($P<0,01$) sin diferencias entre concentrados; la del nitrógeno (dN), fue superior en MD y, entre concentrados, menor ($P<0,001$) con 14% de proteína bruta.

La suma del N procedente de heces y orina (Tabla 1) fue superior con AH18% ($P<0,001$), imputable al mayor consumo de N ($P<0,001$). Del total de N ingerido, el 76% y 66% es recobrado en heces + orina para AH y MD respectivamente y 69% y 64% entre concentrados para el de 18% y 14% de proteína bruta respectivamente (Figura 1). Estos resultados son inferiores al 82% señalado por Castillo (1999), incrementándose hasta 99% la suma de heces, orina y leche, superior al 91% del presente experimento.

La relación entre la producción de leche y el N ingerido para el conjunto de datos es del tipo: $10,16 + (0,014 \text{ N ingerido}) \pm 0,76 \text{ } r^2=0,33$, donde la pendiente es inferior a 0,041 indicada por Castillo (1999); posiblemente esta diferencia tenga su explicación en el menor rango de N ingerido (391 – 517 g/d) en este trabajo el presente experimento.

Figura 1. Relación N excretado (heces + orina, g/d) N ingerido (g/d)



Alfalfa (g/d) = $-42,68 + 0,76 N \text{ ingerido}$; $r^2=0,81$
 MD (g/d) = $4,15 + 0,66 N \text{ ingerido}$; $r^2=0,90$

14% PB (g/d) = $10,6 + 0,64 N \text{ ingerido}$; $r^2=0,88$
 18% PB (g/d) = $-8,32 + 0,69 N \text{ ingerido}$; $r^2=0,95$

Como conclusiones cabe destacar el descenso significativo de N procedente de la orina y heces con rebajar el N dietético, manteniéndose constante la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, e incrementos para la digestibilidad del N.

BIBLIOGRAFÍA

- Beever, D., 1993. Rumen function. Page 187-215 ed. CAB International, Oxon, UK.
- Beever, D.E.; C.K. Reynolds. 1994. *Grassland and Society*. Eds. J. Frane and 't Mannelje, L. *Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*. Wageningen, The Netherlands. pp.48-60.
- Castillo, A. 1999. Improving nitrogen utilisation in dairy cows. Thesis doctoral.
- Gonda, H.L.; M. Emanuelson; M. Murphy. 1996. *Animal Feed Science and Technology* **64**: 27-42.
- Keady, T.W.J.; J.J. Murphy. 1998. *Animal Science* **66**: 9-20.
- Keady, T.W.J.; C.S. Maine; M. Marsden. 1998a. *Animal Science* **66**: 21-33.
- Kebreab, K.; A.R. Castillo; D.E. Beever; D.J. Humphries; J. France. 1999. *Journal of Dairy Science* (submitted).
- Kolver, E.; Muller, D. 1998. *J. Dairy Sci.* **81**: 403-1411.
- Kristensen, V.F.; T. Kristensen; O. Aaes; O.K. Hansen. 1998. In: *A Renovation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure* (Eds. H.D. Poulsen and V.F. Kristensen). Danish Institute of Agricultural Science. Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. pp. 108-141.
- Metcalf, J.A.; R.J. Mansbridge; J.S. Blake. 1996. *Proceedings of the British Society of Animal Science* p.62 (Abstract)
- Nocek, J.E.; J. B. Russell. 1988. *J. Dairy Sci.* **71**: 2070-2107.
- Peyraud, J.L.; R. Verite; L. Delaby. 1995. *Fourrages* **142**: 131-144.
- SAS, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5 Edition, SAS. Inst., Inc., Cary, N.C.
- Van Soest, P.J. 1994c. Nitrogen metabolism. Page 290-311 in *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. P.J. Van Soest, ed. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Wright, T.; Moscardini S.; P.H. Luimes; Susmel, P.; McBruide, B. 1998. *J. Dairy Sci.* **81**: 784-793.

MODELIZACIÓN DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL IN VITRO DE LOS CÍTRICOS DE DESTRÍO EN OVINO

Piquer O., Casado C., Biglia S., Pascual J.J.

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia

INTRODUCCIÓN

La Comunidad Valencia es una gran productora de cítricos, produciendo entre 3,5 y 3,8 millones de toneladas por campaña. Éstos cítricos se destinan mayoritariamente al mercado fresco e industria de transformación, pero un 2-3% de este total (porcentaje variable cada año) se retira del mercado de productos frescos, para evitar grandes fluctuaciones en dicho sector, siendo denominado cítrico de retirada. Éstos cítricos generan un importante problema medioambiental debido a la dificultad de su destrucción. Por lo que hay que buscar soluciones respetuosas con el medio ambiente, como podría ser su utilización para la alimentación de rumiantes.

Cuando los cítricos se destinan a la ganadería rumiante, el producto ofertado presenta una gran variabilidad: la retirada y el destrío (no cumple requisitos mercado fresco) van mezclados; se incluye naranjas, mandarinas, limones y pomelos, con sus distintas variedades dentro de cada clase de cítricos; a lo que hay que añadir la duración de la campaña citrícola (de septiembre-octubre a mayo-junio). Por lo general se trata de un producto altamente fermentable, con una degradabilidad efectiva de su materia seca del 80-90% (Alvir y col., 2001; Ítavo y col., 2000).

Las técnicas de producción de gas *in vitro* que permiten estimar la digestibilidad ruminal de los distintos componentes de los alimentos, podría ser una adecuada herramienta para evaluar la variabilidad fermentativa de estos productos. Las ecuaciones más habituales son las de Ørskov y McDonald (1979), McDonald (1981), France y col. (1993), Schofield y col. (1994). Estas ecuaciones permiten distinguir distintas fracciones (soluble, insoluble pero degradable e insoluble), así como la tasa fraccional de degradación de la fracción insoluble pero degradable.

El objetivo de este trabajo es buscar un modelo que permita estudiar de forma adecuada el comportamiento fermentativo de los distintos cítricos de destrío, y estudiar si existen diferencias fermentativas entre ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron 125 muestras de cítricos de destrío de distintas comarcas de la Comunidad Valenciana (desde el norte de Castellón hasta el sur de Alicante), durante la campaña citrícola 2002-2003 (de noviembre a marzo). De las 125 muestras: 51 fueron naranjas, 61 mandarinas, 10 limones y 3 pomelos; 19 muestras pertenecían a la provincia de Castellón, 66 a la provincia de Valencia y 40 a la provincia de Alicante.

El líquido ruminal utilizado en la fermentación *in vitro* provenía de tres ovejas de la raza manchega con fístulas ruminales. Estos animales eran alimentados una vez al día con de 700 g. de pulpa de naranja ensilada, 200 g. de trigo, 300 g. de alfalfa, 200 g. de paja y 50 g. de soja, y disponibilidad de agua *ad libitum*.

La técnica de producción de gas utilizada fue la descrita por Theodorou y col. (1994), con alguna pequeña modificación para ajustarlo al producto a evaluar, y tomando medidas de presión a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36 y 48 horas tras el inicio de la incubación. Las curvas de fermentación medias fueron ajustadas a los modelos

descritos por Ørskov y McDonald (1979), McDonald (1981), France y col. (1993), Schofield y col. (1994), para encontrar un modelo adecuado a los cítricos de destriño en ovino, mediante el procedimiento de regresión no lineal (PROC NLIN) del paquete estadístico SAS (1990). A partir de este procedimiento se obtuvo estimas por mínimos cuadrados de los distintos parámetros de los modelos.

El principal criterio para la comparación de modelos fue inicialmente la desviación estándar residual (RSD) y el coeficiente de determinación (R^2) de los modelos obtenidos a partir de las curvas de fermentación media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra el ajuste y los parámetros estimados para los distintos modelos de degradación *in vitro* de la curva de degradación media de los cítricos de destriño analizados. Podemos observar como el ajuste es muy elevado para todos los modelos ($R^2 > 0.97$).

Tabla 1. Parámetros estimados y ajuste –coeficiente de determinación (R^2) y desviación estándar residual (RSD) – de la curva de degradación media de los cítricos de destriño a distintos modelos de degradación *in vitro*.

Modelos	A(ml)	B ₁ (ml)	B ₂ (ml)	C ₁ (h ⁻¹)	C ₂ (h ⁻¹)	L(h)	R ²	RSD
Ørskov y McDonald (1979)	0	188.7		0.1439			0.9754	8.323
McDonald (1981)	0	184.4		0.1899		1.1881	0.9966	3.241
France y col. (1993)	0	185.2		0.1551	-0.1424*	1.2951	0.9968	3.364
Schofield y col. (1994)	0	149.6	34.8	0.2235	0.1085	1.2662	0.9971	3.176

A: Fracción soluble fácilmente degradable (normalmente carece de sentido en incubaciones *in vitro*).

B: Fracción/es insoluble/s pero degradable (B₁ y B₂).

C: Tasa fraccional de degradación de la fracción/es insoluble/s (C₁ y C₂).

L: Tiempo de arranque de la degradación microbiana.

* C₂ en el modelo de France es la tasa fraccional dependiente del tiempo (h^{-1/2})

El modelo de Ørskov y McDonald (1979) presenta el peor de los ajustes y el mayor valor para la desviación estándar residual (RSD= 8.3 ml). Al introducir el parámetro L (tiempo de arranque de la fermentación microbiana) en el modelo anterior, disminuye el RSD a 3.2 ml, obteniéndose así el modelo de McDonald (1981). El modelo de France y col. (1993), con una tasa fraccional de degradación μ ($\mu=C_1+C_2/t^{1/2}$) dependiente del tiempo tiene un buen ajuste. Sin embargo, el modelo de Schofield y col. (1994) que posibilita la existencia de dos fracciones insolubles altamente digestibles con diferentes tasas fraccionales de degradación, a parte de presentar el mejor ajuste y el menor error de predicción, aunque podría ser debido a su mayor número de parámetros, permite una mejor interpretación biológica para el caso de los cítricos de destriño. Este modelo presenta una fracción mayoritaria, B₁ (80%), con una tasa fraccional de degradación, C₁= 0.22 h⁻¹, y una fracción minoritaria, B₂ (20%), con una tasa fraccional de degradación menor, C₂= 0.11 h⁻¹.

En la Tabla 2 se muestran los valores medios para los distintos parámetros de degradación en función del tipo de cítrico de destriño. Se observa que a partir del modelo de McDonald (1981) la fracción B₁ es similar en los tres tipos de cítrico (183 a 187 ml) y que dicha fracción se degradaría con una misma C₁ en mandarinas y naranjas aunque esta sería más lenta en el caso de los limones. Por otra parte el menor valor de L de los limones podría explicarse por su menor contenido en azúcares.

Tabla 2. Parámetros de cinética de degradación para los distintos tipos de cítricos de destrio.

Modelos	Tipo de cítrico	B ₁ (ml)	B ₂ (ml)	C ₂ (h ⁻¹)	C ₂ (h ⁻¹)	L(h)
McDonald (1981)	Naranja	185.4		0.193		1.252
	Mandarina	182.9		0.198		1.259
	Limón	187.2		0.154		0.546
Schofield y col. (1994)	Naranja	153.4	32.0	0.227	0.102	1.327
	Mandarina	146.6	36.3	0.248	0.105	1.344
	Limón	110.9	72.21	0.213	0.109	0.705

B: Fracción/es insoluble/s pero degradable (B₁ y B₂).

C: Tasa fraccional de degradación de la fracción/es insoluble/s (C₁ y C₂).

L: Tiempo de arranque de la degradación microbiana.

Sin embargo, el análisis de los valores obtenidos a partir del modelo de Schofield y col. (1994) nos daría más información. Tanto naranjas como mandarinas dispondría de una fracción mayoritaria, B₁ (≈150 ml), con una alta tasa de degradación, C₁=0.23 h⁻¹, mientras que existiría una segunda fracción minoritaria B₂ (≈34 ml) que mostraría una velocidad de degradación inferior, C₂=0.10 h⁻¹. En el caso de los limones los resultados son muy interesantes ya que presentan dos fracciones importantes con diferente tasa fraccional de degradación.

De esta forma podemos concluir que de los modelos analizados en el presente trabajo, el modelo de Schofield y col. (1994) presentaría un mayor potencial de utilización en el caso de los cítricos de destrio, ya sea por su buen ajuste como por su idoneidad a la hora de interpretar la posible presencia de distintas fracciones degradables en este tipo de muestras.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto CAL03-089 del INIA y financiado por la Conselleria d'Agricultura Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvir María R., Pereira J.C., González J. y Rodríguez C.A. 2001. IX Jornadas sobre producción animal. Asociación interprofesional para el desarrollo agrario. Zaragoza. 334-336.
- France, J.; Dhanoa, M.S.; Theodorou, M.K.; Lister, S.J.; Davies, S.J.; Isac, D. 1993. *Journal of Theoretical Biology* 163:99-111.
- Ítavo Vinhas, L.C., Tadeu Dos Santos, G., Cabreira Jobim, C., Vinhas Voltolini, T., Peron Faria, K., Brandao Ferreira, C.C. 2000. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29: 5, 1485-1490
- McDonald, I. 1981. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*, 96: 251-252.
- Ørskov, E.R.; McDonald, I. 1979. *Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- Schofield, P.; Pitt, R.; Pell, A. 1994. *Journal of Animal Science*, 72:2980-2991.
- Statistical Analysis System Institute, (1990). *SAS/STAT User's Guide, Release 6'03 Edition* Cary, NC: SAS Unstitute Inc.,1028 pp.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. and France, J. 1994. *Animal Feed Science and Technology*, 48, 185-197.

DEGRADABILIDAD *IN VITRO* DE LA PARED CELULAR DE *BOUTELOUA REPENS* EN LIQUIDO RUMINAL ENRIQUECIDO CON INÓCULOS PROTOTIPO DE BACTERIAS Y HONGOS CELULOLÍTICOS AISLADOS DE BOVINOS EN PASTOREO EN EL TRÓPICO COLOMBIANO.

M. L. Arcos¹ y T. E. Díaz M¹

¹Programa Nacional de Fisiología y Nutrición Animal. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. Tibaitatá, A.A. 240142 Las Palmas, Bogotá, Colombia, S.A.

INTRODUCCION

La actividad celulolítica de bacterias y hongos ruminales permiten un aprovechamiento metabólico eficiente en rumiantes alimentados con forrajes de mala calidad. No obstante, sólo el 10-35% de la energía consumida es retenida como energía neta; porque el 20-70% de los carbohidratos estructurales pueden ser no digestibles (Varga y Kolver, 1997). La degradabilidad de los forrajes tropicales por bovinos depende de la estructura y composición química de la planta, y de la actividad microbiana en el rumen, factores asociados con la cinética de digestión (Van Soest 1982; Chesson y Forsberg, 1988). Los procesos de digestión *in vitro* han sido desarrollados usando líquido ruminal o celulasas y soluciones tampón para simular las condiciones del rumen. Se han aplicado procesos enzimáticos *in vitro* para forrajes y pajas de baja calidad; sin embargo, han sido relativamente insatisfactorios, porque las bacterias del rumen son más eficientes para digerir carbohidratos estructurales que enzimas fúngicas purificadas y levaduras, alcanzando un nivel superior de digestión de la pared celular (Van Soest, 1994). Los sistemas *in vitro*, que incluyen fluido ruminal enriquecido con cepas altamente celulolíticas permiten estimar el potencial de degradación de los forrajes tropicales. Cepas de bacterias y hongos celulolíticos, específicas, aisladas de bovinos en pastoreo en un ecosistema tropical de Colombia a base de forrajes de muy baja calidad, fueron adicionadas *in vitro* a líquido ruminal, para evaluar la degradabilidad de la pared celular de *Bouteloua repens*, un forraje de baja calidad en zonas tropicales semiáridas.

MATERIALES Y METODOS

Diferentes concentraciones (4, 8, 12, 16 y 20 en %v/v) de cultivos puros del hongo celulolítico *Neocallimastix frontalis* (H), de cultivos mixtos de bacterias celulolíticas: 50% *Fibrobacter succinogenes* y 50% *Ruminococcus flavofaciens* (B), de cultivos mixtos de bacterias celulolíticas: 25% *Fibrobacter succinogenes* y 75% *Ruminococcus flavofaciens* (B1), y de cultivos mixtos de hongos y bacterias: 50% *Neocallimastix frontalis* y 50 % de *F. succinogenes* + *R. flavofaciens* (HB), aislados de bovinos en pastoreo sobre forrajes de baja calidad en un ecosistema tropical de Colombia, fueron usados para enriquecer fluido ruminal (C) *in vitro*, y evaluar la degradabilidad de FND de *Bouteloua repens*, una especie forrajera tropical.

Cepas bacterianas y cultivos (B): Las cepas fueron seleccionadas del Banco de germoplasma de microorganismos ruminales (BGMR) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), con base en estudios previos, sobre crecimiento microbiano, actividad celulolítica y degradabilidad (Ossa et al.,2003).Se cultivaron a 39°C durante 24 horas en un medio de crecimiento anaeróbico, utilizando celobiosa 0,5% (p/v) como fuente de carbono. Las concentraciones bacterianas de los inóculos prototipo fueron entre 5,72 y 10,12 x 10⁸ UFC ml⁻¹. Se evaluaron dos relaciones de cepas celulolíticas en las mezclas de inóculo: 50:50 y 25:75% de *F. succinogenes*: *R. flavofaciens*.

Cepas de hongos y cultivos (H): Una cepa de alta actividad celulolítica de *Neocallimastix frontalis*, fue seleccionada del BGMR de CORPOICA. Fue cultivada a 39°C durante 120 horas en medio de crecimiento anaeróbico, utilizando glucosa 0.2% y celobiosa 0.5% (p/v) como fuentes de carbono. Las concentraciones fúngicas en el inóculo prototipo fueron determinadas entre 3,6 y 18×10^4 UFT ml⁻¹.

Cultivos mixtos (HB-HB1): Cultivos de bacterias y hongos fueron mezclados en relación 50:50. Se utilizó estos inóculos prototipo para enriquecer el líquido del rumen (C).

El líquido Ruminal (C): Fue obtenido de una vaca fistulada en pastoreo sobre Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y se utilizó una solución de McDougall y líquido ruminal clarificado (3:1), como tratamiento control.

Ensayo de degradabilidad de FND in vitro: Muestras de pared celular de la especie forrajera teatino (*Bouteloua repens*, 0,5 g), fueron incubadas in vitro a 39°C durante 48h, en tubos que contenían líquido ruminal (C, 50 ml) ó líquido ruminal (40 ml) más cultivos microbianos de bacterias específicas (B y B1), hongos (H), y bacterias y hongos (HB, 10 ml). La degradabilidad de la pared celular fue calculada por diferencia, midiendo el inicial y el residual de la pared celular después del tiempo de incubación. La composición química de *Bouteloua repens* fue: PB: 5,02%; FND 71,64% y FAD 47,19%

Análisis Estadísticos: Los datos fueron analizados por un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, 5 inóculos y 5 concentraciones de inóculos, usando el procesador GLM de SAS. Se determinaron, además, los efectos principales del tipo de inóculo y concentración de inóculo, así como la interacción inóculo por concentración. Las medias entre tratamientos fueron comparadas por medio de la prueba de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fluido ruminal enriquecido con los inóculos prototipo incrementó la degradabilidad, comparado con el fluido ruminal no enriquecido. Diferentes relaciones de hongos y bacterias en el inóculo adicionado, afectaron los valores de degradabilidad de *Bouteloua repens* y las concentraciones de los inóculos (% v/v), también afectaron la degradabilidad *in vitro*. La interacción inóculo x concentración no fue significativa. Además, se observó una disminución en la degradabilidad con concentraciones de inóculo mayores del 4% y 8% (v/v). La degradabilidad de la FND de *Bouteloua repens* con líquido ruminal enriquecido en concentraciones de 4% (v/v) se mantuvo en rangos del 44,07% para el líquido ruminal (C), al 67,69% para el líquido ruminal más inóculos microbianos de bacterias y hongos (HB). La degradabilidad de la FND de *B. repens* no incrementó ($P > 0,05$) cuando se adicionó al fluido ruminal, inóculos de cultivos específicos del hongo *Neocallimastix frontalis* (44,07% vs 47,97%). Sin embargo, se observó un incremento altamente significativo ($P < 0,01$) en la degradabilidad de la FND (44,07% vs 67,69%), cuando el fluido ruminal fue enriquecido con inóculos que contenían cepas de *N. frontalis*, *F. succinogenes* y *R. flavefaciens* (HB). Así mismo, la adición de cepas específicas de las bacterias celulolíticas *F. succinogenes* y *R. flavefaciens* al fluido ruminal, incrementó en 12,6 unidades porcentuales la degradabilidad de la pared celular de *B. Repens*, de 44,07% a 56,76% ($P < 0,05$), (Tabla 1 y 2). En general, la degradabilidad de la FND de *Bouteloua repens* fue más alta ($P < 0,05$) para el líquido enriquecido con el tratamiento HB (67,69%) comparado con los tratamientos H (47,97%), B (56,76%) y C (44,07%). No se presentaron diferencias ($P > 0,05$), entre los tratamientos H y C. Un efecto sinérgico, representado por valores de degradabilidad de 19,7 unidades porcentuales mayores que H, y 10,93 mayores que B, fue observado para el líquido enriquecido con inóculos HB. Los resultados indican que

la adición de cepas de bacterias y hongos celulolíticos, altamente específicos, aislados de bovinos en pastoreo sobre forrajes de mala calidad, para enriquecer líquido ruminal a nivel *in vitro*; representa un buen acercamiento para estimar valores máximos de degradabilidad de forrajes tropicales.

Tabla 1. Degradabilidad *in vitro* de la pared celular de *Bouteloua repens* con inóculos microbianos -prototipo (%)

Tratamientos*	Concentración de los inóculos (%v/v)					
	0 **	4	8	12	16	20
B	44,07	56,76	54,33	53,63	50,59	48,77
B1	44,07	49,59	53,01	54,18	54,25	51,90
H	44,07	47,97	47,93	45,63	44,89	44,79
HB	44,07	67,69	62,72	59,65	54,78	61,01
HB1	44,07	64,90	58,91	49,35	42,63	43,39

* inóculos enriquecidos-prototipo:

B = 50% (v/v) *Fibrobacter succinogenes* + 50%(v/v) *Ruminococcus flavefaciens*

B1 = 25% (v/v) *Fibrobacter succinogenes* + 75% (v/v) *Ruminococcus flavefaciens*

H = 100% (v/v) *Neocallimastix frontalis*

HB = 50% (v/v) [*F.succinogenes* (50%) + *R.flavefaciens* (50%)] + 50% (v/v) *N. frontalis*

HB1=50% (v/v) [*F.succinogenes* (25%) + *R.flavefaciens* (75%)] + 50% (v/v) *N. frontalis*

**Control: Sustrato FDN + 50 ml solución McDougall y líquido ruminal clarificado (3:1)

Ensayo: Sustrato FDN + 40 ml solución of McDougall líquido ruminal clarificado (3:1)+ 10 ml inóculo prototipo.

Tabla 2. Medias de la degradabilidad *in vitro* de la pared celular de *Bouteloua repens* con inóculos microbianos -prototipo (%)

	Tratamientos						EEM	MDS	P <
	Control	B	B1	H	HB	HB1			
Degradabilidad (%)	44,07 ^d	52,8 ^b	52,6 ^b	46,2 ^c	61,2 ^a	51,8 ^b	1,27	3,92	**
	Concentraciones								
	Control	4	8	12	16	20			
Degradabilidad (%)	44,07 ^d	57,4 ^a	55,4 ^{ab}	52,5 ^{bc}	49,4 ^c	50,0 ^c	1,27	3,92	*
Control Vs Otro									*
Tratam x Concentración									NS

a,b,c medias con diferentes letras son significativas (P<0.05); *: P<0.05 , **: P<0.01; NS: No significativo, MDS= Mínima Diferencia Significativa, EEM: Error estándar de la Media.

CONCLUSION

Estos resultados sugieren que el uso de aditivos microbianos basados en cepas de bacterias y hongos, altamente celulolíticos, puede conllevar ventajas productivas en los sistemas ganaderos tropicales.

BIBLIOGRAFÍA

- Chesson, A., Forsberg,C.W.,1988. Polysaccharide degradation by rumen microorganism. In P.N. Honson (Ed.)The rumen microbial ecosystem.p 251.Elseiver Science Publisher.London, England.
- Ossa F., Arcos M.L., Diaz T.E., and Pittroff W., 2003. Cell wall degradation of *Bouteloua repens in vitro* by pure cultures of *R. flavefaciens* and *F. succinogenes* isolate from cattle grazing tropical lowland pastures in Colombia. Rev:Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuarias. Vol. 4, 1: 29-35
- Van Soest, P.J.,1994. Nutritional Ecology of Ruminant. 2nd ed. Ithaca, NY.Comstock, Cornell University Press.
- Van Soest, P.J., 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Corvallis, Oregon, O&B Books.
- Varga G., and Kolver E., 1997. Microbial and animal imitations to fibre digestion and utilisation. Journal of Nutrition. 127:819-823

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL DE UNA DIETA CON UN ALTO CONTENIDO EN CONCENTRADO EN OVEJAS Y EN DOS SISTEMAS DE FERMENTADORES*

M.D. Carro¹, M.J. Ranilla¹, A.I. Martín² y E. Molina Alcaide²

¹ Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, León

² Unidad de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Armilla (Granada)

INTRODUCCIÓN

La utilización de animales fistulados en el aparato digestivo para realizar estudios sobre nutrición animal plantea diversos problemas técnicos y éticos, lo que ha conducido a la búsqueda de métodos *in vitro* que permitan simular la fermentación ruminal. Entre los métodos de simulación más utilizados se encuentran los fermentadores de flujo continuo (FFC) y de flujo semicontinuo (FFSC). A pesar del gran número de trabajos publicados en los que se utilizan estos sistemas, existen muy pocos en los que se comparen los resultados con los observados *in vivo* (Mansfield et al., 1995). En este trabajo se compara la fermentación microbiana promovida en el rumen de ovejas y en dos tipos de fermentadores por una dieta con un alto contenido en concentrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio *in vivo* se llevó a cabo utilizando cuatro ovejas fistuladas en el rumen y para los ensayos *in vitro* se emplearon dos sistemas de fermentadores, uno de flujo semicontinuo (Rusitec; Czerkawski and Breckenridge, 1977) y otro de flujo continuo (Miettinen and Setälä, 1989), ambos formados por cuatro fermentadores. Tanto los animales como los fermentadores recibieron una dieta constituida por heno de alfalfa y concentrado (maíz, cebada y soja) en proporción 20:80. La dieta contenía 26,9 y 195 g de N y de fibra neutro detergente, respectivamente, por kg de materia seca (MS). Cada oveja recibió diariamente 1035 g de MS administrados en dos porciones iguales a las 9:00 y 21:00 horas. El procedimiento experimental y los resultados obtenidos en la prueba *in vivo* han sido descritos por Carro et al. (2000).

En las pruebas *in vitro*, el día 1 se inocularon ambos sistemas de fermentadores con contenido ruminal (líquido y sólido) procedente de 4 ovejas fistuladas en el rumen, que eran alimentadas con heno de alfalfa y concentrado en proporción 50:50. Cada uno de los FFSC recibió diariamente 15,6 g de MS administrados a las 9:00 h en el interior de una bolsa de nailon que se mantuvo dentro del fermentador durante 48 horas. Los FFC recibieron diariamente 27 g de MS de dieta, administrados en dos porciones iguales a las 8:00 y 16:00 horas. El flujo de la fase líquida fue de 3,8 y 4,7% por hora en los FFSC y FFC, respectivamente. Tras 8 días de adaptación a la dieta, durante tres días consecutivos se determinaron el pH del contenido de los fermentadores, la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), la digestibilidad de la dieta y la degradabilidad de la misma tras 48 horas de incubación en bolsas de nailon. A lo largo del día 12 se midió el pH del contenido de cada fermentador a las 0, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 horas tras la administración de alimento. Durante los días 13 y 14 se determinó la síntesis microbiana utilizando ¹⁵N como marcador microbiano, el cual se infundió de forma continua desde el día 9 hasta el final del experimento. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza y las diferencias entre los valores medios determinados en cada sistema se analizaron mediante el test de la mínima diferencia significativa (LSD).

* Este trabajo forma parte de los Proyectos AGL-2004-04755-CO2-01/GAN y AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiados por el M.E.C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Tabla 1, no existieron diferencias ($P>0,05$) entre el pH del rumen y el de los FFSC cuando éste se midió inmediatamente antes de la administración de alimento, pero los FFC presentaron un pH menor ($P<0,05$). En el rumen de las ovejas el pH descendió de forma acusada tras la ingestión de la dieta, llegando a alcanzar valores inferiores a 5,8 durante las primeras 6 horas tras la ingestión (ver Figura 1); por el contrario, en ambos tipos de fermentadores las oscilaciones del pH fueron menores y su valor no descendió de 6,0. Cuando se compararon los valores medios de pH durante las 12 horas posteriores a la administración de alimento, no se observaron diferencias ($P>0,05$) entre el rumen y los dos tipos de fermentadores.

Tabla 1. Parámetros de la fermentación ruminal en el rumen de ovejas y en fermentadores de flujo semicontinuo (FFSC) y continuo (FFC) que recibían una dieta compuesta por heno de alfalfa y concentrado en proporción 20:80.

Item	Rumen (oveja)	FFSC	FFC	e.e.d. ¹
pH (0 h)	6,53 ^b	6,47 ^{ab}	6,13 ^a	0,165
pH (0-12 h)	6,05	6,27	6,12	0,113
Total AGV (mmol/l) ²	134 ^b	87,3 ^a	137 ^b	6,96
Acético (mol/mol)	56,3	52,8	51,4	2,93
Propiónico (mol/mol)	22,4 ^b	12,3 ^a	16,8 ^a	2,29
Butírico (mol/mol)	17,2 ^a	24,9 ^b	25,5 ^b	1,01
Otros AGV	4,09 ^a	9,95 ^c	6,36 ^b	0,219
Acético/Propiónico	2,73 ^a	4,30 ^b	3,07 ^a	0,408
DIGMS (%) ³	82,6 ^b	70,9 ^a	80,7 ^b	1,59
DESMS (%) ⁴	86,1 ^b	70,9 ^a	72,0 ^a	2,15
N microbiano (mg/d)	14015 ^c	127 ^a	437 ^b	102,6
ESM ⁵	22,9 ^a	27,2 ^b	32,7 ^c	1,19

^{a, b, c} para cada parámetro, los valores con diferente superíndice difieren ($P<0,05$).

¹ error estándar de la diferencia.

² valores medios en 24 horas (muestreo seriado cada 2 horas en la prueba *in vivo*).

³ DIGMS: digestibilidad aparente de la materia seca; en la prueba *in vivo* la DIGMS se calculó como el 75 % de la materia seca digerida en el total del tracto digestivo.

⁴ DESMS: desaparición de la materia seca tras su incubación *in sacco* durante 48 horas.

⁵ ESM: eficiencia de la síntesis de proteína microbiana (g N microbiano/kg materia orgánica aparentemente fermentada en el rumen (MOAFR)). En los fermentadores la MOAFR se estimó a partir de la producción de AGV según la fórmula propuesta por Demeyer (1991). En la prueba *in vivo* la MOAFR se calculó como el 75 % de la materia orgánica digerida en el total del tracto digestivo.

No existieron diferencias entre el rumen de las ovejas y los FFC en la concentración de AGV (134 y 137 mmol/l, respectivamente), pero en los FFSC se observaron valores inferiores ($P<0,05$). Si bien no se observaron diferencias ($P>0,05$) entre el rumen *in vivo* y los fermentadores en la proporción molar de ácido acético, en el rumen se observaron menores ($P<0,05$) proporciones de ácido butírico y de otros AGV (suma de los ácidos isobutírico, isovalérico y valérico) y proporciones mayores ($P<0,05$) de ácido propiónico que en los dos tipos de fermentadores. Dado el efecto que el pH ruminal tiene sobre la producción de AGV en el rumen, es posible que las diferencias de pH observadas entre el rumen de las ovejas y los

fermentadores puedan haber contribuido a estos cambios en las proporciones molares de AGV. La digestibilidad de la MS fue menor ($P < 0,05$) en los FFSC que la obtenida en las ovejas y en los FFC (70,9, 82,6 y 80,7%, respectivamente) y no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre estos dos últimos. Por el contrario, la desaparición de MS de la dieta tras su incubación en bolsas de nailon en el rumen durante 48 horas fue menor ($P < 0,05$) en los dos tipos de fermentadores (70,9 y 72,0% para los FFSC y FFC, respectivamente) que en el rumen de las ovejas (86,1%). Estas diferencias podrían deberse a la menor concentración de microorganismos ruminales que existe en el contenido de los fermentadores en comparación con el rumen, o al desarrollo de diferentes poblaciones microbianas en los fermentadores y en el rumen. En cuanto a la eficiencia del crecimiento microbiano, en ambos tipos de fermentadores ésta fue mayor ($P < 0,05$) que la observada *in vivo* y los FFC presentaron mayores ($P < 0,05$) valores que los FFSC. La eficiencia del crecimiento microbiano ruminal se ve afectada por numerosos factores, como son el tipo de dieta, el ritmo de dilución, el pH, el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y la frecuencia de alimentación. Algunos de estos factores fueron diferentes en las ovejas y en los dos tipos de fermentadores, lo que podría justificar que se hayan obtenido diferentes valores para la eficiencia del crecimiento microbiano. Los valores obtenidos estuvieron dentro del rango de los encontrados por otros autores *in vivo* y en fermentadores (Mansfield et al., 1995).

Los resultados obtenidos indican que una gran parte de los parámetros ruminales determinados en los fermentadores presentó valores diferentes de los obtenidos *in vivo*, especialmente en el caso de los FFSC. Posiblemente la simulación de la fermentación ruminal en ambos tipos de fermentadores hubiera sido más adecuada si se hubieran logrado fluctuaciones de pH similares a las observadas en el rumen de las ovejas.

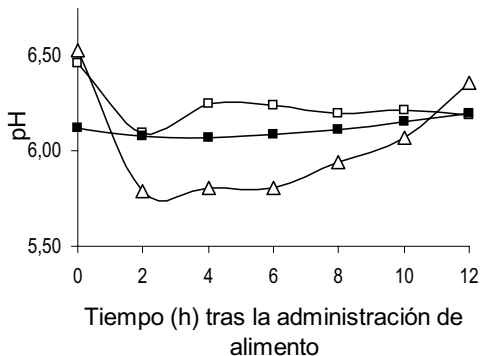


Figura 1. Evolución del pH en el rumen de las ovejas (Δ) y en el interior de los fermentadores de flujo semicontinuo (\square) y continuo (\blacksquare).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro MD, Valdés C, Ranilla MJ and González JS. 2000. *Anim. Sci.* 70: 127-134.
- Czerkawski JW and Breckenridge G. 1977. *Br. J. Nutr.* 38: 371-384.
- Demeyer DI. 1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen and hindgut. In *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion* (ed. J.P. Jouany), pp. 217-237. INRA Editions, Paris.
- Mansfield HR, Endres MI and Stern MD. 1995. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55: 47-66.
- Miettinen H and Setälä J. 1989. *J. Agr. Sci. Finland.* 61: 463-473.

Efectos de la inoculación de *Lactobacillus buchneri* sobre la conservación de ensilados de maíz

C. Iglesias¹, A. Bach^{2,1}, M. Devant¹, C. Adelantado³, y M. A. Calvo³

¹Unitat de Remugants, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries),
Barcelona

²ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats), Barcelona.

³Departament de Sanitat i Anatomia Animal, UAB (Universitat Autònoma de
Barcelona), Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La obtención de un ensilado de calidad precisa que durante el proceso de fermentación la cantidad de oxígeno presente sea mínima y que el pH descienda rápidamente. De esta forma se dificulta el crecimiento de hongos, levaduras, y algunas bacterias que pueden disminuir la calidad nutritiva del forraje. Además, al abrir el silo y quedar expuesto al aire, los microorganismos aeróbicos pueden colonizar de nuevo el ensilado y degradar nutrientes mediante reacciones exotérmicas que elevan la temperatura del silo y reducen el valor nutricional del forraje. La estabilidad aeróbica de los ensilados puede mejorarse mediante la inhibición del crecimiento de hongos y levaduras. El ácido acético es un inhibidor del crecimiento de hongos (Kang et al., 2003) y levaduras (Narendranath et al., 2001). Por lo tanto, la inoculación de bacterias heterolácticas que produzcan ácido acético durante la fermentación, aunque sean energéticamente menos eficientes que las bacterias homolácticas (Ranjit y Kung, 2000), puede resultar ventajoso para mejorar la estabilidad aeróbica de los ensilados. *Lactobacillus buchneri* es una bacteria heteroláctica capaz de metabolizar el ácido láctico y convertirlo en ácido acético y 1,2-propanodiol bajo condiciones anaeróbicas (Elferink et al., 1999), y por lo tanto puede resultar interesante su inoculación en ensilados de maíz para mejorar su estabilidad aeróbica. Su eficacia ha sido anteriormente demostrada en microsilos de maíz (Ranjit y Kung, 2000) y sorgo (Filya, 2003). Sin embargo no existen estudios realizados en ensilados de maíz en condiciones de campo y por tanto con una mayor exposición a microorganismos y pautas de manejo que potencialmente podrían disminuir la calidad del ensilado. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de *L. buchneri* sobre la conservación de ensilados de maíz tras su fermentación y apertura en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 24 ensilados de maíz de explotaciones de la comarca del Baix Empordà (Girona). Durante el proceso de ensilaje, se separaron dos submuestras de 7 kg aproximadamente de planta entera de maíz picado. Una de las submuestras fue rociada con 200 ml de agua (Control) y la otra con 200 ml de agua a la que se adicionaron 10 g de *L. buchneri* a una concentración de 4.3×10^5 UFC/g (Tratamiento). Tras las aplicaciones, cada submuestra se introdujo en un saco de rafia que permitía la entrada y salida de líquidos. Dichos sacos se colocaron en el interior del silo (tipo trinchera) con el resto del material al mismo nivel y separados unos 80 cm en un lugar que garantizara su permanencia en el silo un mínimo de tres

meses. Cuando el avance de la pared frontal del silo dejó al descubierto los sacos, éstos se retiraron y su contenido se colocó en una bandeja de plástico. Además, se tomó una muestra de cada bandeja para determinar la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), el recuento de hongos aeróbicos mesófilos, y la concentración de micotoxinas (aflatoxina, deoxinivalenol y zearalenona). Las bandejas se mantuvieron a temperatura ambiente durante una semana. Durante este periodo, se realizó un control diario de la temperatura y del pH. Además, el cuarto día desde la apertura de los sacos, se tomó otra muestra para determinar nuevamente el recuento de hongos y la concentración de micotoxinas en ambos tratamientos.

Los datos correspondientes a las medidas realizadas los días uno y cuatro tras la apertura del silo fueron analizados mediante un análisis de la varianza utilizando un modelo lineal de efectos mixtos, con la explotación como efecto aleatorio, y la inoculación de *L. buchneri* como efecto fijo. Los datos resultantes de la monitorización diaria de la temperatura y el pH se analizaron usando el mismo modelo, pero incluyendo el efecto tiempo como medida repetida, y la interacción del tiempo con el tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de ácido acético fueron superiores ($P < 0.05$) en los ensilados inoculados con *L. buchneri* comparados con los control (Tabla 1), lo que demuestra la capacidad de generar ácido acético de esta bacteria. Esta característica es interesante por el efecto antimicótico que posee el ácido acético. A pesar que no se observaron diferencias significativas entre el contenido de ácido láctico en los ensilados control y en los tratados, el mayor ($P < 0.05$) contenido (mM) total de AGV en los ensilados inoculados con *L. buchneri* podría ser la causa del valor promedio de pH numéricamente inferior en los ensilados tratados que en los control (3.88 vs 4.00, respectivamente).

Tabla 1. Concentración (mM) de ácidos grasos volátiles en ensilados de maíz con o sin inoculación de *Lactobacillus buchneri*.

	Control	<i>L. buchneri</i>	ES	Valor- <i>P</i>
Total AGV	272.5	319.5	20.71	< 0.05
Acetato	249.7	296.9	19.12	< 0.05
Propionato	14.98	14.5	3.95	0.68
n-Butirato	0.39	0.05	0.21	0.26
Isobutyrate	0.18	0.42	0.09	0.08
n-Valerato	0.19	0.01	0.08	0.11
Isovalerato	0.15	0.09	0.06	0.11

Sin embargo, el recuento de hongos, sólo fue numéricamente inferior en los ensilados tratados respecto de los control tanto el día de la apertura del silo (5.38×10^2 vs 7.85×10^3 UFC/g, respectivamente) como 4 días más tarde (2.13×10^3 vs 2.59×10^4 UFC/g, respectivamente). En cambio, la concentración de aflatoxina en las muestras recogidas tras la apertura de los sacos tendió ($P = 0.09$) a ser inferior en los ensilados tratados que en los control (0.28 vs 1.09 ppm, respectivamente), pero las concentraciones de deoxinivalenol y zearalenona no difirieron entre ambos tratamientos. La presencia de micotoxinas en los forrajes representan un detrimento importante de la calidad. Incluso pequeñas concentraciones de micotoxinas pueden

tener repercusiones negativas sobre la producción y la salud de los animales cuando las cantidades totales diarias de ensilado consumido son elevadas. Por lo tanto, es importante conseguir que el contenido de micotoxinas en los forrajes sea lo más bajo posible. A pesar de la ausencia de diferencias significativas en el recuento de hongos mesófilos, la temperatura promedio obtenida durante la monitorización diaria de los ensilados tras su apertura fue superior ($P < 0.001$) en los ensilados control (17.42 °C) que en los tratados (17.25 °C) consecuencia, probablemente, de un mayor crecimiento de microorganismos en los ensilados control que en los inoculados con *L. buchneri*. El crecimiento de microorganismos tras la apertura del ensilado puede disminuir el valor nutricional del forraje. Además, la diferencia de temperatura entre los dos tratamientos fue máxima en el momento de la extracción de los sacos del ensilado (18.82 vs 18.33 °C en los ensilados control y tratado, respectivamente) lo que sugiere que antes de retirar los sacos del silo, ya existía una actividad exotérmica mayor en los ensilados control que en los tratados.

CONCLUSIONES

La inoculación de *Lactobacillus buchneri* en los ensilados de maíz aumenta la concentración de ácido acético, mejorando su estabilidad aeróbica, disminuyendo los incrementos de temperatura tras la apertura del silo, y puede resultar en una disminución de la concentración de aflatoxinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Driehuis et al. (1999) J. Appl. Microbiol. 87:583-594
Filya, I. 2003. J. Dairy Sci. 86:3575–3581.
Kang H. C, Y. H. Park, y S. J. Go. 2003. Microbiol Res. 158:321-326.
Narendranath, N. V., K. C. Thomas, y W. M. Ingledew. 2001. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 26:171-7.
Elferink et al. 1999. Proc. XII Int. Silage Conf. Swedish Univ. of Agric. Sci., Upsala, Sweden.
Ranjit, N.K. and Kung, L., Jr. 2000. J. Dairy Sci. 83:526-535.

RECUENTOS DE BACTERIAS RUMINALES EN CULTIVOS *IN VITRO* A LOS QUE SE AÑADEN PLANTAS MEDICINALES QUE MODIFICAN LA FERMENTACIÓN¹

R. García – González*, B. A. Dehority[#] y S. López*

* Dpto. Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

[#] Ohio Agricultural Research & Development Center, Wooster, OH, 43219 USA

INTRODUCCIÓN

En trabajos previos realizados en nuestro laboratorio (García – González y col., 2004; Fernández y col., 2003), se ha observado que la adición de algunas plantas medicinales o aceites esenciales puede provocar cambios importantes en la fermentación ruminal *in vitro*.

En este trabajo se estudian los efectos de la adición de ajo (*Allium sativum*), frángula (*Rhamnus frangula*), ruibarbo (*Rheum officinale*) o aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la viabilidad de la población microbiana y los recuentos de bacterias en cultivos *in vitro* inoculados con líquido de rumen de ovejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivos *in vitro*: El líquido ruminal empleado como inóculo de los cultivos se obtuvo mezclando muestras de contenido ruminal recogidas de dos ovejas fistuladas en el rumen. Estos contenidos se diluyeron 1:10 y se homogeneizaron durante tres minutos en una batidora. De este homogenizado se tomaron 2 ml para inocular los tubos de cultivo. Los cultivos se llevaron a cabo en tubos de 18 x 150 mm. Estos tubos fueron previamente dosificados con 8 ml del medio de cultivo descrito por Grubb y Dehority (1976) (40% de líquido ruminal centrifugado (1000xg, 10 minutos), 25% H₂O, 15% Solución Mineral I, 15% Solución Mineral II, 0,3% Na₂CO₃ y 0,05% Cys – HCl) y esterilizados. En el momento de la inoculación se añadieron los 2 ml de inóculo, y la mezcla de sustrato y planta medicinal correspondiente. Todas las manipulaciones se realizaron en condiciones de estricta anaerobiosis.

El sustrato utilizado fue una mezcla de dactilo (60%) y maíz (40%); molido por malla de 1 mm. Se prepararon mezclas del sustrato con las diferentes plantas medicinales, de manera que la concentración final de la planta medicinal en el medio de cultivo fuese de 1 mg/ml. El aceite esencial se dosificó a razón de 500 ppm. Para cada planta medicinal se ensayaron dos niveles de sustrato en el medio (1 y 2%), y los cultivos fueron prolongados durante 24 o 48 h. Todos los cultivos se realizaron por duplicado. Las plantas se ensayaron en días diferentes, incubando cada día, un total de 8 cultivos control y 8 cultivos con la planta correspondiente.

Recuentos: Una vez finalizada la incubación (tras 24 o 48 h), se eligió al azar una de las repeticiones de cada tratamiento para realizar diluciones seriadas de su contenido, en tubos estériles con solución anaeróbica (65% H₂O, 15% Solución Mineral I, 15% Solución Mineral II, 0,3% Na₂CO₃ y 0,05% Cys – HCl). Finalmente, de las diluciones 10⁻⁶ a 10⁻¹¹ se inocularon los tubos de recuento (3 tubos por dilución). Estos tubos habían sido preparados previamente con el medio de cultivo descrito para el recuento conjunto de bacterias totales y celulolíticas (Dehority y col. 1989). Tras 14 días de incubación, en cada uno de estos tubos se registró el pH y la desaparición de celulosa en el medio. A partir del número de tubos de cada dilución en los que se detectó un descenso del pH (de al menos 0,2 puntos respecto al valor

¹ **AGRADECIMIENTOS**: R. García – González contó con una ayuda complementaria del Programa de Becas Predoctorales del M.E.C., durante su estancia en Ohio Agric. Res. & Dev. Center. Asimismo se dispuso de una ayuda del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación de la Junta de Castilla y León (Proyecto 29/03).

de tubos control sin inocular) o se apreció visualmente la desaparición de celulosa, se estimó el número de bacterias viables totales y celulolíticas en el cultivo, respectivamente, empleando las tablas estadísticas del método del “Número Más Probable” (NMP).

Además, se determinó la degradación de la materia seca (MS) y fibra neutro detergente (FND) en los cultivos. Para ello, una vez tomada la muestra para los recuentos, se centrifugaron los tubos que contenían los cultivos para separar el residuo de incubación. Sobre este residuo se añadieron 5 ml de detergente neutro y los tubos se introdujeron en autoclave a 100° C durante 60 minutos. El residuo remanente fue lavado 3 veces con 10 ml de agua caliente, previa centrifugación y eliminación del sobrenadante. Finalmente, el residuo de FND fue secado en estufa a 100° durante 24 horas.

Las comparaciones de los datos obtenidos de los cultivos que contenían cada planta y sus respectivos cultivos control se han realizado aplicando una *t* de Student pareada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla I. Valores medios del número estimado de bacterias totales y celulolíticas en los cultivos [\log (N° de bacterias viables/ml)]

		Control	Planta	EED	P
A. sativum	Totales	9,06	9,38	0,381	0,46
	Celulolíticas	7,68	7,85	0,255	0,54
R. frangula	Totales	9,14	9,33	0,201	0,41
	Celulolíticas	7,69	8,02	0,471	0,54
R. officinale	Totales	9,24	9,09	0,293	0,65
	Celulolíticas	7,98	7,54	0,343	0,29
T. vulgaris	Totales	9,33	9,51	0,425	0,70
	Celulolíticas	7,77	< 6	-	-

Tabla II. Degradación de la Materia Seca (MS) y Fibra Neutro Detergente (FND) de los cultivos (%)

		Control	Planta	EED	P
A. sativum	MS	79,4	81,3	0,10	0,07
	FND	50,9	52,0	2,45	0,67
R. frangula	MS	77,7	75,1	1,42	0,06
	FND	47,0	39,2	3,42	0,03
R. officinale	MS	81,1	78,9	0,54	< 0,01
	FND	55,0	47,2	1,32	< 0,01
T. vulgaris	MS	82,1	62,8	1,23	< 0,01
	FND	57,5	12,3	2,63	< 0,01

EED: Error Estándar de la Diferencia

Los recuentos estimados de bacterias viables totales y celulolíticas no resultaron afectados por la presencia de las plantas medicinales. En cambio, en el caso del aceite esencial de *T. vulgaris*, no se constató crecimiento de bacterias celulolíticas en ninguno de los tubos inoculados (a partir de la dilución 10^{-6}). Ello hace pensar que este aceite esencial sí que afectó significativamente a esta población. Este dato se corrobora al considerar que la degradación de la FND disminuyó un 78% respecto al control.

Así mismo, si bien el número total de bacterias estimado en presencia de este aceite no disminuyó, el crecimiento en los tubos de recuento resultó en cierta

manera errático, con disminuciones del pH poco significativas, aunque suficientes para considerarlos positivos al crecimiento, según el criterio empleado.

La degradación de la MS y FND fue menor cuando se añadió *R. frangula* o *R. officinale* al sustrato de incubación. En cambio, en el caso de *A. sativum* se apreció una tendencia a estimular la degradación de la MS. Los datos de menor degradación de la FND con *R. frangula* y *R. officinale* no se correspondieron con menores recuentos de la población celulolítica. Cabe considerar que los errores propios del método de recuento empleado resultan algo mayores que los de los métodos de recuento directo de colonias en medios solidificados (Dehority y col., 1989) Por otra parte, el crecimiento neto de la población microbiana es consecuencia del diferencial entre la multiplicación y la autólisis de la población. Los recuentos de celulolíticos a las 0 h resultaron de 7,68, 7,68, 7,48 y 8,18 para *A. sativum*, *R. frangula*, *R. officinale* y *T. vulgaris*, respectivamente, indicando que, prácticamente, no se produjo crecimiento neto de la población en ningún cultivo, ni los controles ni los tratados con plantas.

Wells y Russell (1994) constataron que tras 30 h de inanición, la población de *F. succinogenes* S85 se mantenía en 10^6 bacterias viables/ml (de 10^8 iniciales) Así mismo, la viabilidad de este genotipo no se vio afectada hasta que su tasa metabólica disminuyó por debajo de $0,01 \text{ mg polisacárido} \times \text{proteína}^{-1} \times \text{hora}^{-1}$ (partiendo de valores iniciales de 0,08).

La metanogénesis disminuye significativamente en presencia de estas plantas medicinales (García – González y col., 2004). Si la metanogénesis resultase directamente impedida, la acumulación de H_2 en el medio dificultaría la ruta acetogénica, la principal llevada a cabo por las bacterias celulolíticas. La actividad metabólica de este grupo se vería dificultada mientras que su viabilidad se mantendría, en las condiciones ensayadas, quizás debido a una menor autólisis. *F. succinogenes* cuenta con un mecanismo para inhibir sus autolisinas cuando la población entra en fase estacionaria, mientras que la autólisis es una característica propia de poblaciones de esta especie en crecimiento (Wells y Russell, 1996)

Si bien no se recogen los resultados en este trabajo, también se realizaron recuentos de la población de hongos y las poblaciones bacterianas amilolítica y proteolítica. En ninguno de los casos se observaron diferencias manifiestas en la viabilidad de estos grupos microbianos cuando se incluía la planta medicinal en el medio de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dehority BA, Tirabasso PA y Grifo AP, 1989. Most-Probable-Number procedures for enumerating ruminal bacteria, including the simultaneous estimation of total and cellulolytic numbers in one medium. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55: 2789–2792.
- Fernández M, García – González R, Serrano E, Bodas R, González JS y López S, 2003. Efecto de los aceites esenciales de diferentes plantas medicinales sobre la fermentación ruminal *in vitro*. *ITEA Vol. Extra 24*: 738–740.
- García – González R, López S, Fernández M, Rodríguez AB y González JS, 2004. Screening the activity of medicinal plants and spices for decreasing ruminal methane production *in vitro*. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, suppl. 1: 42–43.
- Grubb JA y Dehority BA, 1976. Variation in colony counts of total viable anaerobic rumen bacteria as influenced by media and cultural methods. *Appl. Environ. Microbiol.* 31: 262–267.
- Wells JE y Russell JB, 1994. The endogenous metabolism of *Fibrobacter succinogenes* and its relationship to cellobiose transport, viability and cellulose digestion. *App. Microbiol. Biotechnol.* 41: 471–476.
- Wells JE y Russell JB, 1996. Why do many ruminal bacteria die and lyse so quickly? *J Dairy Sci.* 79: 1487–1495.

SCREENING IN VITRO DE LOS EFECTOS DE EXTRACTOS DE PLANTAS SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL A DOS NIVELES DE PH Y ALIMENTADOS CON DIETA ALTA EN CONCENTRADO¹

P. W. Cardozo², S. Calsamiglia², A. Ferret², and C. Kamel³

² Dept. Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, España

³ Pancosma SA, 01200-Bellegarde-sur-Valserine Cedex, France.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de engorde intensivo de terneros utilizan cantidades elevadas de cereales. Sin embargo, dietas rápidamente fermentables incrementan la producción de ácido láctico y reducen el pH ruminal provocando desordenes en la fermentación microbiana (acidosis, meteorismo) y pérdidas económicas (Nocek, 1997). Durante muchos años se han utilizado antibióticos ionóforos para mejorar la producción de carne y prevenir o reducir la incidencia de desordenes digestivos, así como para incrementar la producción de propionato (más eficiente en términos de energía) y reducir la producción del metano (Bergen y Bates, 1984). Sin embargo, el uso de ionóforos en dietas para animales se prohibirá a partir del 2006 en la Unión Europea (Unión Europea, 2003). Por consiguiente, es necesario identificar aditivos que permitan mantener el nivel actual de producción sin aumentar los costes de producción.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de seis extractos de plantas y tres metabolitos secundarios purificados sobre el perfil de fermentación microbiano ruminal con dietas altas en concentrado y a dos niveles de pH (7.0 y 5.5) en un sistema in vitro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron para cada aditivo 30 tubos de polipropileno de 100 mL con tapones de goma y una válvula plástica para la fuga de gases (Tilley y Terry, 1963). El inóculo fue obtenido de dos terneros fistulados en el rumen y alimentados con una dieta rica en concentrado que cumplía las recomendaciones del NRC (1996). La mezcla del líquido ruminal y solución tampón (50 mL; relación 1:1) fue ajustada a pH 7.0 y a 5.5 con 3 N HCl. Cada tubo contenía 0.5 g de la dieta (15.4% proteína bruta, 16.0% FND, y 8.2% FAD en base a MS), y contenía: paja (10%), maíz (30%), cebada (25%), soja (19%), tapioca (14%), bicarbonato sódico (0.5%), sal común (0.4%), carbonato cálcico (0.4%), fosfato dicálcico (0.4%), y una mezcla de vitaminas y minerales, formulada para cumplir las necesidades de terneros de 180 kg de peso vivo y una velocidad de crecimiento de 1.2 kg/d. Los tratamientos fueron: control negativo (**CTR**), y extractos de ajo (*Allium sativa*; **GAR**; 0.7% de allicina), canela (*Cinnamomum cassia*; **CIN**; 59% de cinnamaldehído), yuca (*Yucca schidigera*; **YUC**; 8% de sarsaponina), anís (*Pimpinella anisum*; **ANI**; 86% de anetol), orégano (*Origanum vulgare*; **ORE**; 64% de carvacrol y 16% de timol),

¹ Trabajo financiado por Pancosma SA.

capsicum (*Capsicum annuum*; **CAP**; 12% de capsaicina), cinnamaldehído (**CDH**; > 99% de cinnamaldehído), anetol (**ATL**; > 99% de anetol), y eugenol (**EUG**; > 99% de eugenol). Los tratamientos fueron suministrados por Pancosma SA (Pancosma SA, 01200-Bellegarde-sur-Valserine Cedex, France). Cada tratamiento fue probado a 0.3, 3, 30, y 300 mg/L por triplicado y en dos periodos replicados. Todos los tratamientos fueron incubados en un baño maría durante 24 horas y a 39°C.

Se midió el pH final a las 24 horas y se tomaron 2 muestras. La primera muestra se conservó en un frasco que contenía 1 mL de solución desproteinizante (0.2% de cloruro de mercurio, 2% de ácido ortofosfórico y 0.2% de 4-metil valérico como marcador interno) y se analizó para determinar ácidos grasos volátiles (**AGV**) por cromatografía de gases (Jouany, 1982). La segunda muestra de 4 mL se conservó en otro frasco que contenía 4 mL de solución conservadora (HCl concentración 0.2 N), y se analizó para determinar N amoniacal mediante espectrofometría (Chaney y Marbarch, 1962). Con el fin de ayudar la interpretación de los resultados los valores del CTR a pH 7.0 fueron estandarizados a 100%, y todos los resultados fueron comparados como variación respecto al CTR. Los datos fueron analizados utilizando el PROC MIXED del SAS (versión 8.2, SAS Institute, Inc., Cary, NC) en un diseño de bloques completamente al azar, cuyo modelo contenía los efectos de las dosis, los dos niveles de pH, y las interacciones entre dosis y pH. El efecto día fue considerado bloque. Las diferencias significativas fueron declaradas a $P < 0.05$ utilizando el test de comparaciones múltiples de Tukey (1953).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran únicamente los datos de los extractos y dosis que resultaron en efectos significativos. La concentración media (mM) de ácidos graso volátiles (**AGV**) totales y ramificados en el CTR a pH 7.0 fue 189.2 ± 3.38 y 7.3 ± 0.59 , respectivamente. La proporción molar de los AGV individuales (mol/100 mol) fueron de 53.4 ± 0.52 para acetato y 31.2 ± 0.87 para propionato. La relación media acetato:propionato (**C₂:C₃**) fue 1.8 ± 0.08 , y la concentración media de N amoniacal fue 26.6 ± 0.35 mg/100 mL.

La reducción del pH de 7.0 a 5.5 resultó en una disminución ($P < 0.05$) de las concentraciones de N amoniacal y AGV totales, de la relación **C₂:C₃**, y en un incremento ($P < 0.05$) de la proporción molar de propionato (Tabla 1). El pH final del líquido ruminal no fue afectado por el incremento de las dosis de los tratamientos (media 6.89 ± 0.27 para pH 7.0, y 5.48 ± 0.34 para pH 5.5). La interacción entre el pH y las dosis de los extractos fue significativa en todos los tratamientos excepto para ATL y CDH en la proporción molar de butirato, ATL y EUG en la relación **C₂:C₃**, y ORE en la concentración de N amoniacal (datos no mostrados). Las dosis altas de todos los extractos de plantas en ambos pH redujeron negativamente la concentración de AGV totales.

Cuando el pH fue 7.0, ATL, GAR, CAP, CDH y YUC redujeron la concentración de AGV totales, y ANI, ORE, CAP y CDH incrementaron la relación **C₂:C₃**. El GAR, CAP, CDH, ORE, y YUC redujeron, y EUG, ANI y ATL incrementaron la concentración de N amoniacal. Los efectos de los extractos de plantas sobre el perfil de fermentación no fueron favorables para mejorar la eficiencia de la fermentación microbiana ruminal del ternero de engorde a pH alto. Por el contrario, cuando el pH fue 5.5, la concentración de AGV totales no

se vio afectada por ATL, ANI, y ORE, o se incrementó por efecto de EUG, GAR, CAP, CDH y YUC comparado con el CTR a pH 5.5. El ORE, GAR, CAP, CDH, y YUC redujeron la relación C₂:C₃, lo que podría ser favorable para los sistemas de cebo intensivo en términos de energía. La concentración de N amoniacal se redujo por ATL, ANI, GAR, CAP, CDH y YUC, sugiriendo que inhibieron la desaminación de AA comparados con el CTR a pH 5.5.

En conclusión, los resultados indican que los efectos de los extractos de plantas sobre la fermentación ruminal de dietas para cebo intensivo pueden ser diferentes dependiendo del pH ruminal. Cuando el pH fue 5.5, GAR, CAP, YUC y CDH pueden alterar la fermentación microbiana ruminal a favor a la producción de propionato que es la ruta metabólica más eficiente en términos de energía.

Tabla 1. Efectos de los extractos de plantas a dosis 0.3, 3, y 30 mg/L y a pH 7.0 vs 5.5 sobre los cambios en porcentaje en los perfiles de fermentación ruminal comparados con el control (0 mg/L)¹.

Ítem	pH 7.0			pH 5.5		
	NH ₃	AGVtot.	C ₂ :C ₃	NH ₃	AGVtot.	C ₂ :C ₃
CTR	100	100	100	70	73	85
ATL*0.3	110	-	-	-	-	-
ATL*3	117	-	-	54	-	-
ATL*30	113	84	-	53	-	-
EUG*0.3	111	-	-	92	90	-
EUG*3	112	-	-	94	89	-
EUG*30	-	-	-	88	88	-
ANI*0.3	122	-	134	55	-	-
ANI*3	144	-	138	50	-	-
ANI*30	144	-	136	60	-	-
ORE*0.3	-	-	167	-	-	-
ORE*3	-	-	171	-	-	-
ORE*30	73	-	-	-	-	54
GAR*0.3	85	-	-	53	-	-
GAR*3	80	85	-	49	87	-
GAR*30	67	81	-	56	93	79
CAP*0.3	89	91	123	52	86	-
CAP*3	82	90	123	43	87	57
CAP*30	76	89	148	44	87	51
CDH*3	78	93	128	53	99	66
CDH*30	40	92	120	48	101	58
YUC*0.3	-	-	-	-	99	-
YUC*3	74	95	-	73	95	45
YUC*30	60	91	-	-	-	45

¹ Sólo se indica el valor medio cuando las diferencias fueron significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergen, W. G., y D. B. Bates. 1984. *J. Anim. Sci.* 58:1465-1483.
 Chaney, A. L., and E. P. Marbach. 1962. *Clin. Chem.* 8:130-132.
 Jouany, J. P. 1982. *Sci. Aliment.* 2:131-144.
 Nocek, J. E. 1997. *J. Dairy Sci.* 80:1005-1028.
 NRC, 1996. *Nat. Acad. Press.* Washington, DC.
 Tilley, J. M. A., y R. A. Terry. 1963. *J. Br. Grassl. Soc.* 18:104-111.
 Tukey, J. W. 1953. Princeton University, Princeton, NJ.
 Unión Europea. 2003. *Regulación (EC) No 1831/2003*, 22 Septiembre.

EFFECTO DE LA DIETA SOBRE LA ACTIVIDAD FERMENTATIVA DEL FLUIDO RUMINAL EN FERMENTADORES DE FLUJO SEMICONTINUO¹

M.L. Tejido, J.A. Gómez y M.D. Carro

¹ Dpto. de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

Debido a los inconvenientes que plantea la utilización de animales fistulados en el tracto digestivo para la realización de estudios relacionados con la nutrición animal, en las últimas décadas se han desarrollado numerosos sistemas *in vitro* que permiten simular la fermentación ruminal. Uno de los sistemas más utilizado es el denominado Rusitec (Czerkawski and Breckenridge, 1977), el cual está formado por fermentadores de flujo semicontinuo. En un estudio previo (Tejido *et al.*, 2002) se observó que la fermentación ruminal producida en este sistema se vio afectada por la proporción de concentrado en la dieta (20 vs. 80%) administrada a los fermentadores; sin embargo, cuando se utilizó el fluido de los fermentadores como inóculo para determinar la digestibilidad *in vitro* de diferentes forrajes, no se observaron diferencias entre las dos dietas incubadas. En este trabajo nos planteamos analizar el efecto de dos dietas diferentes sobre la actividad fermentativa del fluido ruminal de los fermentadores.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo con cuatro fermentadores de flujo semicontinuo (Rusitec) y consistió en dos pruebas experimentales idénticas. En cada una de las pruebas, dos fermentadores recibieron la dieta F y otros dos la dieta C. La dieta F estaba compuesta por un heno de gramíneas y concentrado en proporción 60:40 y la dieta C por paja de cebada y concentrado en proporción 10:90. En ambos casos, el concentrado estaba formado por torta de soja, maíz, cebada y corrector vitamínico-mineral (25, 40, 33 y 2 %, respectivamente). La dieta F contenía 25,5 y 348 g de N y de fibra neutro detergente (FND) por kg de materia seca (MS) y la dieta C contenía 24,7 g de N y 220 g de FND /kg MS.

El día uno de cada prueba se inocularon todos los fermentadores con contenido ruminal (líquido y sólido) procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen y alimentadas con heno de buena calidad y concentrado (50:50). Tras un período de adaptación de ocho días se determinaron los principales parámetros que definen la fermentación ruminal durante cinco días y los resultados obtenidos han sido descritos por Gómez *et al.* (2005). El día 14 se recogió el contenido líquido de cada fermentador y 440 ml del mismo se mezclaron con 110 ml de saliva artificial, a la que se le había añadido 1 g de NH₄Cl por litro. Esta mezcla se utilizó para llenar botellas que contenían 500 mg de diferentes substratos puros: una mezcla de almidones (trigo:cebada:patata, en proporción 40:40:20), xilano de avena, celulosa y pectina de corteza de cítricos. El fluido de cada fermentador se utilizó para llenar 10 botellas (50 ml por botella), dos con cada uno de los substratos citados anteriormente y dos que no contenían sustrato (blancos). Una vez llenas, las botellas se introdujeron en un incubador a 39°C y se midió la producción de gas en las mismas a las 2, 4 y 6 horas de incubación. Tras 6 horas de incubación se abrieron las botellas, se midió el pH y se tomaron muestras para analizar la

¹ Este trabajo forma parte del proyecto AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiado por el M.E.C.

concentración en ácidos grasos volátiles (AGV) y NH₃. Los resultados obtenidos para cada sustrato se sometieron a un análisis de varianza que incluyó como efectos el tipo de dieta, el período de incubación y la unidad experimental (fermentador).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos del tipo de dieta sobre los diferentes parámetros fermentativos se muestran en la Tabla 1. Para todos los sustratos incubados, el pH del contenido de las botellas inoculadas con fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F fue menor ($P < 0,001$) que el registrado en las botellas correspondientes a la dieta C. Este menor pH podría indicar una mayor actividad fermentativa del fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F, ya que este hecho se observó incluso en los blancos, cuyo pH final fue de 6,41 y 6,60 para las dietas F y C, respectivamente (e.e.d. = 0,028; $P < 0,001$).

Tabla 1. Efecto del tipo de dieta administrada a fermentadores de flujo semicontinuo sobre la actividad fermentativa del fluido de los mismos¹

Item y dieta	Sustrato			
	Almidón	Celulosa	Pectina	Xilano
pH				
Dieta F	5,51 ^a	6,39 ^a	5,84 ^a	6,19 ^a
Dieta C	5,63 ^b	6,59 ^b	6,00 ^b	6,37 ^b
e.e.d. ²	0,029	0,023	0,013	0,031
AGV (μmol)				
Dieta F	3624	686 ^b	3139 ^b	1525
Dieta C	3682	499 ^a	2191 ^a	1388
e.e.d. ²	125,9	69,7	151,3	118,9
NH₃-N (mg N/l)				
Dieta F	68,1 ^b	281 ^b	67,8	166 ^b
Dieta C	53,3 ^a	194 ^a	76,4	117 ^a
e.e.d. ²	3,72	6,19	4,43	3,65
Gas (ml)				
Dieta F	110 ^b	8,06 ^b	107 ^b	49,6 ^b
Dieta C	79,7 ^a	5,72 ^a	73,8 ^a	38,6 ^a
e.e.d. ²	1,82	0,98	0,99	1,16

¹ incubaciones de 500 mg de sustrato con 50 ml de fluido de los fermentadores durante 6 h a 39°C

² e.e.d.: error estándar de la diferencia

^{a, b}: para cada parámetro y sustrato, los valores medios con distinto superíndice son diferentes ($P < 0,05$)

De acuerdo con los efectos observados en el pH, la producción de gas fue mayor ($P < 0,001$) en las botellas inoculadas con fluido de los fermentadores que recibían la dieta F que en aquellas que se inocularon con fluido de fermentadores a los que se les administró la dieta C y este efecto se observó para todos los sustratos. Debido a que el volumen de gas fue corregido para la cantidad producida en los blancos correspondientes a cada fermentador, se puede asumir que dicha producción se debe a la fermentación del sustrato incubado. La concentración de amoníaco en el interior de las botellas fue menor ($P < 0,01$) en aquellas inoculadas

con fluido de los fermentadores que recibían la dieta C, con la excepción de la pectina, para la que no se observaron diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos. Las diferencias observadas pueden deberse, al menos parcialmente, a que el fluido de los fermentadores que recibían la dieta C presentó una menor ($P=0,013$) concentración de amoníaco que el procedente de los fermentadores que recibían la dieta F (203 y 249 mg N amoniacal/l, respectivamente).

Los resultados indican que el tipo de dieta administrada a los fermentadores provocó modificaciones en la actividad fermentativa del contenido de los mismos, posiblemente debidas a cambios en la población microbiana establecida. Así, el fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F produjo una mayor degradación de la celulosa y la pectina, tal y como indica la mayor ($P<0,05$) cantidad de AGV producida en las botellas inoculadas con este fluido. Sin embargo, no se observaron diferencias ($P>0,05$) entre dietas en la cantidad de AGV producida cuando se incubaron almidón y xilano como sustratos. Las diferencias entre dietas pueden deberse, al menos parcialmente, al pH en el interior de los fermentadores. Como se puede observar en la Figura 1, en los fermentadores que recibieron la dieta F el pH se mantuvo en valores adecuados para el mantenimiento de la flora celulolítica ($\text{pH}>6,3$), mientras que en los que recibían la dieta C el pH fue en todo momento inferior a 6,0, lo que pudo perjudicar el desarrollo de la flora celulolítica pero no afectó a la flora amilolítica (Van Soest, 1994). Los resultados de este estudio indican que la dieta administrada a fermentadores de flujo semicontinuo afecta a la actividad fermentativa de la población microbiana que se establece en los mismos.

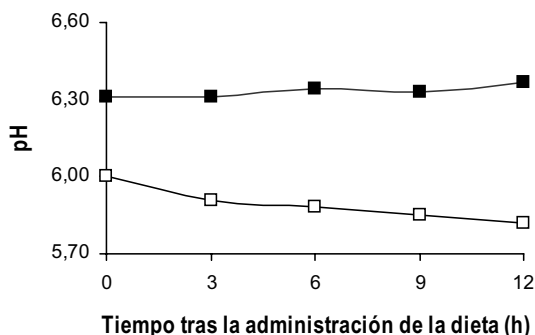


Figura 1. Evolución del pH en el interior de los fermentadores que recibían la dieta F (■) y la dieta C (□). Las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P<0,001$) en todos los tiempos de muestreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Czerkawski JW and Breckenridge G. 1977. Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 38: 371-384.
- Gómez JA, Tejido ML and Carro MD. 2005. Influence of disodium malate on microbial growth and fermentation in Rusitec fermenters receiving medium- and high-concentrate diets. *Br. J. Nutr.* (En prensa).
- Tejido ML, Ranilla MJ and Carro MD. 2002. *In vitro* dry matter digestibility of forages as influenced by the source of inoculum (sheep rumen liquor vs. fermenters fluid) and the forage to concentrate ratio in the diet of donors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 97: 41-51.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second edition. Cornell University Press, Ithaca.

EFFECTOS DEL TIEMPO A pH SUBÓPTIMO SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL EN CULTIVO CONTINUO¹

M. Cerrato, S. Calsamiglia y A. Ferret

Dept. de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona,
08193 - Bellaterra, España

INTRODUCCIÓN

Para satisfacer las necesidades energéticas de los animales de alta producción se utilizan dietas ricas en concentrado, lo que conduce a la reducción del pH ruminal. La reducción del pH por debajo de 6.0 tiene efectos negativos sobre la fermentación microbiana como la disminución de la digestibilidad de la fibra y de la materia orgánica (Mould y Ørskov, 1983), la disminución del crecimiento bacteriano (Russell y Dombrowski, 1980) y una modificación de la producción y proporción de ácidos grasos volátiles (AGV; Russell, 1998). Sin embargo, los sistemas de alimentación (INRA, 1989; AFRC, 1993; NRC, 2001) no consideran los efectos negativos del pH sobre la digestión y utilización de nutrientes, y pocos estudios han examinado directamente la relación entre las fluctuaciones del pH durante el día y la digestión. Aunque existe un rango de pH en el que la fermentación ruminal se optimiza (entre 6.2 y 6.7), las bacterias pueden resistir periodos cortos de pH bajo (Sauvant et al., 1999), y el tiempo en el que el pH se encuentra por debajo del óptimo tiene, posiblemente, mayor influencia sobre la digestibilidad de la ración que el pH medio (Hoover *et al.*, 1986). Sin embargo, no se sabe con exactitud cuanto tiempo el pH ruminal puede estar por debajo del óptimo sin afectar la fermentación. El objetivo de este proyecto fue determinar el tiempo (h) a pH por debajo del óptimo a partir del cual la fermentación ruminal se ve alterada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 7 fermentadores (1,320 ml) de doble flujo continuo en 3 periodos (5 d de adaptación, 3 d de muestreo) para estudiar los efectos del tiempo a pH subóptimo sobre la fermentación ruminal y el flujo de nutrientes. La temperatura (39°C) y la tasa de dilución sólida (5%/h) y líquida (10%/h) se mantuvieron constantes. Se suministraron 95 g MS/d de una dieta 60:40 forraje:concentrado que cumplía las recomendaciones del NRC (2001) para alimentar vacas Holstein con una producción de 30 kg de leche. La dieta contenía 38.0% de alfalfa deshidratada, 20.4 % de maíz, 17.5% de ensilado de maíz, 14.6% de harina de soja, 8.8% de cebada, y 0.7% de una mezcla de minerales y vitaminas. Los tratamientos fueron un pH óptimo (6.4) constante y seis intervalos de tiempo (4, 8, 12, 16, 20, 24 h) durante el día a pH subóptimo (5.5). Durante los 3 días de muestreo se recolectaron 500 ml de efluente/d, se homogenizaron y se extrajeron muestras para la determinación de N amoniacal y AGV. Se liofilizaron 600 ml de efluente y se analizó la MS, MO, FND, FAD, y bases púricas. Toda la analítica de las muestras se realizó según Calsamiglia, et al. (2002). Las bacterias de la fase sólida y líquida fueron aisladas de cada fermentador según Whitehouse et al. (1994) y Olubobokun y Craig (1990). Posteriormente fueron liofilizadas y analizadas para MS, MO, N y bases púricas. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con 7 tratamientos y 3 periodos, considerando el periodo como bloque. Para

¹ Trabajo financiado por CICYT (proyecto AGL 2002 - 01642)

determinar el efecto del tiempo a pH ruminal subóptimo sobre la fermentación microbiana se realizó un análisis de contrastes ortogonales lineales (L), cuadráticos (Q) y cúbicos (C) utilizando el programa GLM del SAS (2000).

RESULTADOS

La dieta contenía 90.2% de MS, 18.4% de PB, 35.9% de FND y 21.6% de FAD. El tiempo a pH subóptimo no tuvo efectos sobre la degradabilidad verdadera de la MS y la MO, pero sí tuvo efectos en la digestibilidad de la FND y la FAD, que disminuyó de forma lineal. Después de 12 h a pH subóptimo aún se observaron niveles razonables de digestibilidad (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos del pH óptimo (6.4) y el tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) sobre la degradabilidad ruminal de la MS, MO, la FND y la FAD.

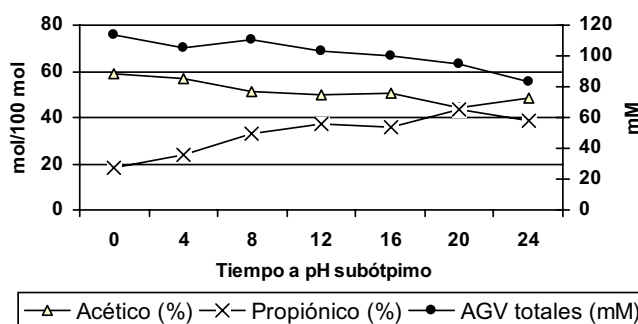
Tratamientos	0	4	8	12	16	20	24	ESM ¹
Digestibilidad (%)								
MS verdadera	59.1	60.7	53.0	52.7	63.3	56.7	55.2	3.20
MO verdadera	57.0	58.4	52.0	52.2	59.6	54.5	53.3	1.91
FND ^a	45.3	51.4	38.4	41.9	44.6	34.6	31.7	4.81
FAD ^a	45.4	53.2	35.3	37.9	41.7	29.2	24.8	5.76

¹ ESM = error estándar.

^a Efecto lineal del pH (P < 0.05).

El tiempo a pH subóptimo provocó una disminución lineal en la concentración de AGV totales (máximo a pH 6.4 constante, 113.2 mM; mínimo después de 24 h a pH 5.5, 83.5 mM) y la proporción de acetato (máximo a pH 6.4 constante, 59.2%; mínimo después de 20 h a pH 5.5, 48.8%). La proporción de propionato (máximo después de 20 h a pH 5.5, 43.4%; mínimo a pH 6.4 constante, 18.5%) y AGV ramificados (máximo a pH 6.4 constante, 4.4%; mínimo después de 20 y 24 h a pH 5.5, 0.15 y 0.16%, respectivamente), y la relación acetato:propionato (máxima a pH 6.4 constante, 3.3; mínima después de 20 y 24 h a pH 5.5, 1.0 y 1.2, respectivamente) disminuyeron de forma cuadrática al aumentar el tiempo a pH subóptimo, produciéndose los mayores cambios en los tratamientos de 0 a 12 h a pH subóptimo (Figura 1).

Figura 1. Efectos del pH óptimo (6.4) y el tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) sobre AGV totales (mM) y la proporción de acetato y propionato (mol/100 mol).



El tiempo a pH subóptimo tuvo efectos lineales en la concentración de nitrógeno amoniacal (máxima a 4 h a pH 6.4, 4.95 mg/dL; mínima después de 20 h a pH 5.5, 2.9 mg/dL) y cuadráticos en la degradación de la PB (máxima a pH constante 6.4, 51.4%; mínima en el tratamiento 12 h a pH 5.5, 40.7%), el flujo de N dietario (máximo después de 12 h a pH 5.5, 1.84 g/d; mínimo a pH 6.4 constante, 1.51 g/d) y el flujo de N bacteriano (máximo a pH 6.4 constante, 1.42 g/d; mínimo después de 16 h a pH 5.5, 1.07 g/d), pero no afectó a la eficiencia de síntesis de proteína microbiana (Tabla 2).

Tabla 2. . Efectos del pH óptimo (6.4) y el tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) sobre el metabolismo del Nitrógeno.

Tratamientos	0	4	8	12	16	20	24	ESM¹
N amoniacal, mg/100 ml ^a	4.75	4.95	4.07	3.98	3.19	2.94	3.10	0.66
Flujo de N, g/d								
Total	3.07	2.99	3.06	3.07	2.99	3.16	3.00	0.06
Amoniacal ^a	0.15	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.10	0.02
No amoniacal	2.93	2.84	2.94	2.94	2.90	3.07	2.90	0.05
Microbiano ^b	1.42	1.22	1.21	1.10	1.08	1.28	1.30	0.10
Dietario ^b	1.51	1.61	1.73	1.84	1.82	1.78	1.60	0.10
g N bacteriano/Kg MOVD ²	27.0	22.6	25.3	23.0	21.1	25.6	27.0	2.73
Digestibilidad PB (%) ^b	51.4	47.9	44.3	40.7	41.6	42.8	48.5	5.79

^a Efecto lineal del pH (P < 0.05).

^b Efecto cuadrático del pH (P < 0.05).

¹ ESM = Error estándar de la media

² MOVD = Materia orgánica verdaderamente digerida

CONCLUSIÓN

A medida que aumentó el tiempo a pH subóptimo disminuyó la degradación de la FND y la FAD, aunque se observaron niveles razonables de digestibilidad después de 12 h a pH subóptimo. Esto apoya la idea de que un pH ruminal reducido no causa la muerte de las bacterias y que éstas se mantienen en el rumen si el pH se mantiene suficiente tiempo por encima de 6.0 de manera que la población bacteriana pueda recuperarse. Los mayores cambios observados en los AGV se produjeron hasta las 12 h a pH subóptimo. El flujo de nitrógeno dietario fue máximo y la degradabilidad de la proteína mínima, después de 12 h a pH subóptimo. Los resultados sugieren que la fermentación se vio considerablemente afectada a partir de las 12 h a pH subóptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC, 1993. Agric. Food Res. CAB. International. Wallingford, UK.
 Calsamiglia, S., et al. 2002. J. Dairy Sci. 85:574.
 Hoover, W. H., 1986. Chemical J. Dairy Sci. 69:2755.
 INRA. 1989. R. Jarrige, ed. Libbey Eurotex, Paris.
 Mould, F. L., and R. E. Ørskov. 1983/84. Anim. Feed Sci. Technol. 10:1.
 NRC, 1996. Nutrient requirements of beef Cattle (7th Ed.) Nat. Acad. Press. Washington, DC.
 Olubobokun J. A., y W. M. Craig. 1990. J. Anim. Sci. 68:3360.
 Russell, J. B. 1998. J. Dairy Sci. 81:3222.
 Russell, J. B., Dombrowski, D. B., 1980. Appl. Environ. Microbiol. 39:604
 SAS user's guide. 2000 (version 8.1). SAS inst. Inc. Cary. NC.
 Sauvant, D., Meschy, F., Mertens, D., 1999. INRA Prod. Anim. 12:49.
 Whitehouse, N. L., et al. 1994. J. Anim. Sci. 72:1335.

ESTUDIO *IN SITU* DE LA DISPONIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS DEL GRANO DE CEBADA EN RUMIANTES*

J. González, M. Ouarti, María R. Alvir y C.A. Rodríguez
Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

El método *in situ* propuesto por González *et al.* (2003) para estimar de forma mas simple y rápida la digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de los alimentos permite, así mismo, estimar simultáneamente su degradabilidad efectiva (DE) en el rumen (González *et al.*, 2005). Este método (basado en la generación, a partir de los residuos de incubación ruminal, de una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento) reduce considerablemente los ensayos y análisis químicos necesarios para el estudio de múltiples nutrientes, como es el caso de los aminoácidos, que, además, precisan la corrección de la contaminación microbiana durante la incubación en el rumen. En este trabajo se ha aplicado este método para caracterizar la DE (y, consecuentemente, la fracción by-pass) y la DIE de los aminoácidos del grano de cebada y evidenciar la necesidad de la corrección de esta contaminación microbiana para la obtención de estas estimas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las características de los animales (tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno) y de su dieta (mixta de heno de alfalfa y concentrado en proporciones 45:55), así como la técnica de corrección de la contaminación microbiana mediante marcaje de las bacterias ruminales con ¹⁵N, las metodologías *in situ* empleadas y los cálculos utilizados para generar una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado han sido previamente descritos en detalle en un trabajo adjunto (González *et al.*, 2005). Esta muestra fue analizada para MS, N, ¹⁵N y aminoácidos - lo que permite determinar el valor de DE - e incubada en micro bolsas móviles a través del intestino (8 bolsas conteniendo 200 mg por cordero). Los residuos resultantes de la incubación intestinal se mezclaron en cada cordero previamente a su análisis para los parámetros anteriormente indicados para determinar el valor de DIE. Los aminoácidos se determinaron tras hidrólisis ácida, directa o precedida de oxidación per fórmica, utilizándose el primer valor para tirosina, el segundo para metionina y cistina y el valor medio en los restantes casos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la muestra en estudio (González *et al.*, 2005) proporciona valores normales, salvo por su elevado contenido en PB (157 g/kg MS). El total de aminoácidos analizados (no incluye triptófano) representa el 85,7% de este contenido, considerando para este cálculo el peso de los residuos tras el enlace peptídico. En la muestra de bacterias adherentes aisladas de la fase particulada del rumen para la corrección de la contaminación microbiana estos mismos valores fueron respectivamente 544 g/kg MS y 88,5%. El perfil aminoacídico (tabla 1) de las bacterias fue similar al observado previamente (Martín *et al.*, 1996; Rodríguez *et al.*,

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto n° AGL 2002-3662.

2000). El perfil del grano de cebada se sitúa, así mismo, en el rango habitual, aunque con valores relativamente elevados de leucina y lisina.

La reducción de la fracción by-pass con la corrección de la contaminación microbiana ruminal no fue uniforme entre aminoácidos (tabla 1). Este efecto se observó sistemáticamente ($P < 0,05$), excepto para fenilalanina ($P = 0,06$). La magnitud de este error está condicionada, además de por el nivel de contaminación alcanzado por el alimento (lo que afecta de forma uniforme a todos los aminoácidos), por el signo y la importancia de la diferencia entre las proporciones de cada aminoácido en la muestra de referencia de bacterias adherentes y el alimento. Así, los errores máximos se aprecian para los aminoácidos con relación BAS/alimento más elevada como lisina, ácido aspártico y metionina, mientras los mínimos corresponden a prolina y ácido glutámico, que presentan los valores más bajos de esta relación. El rango de variación entre aminoácidos de los valores corregidos de la fracción by-pass fue limitado (de 18,3 a 23,3%); sin embargo, dada la alta DE de la proteína verdadera de este alimento (79,2%) esta variación representa casi el 25% de la proteína by-pass.

Tabla 1. Perfiles aminoacídicos de las bacterias adherentes del rumen y de la cebada. Efecto de la corrección microbiana sobre la fracción by-pass y digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de los aminoácidos de ésta

Aminoácidos	Bacterias adherentes ¹	Cebada grano ¹	Fracción by-pass ²			DIE (%)		
			ap.	corr.	SEM	ap.	corr.	SEM
Fenilalanina	4,08	5,11	24,5	22,1	0,41 [†]	93,5	93,0	0,10 [†]
Isoleucina	5,70	3,94	25,9	21,7	0,58*	89,4	87,7	0,25*
Leucina	7,21	7,60	25,2	22,4	0,38*	88,7	87,5	0,17*
Lisina	9,26	4,33	26,0	19,8	0,82*	85,8	81,9	0,54*
Metionina	3,13	1,90	23,1	18,3	0,62*	82,4	78,3	0,45*
Treonina	5,24	3,47	25,2	20,8	0,58*	83,4	80,2	0,43*
Valina	4,74	5,05	24,8	22,1	0,24*	83,6	81,8	0,13*
Alanina	5,61	4,37	25,9	22,2	0,47*	80,5	77,5	0,43*
Arginina	4,71	5,49	25,8	23,3	0,32*	84,8	83,3	0,16*
Á. aspártico	13,8	7,89	27,5	22,5	0,64*	83,8	80,6	0,42*
Cistina	2,00	2,13	21,9	19,2	0,35*	80,0	77,4	0,33*
Glicina	5,07	4,17	25,7	22,2	0,46*	77,2	73,9	0,48*
Á. glutámico	14,4	26,0	21,2	19,6	0,20*	90,9	90,3	0,09**
Histidina	2,00	2,35	23,7	21,1	0,35*	84,3	82,7	0,23*
Prolina	3,70	9,35	20,2	19,1	0,14*	87,5	86,9	0,12*
Serina	4,52	4,08	24,8	21,6	0,48*	86,2	84,3	0,30*
Tirosina	4,82	2,73	25,1	19,9	0,77*	91,6	89,9	0,16*

¹ % sobre aminoácidos totales analizados; ² % sobre contenido inicial.

[†] $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Los valores aparentes también sobreestiman ($P < 0,05$) la DIE de todos los aminoácidos ($P = 0,06$ para fenilalanina). La importancia de este error varía con los factores ya comentados y, dado que la digestión en el intestino elimina esta contaminación en un 98,8%, también aumenta al ampliarse la diferencia entre este valor y la digestibilidad del aminoácido considerado, es decir al reducirse el valor de DIE aparente. El rango de variación de los valores corregidos fue muy amplio de

73,9 (glicina) a 93% (fenilalanina). González *et al.* (1999, 2003) indican que un aumento de la degradabilidad ruminal de la proteína se asocia con una reducción de su digestibilidad intestinal, como consecuencia de la concentración de las proteínas más resistentes a la degradación en el flujo post-ruminal del alimento, siendo este concepto extensible a los aminoácidos. Además, una parte de estas proteínas más resistentes correspondería a las proteínas estructurales de la pared celular, básicamente proteínas ricas en glicina, extensinas y a un nivel inferior tioninas ricas en cistina. Todas estas proteínas, que presumiblemente tendrían un bajo aprovechamiento en el intestino, están compuestas por sólo algunos tipos de aminoácidos, lo que se reflejaría en su digestibilidad intestinal. Así, Erasmus *et al.* (1994), utilizando los residuos de degradación ruminal a 16 h de 12 alimentos, indicaron que en la mayoría de éstos se observan los menores valores de digestibilidad intestinal para prolina, glicina, alanina y cistina y los mayores para ácido glutámico, leucina, tirosina y fenilalanina de forma bastante similar a lo observado en este trabajo.

El carácter acumulativo de los errores producidos por la contaminación microbiana sobre las estimas de la fracción by-pass y su digestibilidad intestinal evidencia la necesidad imperativa de esta corrección en los estudios de valoración proteica. Así, la sobreestimación asociada al uso de valores aparentes para la concentración de lisina y metionina digeribles sería del 37,2 y 32,8%, respectivamente. Las diferencias en el aprovechamiento de los distintos aminoácidos a lo largo del proceso digestivo se reflejan, lógicamente, en el perfil aminoacídico de la proteína digerible en el intestino, el cual no puede asumirse como idéntico al del alimento original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Erasmus L.J., Botha P.M., Cruywagen C.W., Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 77 (1994) 541-551.

González J., Sánchez L., Alvir M.R., Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. *Reprod. Nutr. Dev.* 39 (1999) 607-616.

González J., Faria-Mármol J., Matesanz B., Rodríguez C.A., Alvir M.R., In situ intestinal digestibility of dry matter and crude protein of cereal grains and rapeseed in sheep, *Reprod. Nutr. Dev.* 43 (2003) 29-40.

González J., Ouarti M., Alvir M.R., Rodríguez C.A., Propuesta de un método in situ simplificado para la evaluación proteica de los alimentos en rumiantes, XI Jornadas sobre Producción Animal, 2005.

Martín C., Bernard L., Michalet-Doreau B., Influence of sampling time and diet on amino acid composition of protozoal and bacterial fractions from bovine ruminal content, *J. Anim. Sci.* 74 (1996) 1157-1163.

Rodríguez C.A., González J., Alvir M.R., Repetto J.L., Centeno C., Lamrani F., Composition of bacteria harvested from the liquid and solid fractions of the rumen of sheep as influenced by feed intake, *Br. J. Nutr.* 84 (2000) 369-376.

LA HUELLA ESPECTRAL NIRS PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL TIPO Y/O LA ESPECIE ANIMAL EN MEZCLAS DE HARINAS DE CARNE

M^a J. de la Haba, A. Garrido-Varo, J. E. Guerrero, D. Pérez Marín

Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14080. Córdoba

INTRODUCCIÓN

En octubre de 2002, la Comisión Europea adopta el Reglamento nº 1774/2002 en el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano (CE, 2002). En el artículo 22, se prohíbe la alimentación de especies con proteínas animales transformadas derivadas de animales o partes de animales de la misma especie, evitando así el canibalismo.

Es evidente, que para poder controlar de forma sistemática el cumplimiento de esta normativa es imprescindible el disponer de métodos analíticos que permitan diferenciar la especie animal de la cual procede un determinado tipo de harina usada en la fabricación de piensos. Métodos como la microscopía y otros, como la PCR, han mostrado ciertas limitaciones para la identificación de la especie en harinas y piensos (Jorgensen, 1998; van Raamsdonk y van der Voet, 2003, Boix et al., 2004;).

Diferentes trabajos publicados hacen referencia al uso de la tecnología NIRS para la identificación, en diferentes piezas de carne y productos cárnicos, de la especie animal de la cual proceden (Mc Elhinney et al., 1999; Thyholt et al., 1997; Naes y Hildrum, 1997; Downey, 2000). Murray et al. (2001) indican que la tecnología NIRS permite detectar la adicción de harina de carne y hueso en mezclas con harina de pescado, a niveles de adición tan bajos como el 3% y que el error de los modelos predictivos es aproximadamente del 1%.

El objetivo del presente trabajo es el de mostrar el valor de la *huella espectral NIRS*, de harinas de origen animal, para identificar la especie o especies de la cual proceden dichas harinas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Un total de 280 muestras de harinas proteicas de origen animal fueron suministradas por diferentes plantas de transformación de subproductos animales, entre octubre de 2002 y abril de 2004. La información de la referencia fue proporcionada por el proveedor indicando el tipo y/o la especie animal a la que pertenecía la harina. Este colectivo espectral se utilizó, para construir una biblioteca espectral NIRS de muestras autenticadas (colectivo de aprendizaje UCO).

Un segundo colectivo formado por 29 muestras proporcionadas por la Asociación Europea de Productores de Grasas y Proteínas de Origen Animal (EFPRA) fue utilizado como grupo de validación. Estas muestras suministradas por EFPRA no poseían ningún tipo de información sobre la especie y/o especies de procedencia.

Análisis espectroscópico NIRS

El análisis NIRS de las muestras de harinas proteicas de origen animal se realizó en un instrumento monocromador FOSS NIRSystems 6500 SY-I provisto de módulo giro, que trabaja en reflectancia en la región del espectro comprendida entre 400-2500 nm. Las medidas se realizaron en cápsulas circulares de paso óptico de 0.1 mm. Cada muestra se analizó por duplicado, en dos cápsulas diferentes, utilizándose para el estudio posterior el espectro medio.

El tratamiento quimiométrico de los datos espectroscópicos generados se realizó utilizando el software WinISI II 1.50 (ISI, 2000). La estrategia quimiométrica utilizada consistió en el uso de los datos espectroscópicos "per se", para el estudio e identificación de zonas de absorción diferencial para cada tipo de harina (porcino, ovino, ave, mezcla de varias especies, pescado, sangre, plumas e hidrolizado de plumas). Para ello se utilizaron tanto los datos espectroscópicos brutos (log 1/R), como dichos datos tras aplicación de derivadas (2,10,5,1) y el tratamiento de corrección de la radiación dispersa denominado "Standar Normal Variate and Detrending" (ISI, 2000).

biblioteca espectral los espectros de las muestras suministradas por EFPRa como muestras ciegas, sin ningún tipo de identificación. Las muestras denominadas 13673 y 13676 fueron identificadas como harina de plumas hidrolizada, por su similitud con el espectro medio de las muestras de pluma hidrolizada de la biblioteca espectral UCO. De igual forma la muestra 13682 fue identificada como harina de sangre y la muestra 13683, como harina de pescado. Estas identificaciones realizadas únicamente en base a la información espectral fueron confirmadas como correctas posteriormente por el EFPRa.

Aunque, con excepción de la muestra 13668, el resto de muestras del EFPRa que constituían el colectivo de validación no se muestran en la figura, es de resaltar que todas ellas, al igual que la muestra 13668 presentaban un máximo prominente a 1728 nm y un pequeño hombro aproximadamente a 1762 nm. Ello de una parte las excluye como muestras de pluma, sangre o pescado, y las asimila al resto de categorías, siendo por el momento imposible el asignar las mismas a una categoría o especie concreta. Es evidente que la estrategia de detección de bandas de absorción relevantes no parece ser suficiente para distinguir entre aves, cerdo, rumiantes y sus mezclas, siendo más recomendable el utilizar otras estrategias de análisis quimiométrico cuantitativo y cualitativo, que permitan un mayor rescate de características genuinas de cada una de estas clases. De hecho trabajos preliminares realizados en nuestro Departamento, muestran que es posible utilizar modelos cuantitativos, para predecir el porcentaje de un determinado tipo de harina (ave, cerdo, rumiante, no rumiante) en una muestra de harina de origen animal y asimismo clasificar mediante análisis discriminante dicha harina en la categorías ave, cerdo, mezcla o rumiantes y no rumiantes (de la Haba et al., 2004).

En conclusión, la identificación clara de tres categorías comerciales de harinas de origen animal (sangre, plumas y pescado) del resto de harinas (ave, cerdo, rumiantes, mezcla), en base únicamente a su huella espectral NIRS, es de enorme repercusión económica tanto para el sector productor de dichas harinas, como para el sector de fabricación de piensos, en tanto que abre expectativas, para facilitar el posible levantamiento de la prohibición de uso de estas harinas en piensos de animales de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boix A., von Holst C., Baeten V., Berben G., Vancutsem, J. 2004. Final report. N° SANCO/17 04 02/04/SI2.373351.
- CE 2002. EC Reglamento N° 1774/2002 de 10 Octubre 2002. *Diario Oficial de la Unión Europea*. **273**, 0001 (2002).
- De la Haba, M.J., Garrido-Varo, A., Guerrero, J.E, Pérez-Marín, D. y Burón. T. 2004, en *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*. Ed. by A.M.C. Davies y A. Garrido-Varo. NIR Publications, Chichester, p. 647.
- Downey, G. 2000, en D. Bertrand and E. Dufour (ed) *La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques*. Editions TEC & DOC, Paris, France, p. 397-422
- Garrido, A, García Olmo, J., Pérez Marín, D. 2004, en: *NIRSpectroscopy in Agriculture*. C.Roberts, J. Workman and J. Reeves, eds. American Society of Agronomy (ASA), Crop Science Society of America (CSSA) and Soil Science Society of America (SSSA), 487-558).
- Hourant, P., V. Baeten, M.T. Morales. M. Meurens, R. Aparicio. 2000. *Appl. Spectrosc.* **54**:1168-1174.
- ISI, 2000. Manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.
- Jorgensen, J.S. (ed) 1998. Report of the Workshop on Identification of animal ingredients in compound feeds focusing on the microscopic method for identification, 25-26 May, Lyngby, Denmark. European Union, Committee of Experts of Methods Analysis (CEMA), Directorate General VI, SMT Program, Brussels, 1-8.
- Mc Elhinney, J., Downey, G. y Fearn, T. 1999. *J. Near Infrared Spectroscopy*. **7**, 145.
- Murray, I. 1987, en *Int. NIR/NIT Conference, Akadémiai Kiadó. Budapest. Hungary*. p.13-28.
- Murray, I., Aucott, L.S. y Pike, I.H. 2001 *J. Near Infrared Spectroscopy*. **9**, 297.
- Naes, T. y Hildrum, K.I. 1997. *Applied Spectroscopy*, **51** (3), 350.
- Sato, T., S. Kawano, M. Iwamoto. 1991. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **68**:827-833.
- Thyholt, K., Indahl, U.G., Hildrum, K.I. y Ellekjaer, M.R. 1997. *J. Near Infrared Spectroscopy*. **5**, 195.
- van Raamsdonk, L.W.D, van der Voet, H. 2003. Report 2003.012.

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA/AUSENCIA DE INGREDIENTES EN PIENSOS COMPUESTOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

M^a I. Campos, A. Garrido-Varo, D. Pérez-Marín, J. E. Guerrero, A. Gómez-Cabrera
Dpto. Producción Animal, – E.T.S.I.A.M. – Universidad de Córdoba. Apdo. 3048. 14080
Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Desde que la Comisión Europea publicara en el 2000 el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria (CE, 2000), la legislación relativa a la comercialización, uso y etiquetado de materias primas y piensos compuestos ha sido ampliada, siendo numerosas las directivas que tratan de reforzar aspectos relacionados con los controles de estos productos para posibilitar la implantación del principio de trazabilidad. En 2002, la Comisión intensificó los trabajos orientados a evaluar la posible implantación de lo que se conoce como “lista positiva” de ingredientes autorizados para su uso en alimentación animal (Cottrill y Tran, 2002). En la actualidad, diversos países, como es el caso de Holanda, han publicado listas de ingredientes autorizados, permitiendo sólo el uso de aquellos para los cuales se ha realizado una evaluación de riesgos (CE, 2003; Product Board Animal Feed, 2005).

Todo ello pone de manifiesto la necesidad de disponer de métodos analíticos para la identificación de la presencia o ausencia de ingredientes y aditivos aprobados o prohibidos en los piensos compuestos, permitiendo aplicar la legislación existente y futura. La entrada en vigor en los últimos años de normativas alimentarias (ej. declaración porcentual de ingredientes en piensos) sin la existencia de métodos analíticos suficientemente validados científicamente, que pudieran apoyar su desarrollo y cumplimiento, muestra la importancia de que exista una investigación pre-normativa que permita tomar decisiones en este sentido.

Este trabajo tiene como principal objetivo mostrar el potencial de la tecnología NIRS para identificar la presencia o ausencia de un ingrediente/aditivo dado en piensos compuestos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Se ha empleado un colectivo formado por un total de 176 muestras de piensos compuestos destinados a la alimentación de diferentes especies animales (aves, porcino, vacuno, ovino, caprino, conejos), con forma de presentación muy diversa (pellets de diversa granulometría, harinas, migajas) y de formulación conocida (composición en porcentaje en peso de ingredientes y aditivos), facilitada por la empresa proveedora de los mismos.

Análisis NIRS

Los datos espectrales se han recogido en un espectrofotómetro de red de diodos paralelos (Perten DA-7000), en el rango de longitudes de onda de 400-1700 nm, cada 5 nm, haciendo uso del programa SIMPLICITY. Los piensos se analizaron en forma intacta (sin molienda previa), utilizando una cápsula circular giratoria de 127 mm de diámetro.

Tratamiento quimiométrico de los datos

El análisis quimiométrico de los datos espectrales se ha realizado con el programa WinISI v.1.5 (ISI, 2000), tras la conversión de los datos provenientes del programa SIMPLICITY. Se han desarrollado modelos de análisis discriminante PLS2

para la identificación de la presencia de diversos ingredientes (alfalfa, altramuz, cebada, girasol, gluten, grasa by-pass, harina de soja, maíz, manteca, melaza, salvado, trigo) y aditivos (carbonato cálcico, correctores minero-vitamínicos, fosfato bicálcico, sal, antioxidante). Previo al desarrollo de modelos discriminantes se aplicó el algoritmo CENTER (Shenk y Westerhaus, 1991) sobre cada grupo de clasificación, eliminándose las muestras detectadas como anómalas espectrales.

Las variables utilizadas en el análisis discriminante han sido 1= ausencia; 2= presencia de un ingrediente/aditivo dado en los piensos, considerando como valor límite para la clasificación 1,5, de forma que si el modelo asigna a una muestra un valor por encima de este límite, la muestra se considera perteneciente a ese grupo y si el valor es menor, se considera que la muestra no pertenece a ese grupo (Mc Elhimmney et al., 1999; Downey, 2000). Se han desarrollado modelos discriminantes equilibrados y desequilibrados en cuanto a número de muestras de cada grupo de aprendizaje (presencia o ausencia de un ingrediente/aditivo determinado en el pienso). Para evaluar el error de los modelos desarrollados se ha utilizado el porcentaje de muestras correctamente clasificadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos discriminantes obtenidos para ingredientes y aditivos presentaron porcentajes de muestras correctamente clasificadas que oscilaron entre el 72,34% para el caso del ingrediente salvado y el 100% para la harina de soja.

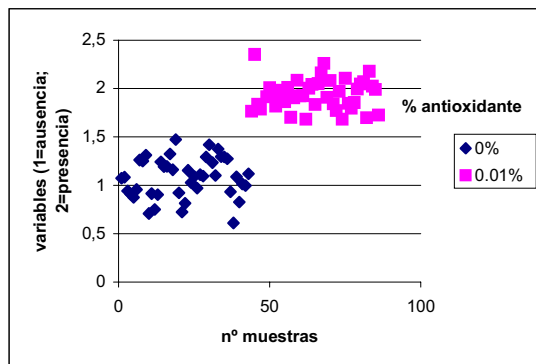
El error de clasificación se vio afectado por el balance en número de muestras con presencia o ausencia de cada ingrediente en el grupo de aprendizaje, existiendo diferencias entre los modelos equilibrados y desequilibrados. Así, mientras que el análisis discriminante PLS2 para la detección de harina de soja y antioxidante (Tabla 1) mostró un error de clasificación de 1,76% y 5,26% cuando se usaron grupos de calibración desequilibrados (133/37 y 128/43 muestras con y sin harina de soja y antioxidante, respectivamente), cuando los grupos de calibración tenían el mismo número de muestras, el error total de clasificación se vio reducido a un 0% en ambos casos.

Tabla 1. Matrices de clasificación para harina de soja y antioxidante, con colectivos desequilibrados y equilibrados.

	Col. desequilibrado		Col. equilibrado	
	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
Harina de soja				
Presencia (N =37)	35	2	37	0
Ausencia (N = 133)	1	132	0	37
Antioxidante				
Presencia (N = 43)	38	5	43	0
Ausencia (N = 128)	4	124	0	43

En la Figura 1 se observa la representación gráfica del modelo discriminante obtenido para la detección de la presencia de antioxidante con colectivos equilibrados, mostrando claramente la posibilidad de diferenciar los piensos que contienen dicho aditivo de aquellos que no.

Figura 1. Representación gráfica del modelo discriminante para la detección de la presencia de antioxidante con colectivos equilibrados.



En conclusión, los resultados obtenidos muestran la idoneidad de utilizar la tecnología NIRS para la aplicación de normativas relativas al establecimiento de una lista positiva de ingredientes y/o aditivos. Destacar no obstante, la necesidad de trabajar de forma intensa en colaboración con la industria y con organismos responsables de inspección y control para el desarrollo de bibliotecas espectrales de un elevado número de muestras que permitan la completa validación de la tecnología NIRS para el objetivo propuesto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CE (2000). Libro Blanco sobre seguridad alimentaria. Bruselas, 12.1.2000. Documento COM (1999), 719.
- CE (2003). Report from the Commission on the feasibility of a positive list of feed materials. COM (2003) 178 final.
- Cottrill, B.R., Tran, G. (2002). An evaluation of the feasibility of a positive list of authorised feed materials at Community level. A report prepared for The Health and Consumer Directorate General of the European Commission. European Commission Contract A0-7050/01/000161.
- Downey, G. (2000). Discrimination et authentification des aliments et des ingrédients alimentaires par spectroscopie dans l'infrarouge proche et moyen. En D. Bertrand and E. Dufour (Eds) La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques. Editions TEC and DOC, Paris, France. Pp 397-422.
- ISI (2000). The complete software solution using a single screen for routine analysis, robust calibrations, and networking. Manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.
- McElhinney, J., Downey, G., Fearn, T. (1999). Chemometric processing of visible and near infrared reflectance spectra for species identification in selected raw homogenised meats. J. Near Infrared Spectrosc. 7, pp. 145-154.
- Product Board Animal Feed (2005). List of products in Database Assessments feed materials (DRV). AD Leystad, Netherlands.
- Shenk, J.S., Westerhaus, M.O. (1991). Population structuring of near infrared spectra and modified partial least squares regression. Crop Science. 31, pp1548-1555.

COMPARACIÓN DE SISTEMAS DISCONTINUOS VERSUS CONTINUOS PARA EL ANÁLISIS NIRS DE PIENSOS COMPUESTOS

E.Fernández de Ahumada, A. Garrido-Varo, J.E. Guerrero, D. Pérez Marín, A. Gómez Cabrera

Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Avda. Menéndez Pidal s/n, 14080, Córdoba.

g82feahe@uco.es

INTRODUCCIÓN

Hasta el momento, las actividades de I + D relativas al control de calidad de piensos, mezclas y sus ingredientes/aditivos se han limitado al muestreo manual y/o automático y posterior análisis de muestras fuera de la línea de producción. Esto es lo que se denomina control de calidad at-line, para el que la tecnología NIRS ha mostrado su capacidad de aplicación en materias primas y piensos, posibilitando la predicción instantánea de atributos tales como humedad, proteína, fibra, etc., así como del porcentaje de ingredientes (Garrido et al., 2003; Pérez-Marín et al., 2004, 2005). Sin embargo aún no se ha mostrado el potencial de esta tecnología para el análisis on-line sobre la línea de producción.

Al inicio de la década de los 90, tras comenzar lo que se conoce como segunda generación de instrumentación NIRS, se abrieron enormes expectativas respecto a las posibilidades de incorporación de la tecnología NIRS en diferentes puntos del proceso de producción en fábricas de piensos (Jensen, 1993). No obstante, y a pesar de que incluso se llegó a patentar algún sistema de análisis on-line, dichos sistemas han tenido una casi nula penetración en el sector de fabricación de piensos por las limitaciones inherentes a los propios equipos de filtros, tales como la dificultad de medida de algunos parámetros (ej. fibra), elevado tiempo de análisis, limitada capacidad de tratamiento quimiométrico de datos, etc.

El Departamento de Producción Animal de la ETSIAM de Córdoba, tras su experiencia de transferencia del análisis NIRS at-line a la industria de piensos, ha iniciado una línea de I + D + i en la que se pretende evaluar el potencial del análisis NIRS on-line para el control en tiempo real en dicha industria. El presente trabajo trata de resumir los resultados de estudios preliminares dirigidos a la comparación de las características espectrales de piensos sin moler analizados de forma discontinua con las de los mismos piensos analizados en forma continua.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Procedentes de dos fábricas se han utilizado 110 muestras de pienso en forma intacta, de diferentes especies (aves, porcino, vacuno, ovino, caprino, conejos, perros y gatos) y formas de presentación (pellets de diversa granulometría, harinas y extrusionados), asegurando así una elevada variabilidad en relación a los distintos atributos físico-químicos de las muestras.

Análisis NIRS

Para el análisis NIRS de las muestras se ha utilizado el instrumento de red de diodos CORONA 45 VIS+NIR que trabaja en modo de reflectancia en la región del espectro comprendida entre 380-1690 nm, y que realiza medidas cada 2 nm.

La recogida de espectros se ha llevado a cabo mediante el software CORA 2.0, específicamente diseñado para el equipo CORONA. Posteriormente, se ha

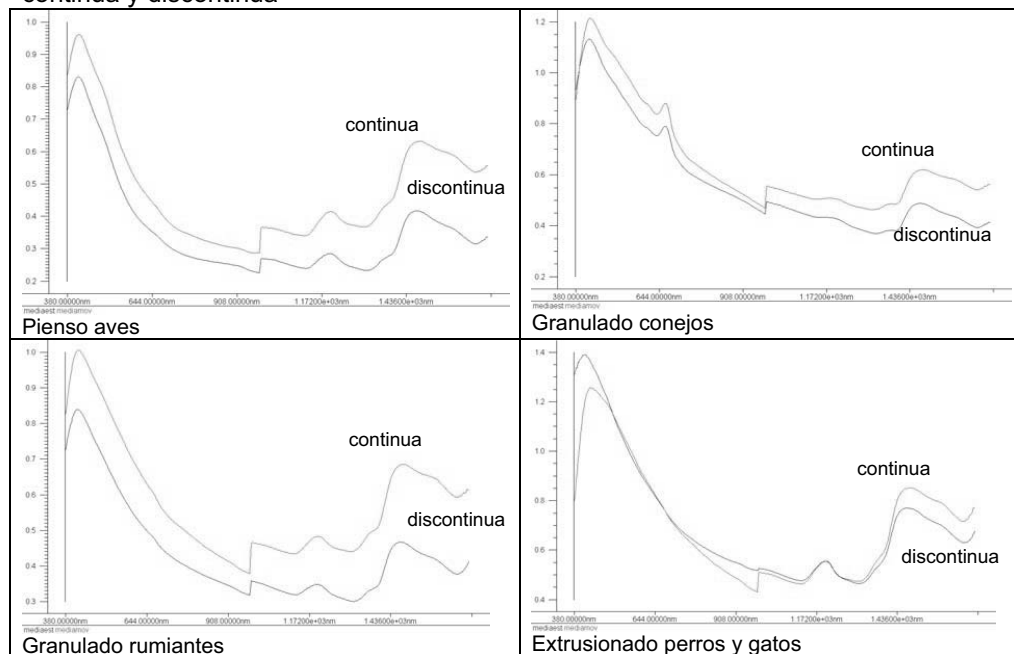
procedido a la conversión de los datos espectroscópicos al software WinISI 1.04 (ISI, 1998) para su estudio y tratamiento.

El análisis de piensos en forma discontinua se llevó a cabo utilizando el plato giratorio (Turnstep) y una cápsula de vidrio de 18,5 cm. de diámetro. El análisis de piensos en forma continua se llevó a cabo situando el pienso sobre una cinta transportadora, sobre la cual se situó el equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares de los ensayos realizados para la comparación de espectros de piensos sin moler analizados de forma discontinua con espectros de los mismos piensos analizados de forma continua nos indican que el espectro de absorción NIRS es similar en ambos casos, mostrando idéntica forma y picos de absorción, si bien los espectros de los piensos analizados sobre la cinta transportadora presentan mayores niveles de absorbancia. Esto se puede observar en la Figura 1 para piensos de distintas especies y formas de presentación.

Figura 1. Media de espectros de piensos de distintas especies analizados en forma continua y discontinua



Estos ensayos preliminares, han aportado información importante, no sólo en cuanto a la similitud espectral de ambas formas de análisis, sino asimismo en cuanto a los factores que podrían afectar a la repetibilidad espectral de piensos analizados en forma continua sobre cinta transportadora. Entre los factores que hemos detectado como de mayor influencia en las características espectrales de piensos en movimiento continuo, se encuentran los de la velocidad de la cinta transportadora y los de la distancia de la muestra al sensor. Precisamente este último factor, podría ser responsable de las diferencias observadas en cuanto a la magnitud de la

absorción para los piensos analizados en forma continua y discontinua. Estos resultados previos han servido de base para el diseño de ensayos orientados a simular a nivel de laboratorio las condiciones de fábrica. Para ello y tras estudiar diferentes opciones, se ha decidido utilizar la unidad “Haldrup stationary modul” de la casa danesa de fabricación de maquinaria agrícola J. Haldrup a/s, que integra en un mismo módulo una tolva de recepción, una cinta transportadora y una estructura para la colocación del equipo NIRS. La unidad ofrece la posibilidad de llevar a cabo dos diferentes sistemas de medida: en movimiento continuo sobre la cinta transportadora y durante el tiempo que la muestra se encuentra en la tolva. Con este módulo se procederá a profundizar en el estudio de la repetibilidad de la medida espectroscópica, en función de factores de variación como los mencionados y asimismo otros de importancia tales como el efecto del momento y número de veces de registro de los estándares de referencia, efecto de la submuestra analizada, efecto del tipo de presentación del pienso (harinas, gránulos, pellets de diferente tamaño y forma) y otros efectos que pudieran modelizarse a nivel de laboratorio para simular las condiciones existentes en fábrica (alta temperatura, vibraciones...). La repetibilidad será evaluada en comparación de la obtenida con las mismas muestras analizadas en forma discontinua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Garrido Varo, A. Pérez Marín, M.D, Guerrero Ginel. J. E. y Gómez Cabrera, A. (2003). Avances en la utilización de la tecnología NIRS. Aplicaciones en producción animal. En: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA. P. G^a Rebollar, C. de Blas Beórlegui y G.G. Mateos. FEDNA, 200 p: 3-27.

ISI, 1998. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Jensen, E.P. (1993). Use of NIRS for on-line process control during the manufacture of animal feed stuffs. NIR Spectroscopy Developments in Agriculture and Food. International Conference. ADAS. Drayton Birmingham. U.K.

Pérez Marín, M.D., Garrido Varo, A., Guerrero Ginel, J.E., Gómez Cabrera, A. (2004). Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) for the mandatory labelling of compound feedingstuffs: chemical composition and open declaration. Animal Feed Science & Technology, voll. 116, iss. 3-4, pp: 333-349.

Pérez Marín, M.D., Garrido Varo, A. y Guerrero Ginel, J.E. (2005). Implementation of LOCAL algorithm with NIRS compliance assurance in compound feedingstuff. Applied Spectroscopy. 2005, 59 (1), pp. 69-77.

EFECTO DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS Y ACEITE DE SOJA A LA RACIÓN DE OVEJAS LECHERAS: I. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

M. A. Bouattour, R. Casals, E. Albanell, E. González, X. Such y G. Caja.
Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

El alto valor energético de los lípidos, unido a su efecto positivo sobre la eficiencia de utilización de las raciones de lactación (Doreau et al., 1999) hace que sean una materia prima importante en los programas de formulación de raciones de rumiantes de alta producción. Sin embargo, la utilización de grasas insaturadas no protegidas puede perjudicar la actividad fibrolítica, reduciendo la digestibilidad de la fibra y, en consecuencia, la grasa de la leche y la ingestión de materia seca (Jenkins y Palmquist, 1984). Por otro lado, estudios con enzimas fibrolíticas en vacuno (Beauchemin et al., 2003) y ovino de leche (Titi y Lubbadah, 2004) indican mejoras de producción como consecuencia de aumentos en la digestibilidad de la fibra. El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de la adición de aceite de soja (A) y/o de enzimas fibrolíticas (E) en raciones de ovino lechero sobre los resultados de producción y composición de leche de ovejas con diferente potencial genético.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 48 ovejas adultas en lactación (49±7 días en lactación), 24 de raza Lacaune (LC) y 24 de raza Manchega (MN), mantenidas en condiciones de estabulación en la Granja Experimental de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona. Los animales fueron distribuidos en 4 lotes experimentales de 6 ovejas cada uno para cada una de las razas. El diseño utilizado fue un cuadrado latino 4 x 4 replicado, con 4 períodos de 20 días (14 de adaptación y 6 de toma de datos) y 4 tratamientos: 1) control (C), 2) A (aceite de soja; 2,8% de la MS de la ración), 3) E (enzimas fibrolíticas; 2 ml/kg MS) y 4) (A+E).

Tabla 1. Ingredientes de los concentrados y de las raciones experimentales.

Ingredientes, %	Concentrado		Ración total ¹	
	Sin Aceite	Con Aceite	Sin Aceite	Con Aceite
Alfalfa deshidratada	---	---	30,00	30,00
Festuca deshidratada	---	---	30,00	30,00
Maíz grano	23,76	23,76	8,70	8,70
Cebada grano	29,33	18,77	14,11	10,26
Soja-44%	22,77	25,71	8,35	9,41
Pulpa de naranja	19,78	19,78	7,25	7,25
Aceite de soja	0,00	7,62	0,00	2,79
Óxido de magnesio	0,40	0,40	0,14	0,14
Bicarbonato sódico	0,99	0,99	0,36	0,36
CMV	2,97	2,97	1,09	1,09

¹ incluidos 100 g de cebada / oveja y día ofrecidos en la sala de ordeño.

Las ovejas recibieron raciones isoproteicas (16% PB) compuestas por un 60% de forraje (alfalfa y festuca deshidratadas, 1/1) y un 40% de concentrado (Tabla 1). El

contenido en EE de las raciones varió entre 2,2% (C y E) y 3,7% (A y A+E). Diariamente, 24 horas antes de ofrecer el alimento, el complejo enzimático (Promote®, Agribands International, St Louis, USA; actividad celulasa 130.000 UI/ml y xilanasa 120.000 UI/ml) fue diluido en agua (2%) y aplicado sobre el forraje con una regadera manual, hasta una dosis de 3,33 ml del producto por kg de MS de forraje, equivalente a una dosis de 2 ml por kg de MS de la ración total mezclada. Las raciones C y A (sin enzimas) recibieron una cantidad equivalente de agua a fin de mantener el mismo grado de humedad que las tratadas con E. Las raciones fueron ofrecidas “ad libitum” en dos fracciones (0800 y 1800), a excepción de 100 g de cebada por oveja que se suministraron diariamente en la sala de ordeño.

Durante la última semana de cada período experimental se recogieron muestras de alimentos y de rechazos, moliéndose a través de un tamiz de 1 mm, y analizándose según la metodología de la AOAC (1990). En dicha semana se realizaron 3 controles lecheros en los que se midió la producción, y se tomaron muestras de leche para su posterior análisis (GB, PB, PV) en un equipo NIRs (Technicon InfraAlyzer-450, Bran+Luebbe SL, Nordersted, Germany), de acuerdo a la metodología de Albanell et al. (1999). Otra muestra de leche fue utilizada para analizar el perfil de AG de la misma. Los datos fueron analizados mediante el PROC MIXED con medidas repetidas de SAS (8.2, SAS Institute, Cary, NC), con el animal y el lote como factores aleatorios, y el tratamiento y la raza como factores fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso vivo (LC: 70,2; MN, 71,9 kg) y la condición corporal (LC: 2,6; MN: 3,05) no fueron afectados por ninguno de los tratamientos, así como la ingestión voluntaria de MS (LC: 3.06; MN: 2,43 kg/d). Este resultado coincide con estudios realizados con enzimas fibrolíticas en ovejas (Titi y Lubbadah, 2004) y en bovino de leche y de carne (Beauchemin et al., 2003). La ausencia de efecto de los lípidos sobre la ingestión fue observada también por Osuna et al. (2000), aunque varios estudios realizados en vacuno indican una depresión de la misma (Chilliard et al., 1993).

Tabla 2. Efecto de la suplementación con enzimas fibrolíticas (E) y aceite de soja (A) sobre la producción y la composición de leche en ovejas lecheras.

	Tratamiento ¹					Efecto ² (P<)		
	Control	A	E	A+E	ES	A	E	AxE
Leche, kg/d	1,5	1,6	1,6	1,7	0,06	**	**	NS
GB, %	6,4	6,3	5,9	5,9	0,10	NS	**	NS
GB, g/d	90,9	95,8	90,4	95,1	3,91	*	NS	NS
PB, %	5,9	5,6	5,7	5,5	0,05	***	**	+
PV, %	5,6	5,5	5,4	5,4	0,55	NS	+	NS
Caseína, %	4,2	3,8	3,9	3,6	0,04	***	***	+
C10:0	8,6	4,4	10,2	4,8	0,50	***	+	NS
C14:0	11,3	9,0	10,9	8,7	0,67	**	NS	NS
C18:0	9,5	11,1	9,4	10,8	0,42	***	NS	NS
C18:1	21,4	32,7	20,9	33,4	0,71	***	NS	NS
C18:2	3,3	4,1	3,5	4,3	0,13	***	NS	NS
CLA	0,8	2,4	0,8	2,7	0,18	***	NS	NS

¹ C, control; A, aceite de soja; E, enzimas fibrolíticas.

² Efecto: + P<0,10; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,0001.

Los resultados de producción, composición y perfil de AG de la leche se han resumido en la **Tabla 2**. Las respuestas de las ovejas LC y MN a los tratamientos experimentales fueron similares, a pesar de las diferencias observadas (LC vs. MN; $P < 0,0001$) en producción de leche (2,07 vs. 1,08 kg) y porcentajes de grasa (5,60 vs. 6,63%) y caseína (3,70 vs. 4,13%) de la misma.

La adición de enzimas incrementó ($P < 0,05$) la producción de leche (6,2%). Estos resultados están de acuerdo con los citados por Beauchemin et. (2003) en vacuno lechero, utilizando dosis de enzimas similares a la aplicada en nuestro estudio, y con los de Titi y Lubbadah (2004) con ovejas. Sin embargo no coinciden con los de Flores et al. (2002), que no obtuvieron mejoras de producción al aplicar el producto enzimático al concentrado y con una dosis menor. En nuestro caso, la adición de enzimas disminuyó ($P < 0,05$) los porcentajes de GB, PB, proteína verdadera, caseína y sólidos totales en leche, pero sin afectar las cantidades exportadas por día, lo que indica que no tuvieron efectos negativos sobre la secreción de los componentes de la leche, aunque se produjo un efecto dilución.

La adición de aceite aumentó ($P < 0,05$) la producción de leche (6,1%). Este dato concuerda con lo observado en vacas lecheras, pero difiere de la mayoría de resultados obtenidos en ovino lechero (Bocquier y Caja, 2001), que indican la ausencia de efecto de los lípidos sobre la producción de leche. En nuestro caso la respuesta en producción puede ser consecuencia de unas raciones limitadas desde el punto de vista energético (1,44 y 1,58 Mcal/kg MS) debido a que la festuca fue de calidad inferior a la esperada. La adición de aceite tendió ($P = 0,053$) a aumentar la leche corregida obtenida por kg de MS ingerida, lo que indicaría una mayor eficiencia de dicha ración. Como consecuencia del aporte de aceite, la producción diaria de GB fue mayor ($P < 0,05$), las concentraciones de PB y NNP fueron menores ($P < 0,0001$), y los porcentajes de grasa y proteína verdadera de la leche no se modificaron. El efecto negativo de la grasa añadida sobre los compuestos proteicos de la leche se ha citado con frecuencia (Chilliard et al., 1993). El aceite de soja redujo ($P < 0,0001$) los AG de cadena corta e incrementó la concentración de ácidos grasos de cadena larga ($P < 0,0001$), en particular de C18:1 (+56%), C18:2 (+22%) y **CLA** (ácido ruménico, C18:2 cis9 trans11: **+200%**), lo cual es de especial importancia en términos de nutrición humana.

Agradecimiento: trabajo financiado con el Proyecto CICYT AGL-2001 2617.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albanell, E., P. Cáceres, G. Caja, E. Molina, and A. Gargouri. 1999. *J. AOAC Internat.* 82: 753-758.
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis*.
- Beauchemin, K. A., D. Colombatto, D. P. Morgavi, and W. Z. Yang. 2003. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl. 2): E37-E47.
- Bocquier, F y G. Caja. 2001. *INRA Prod. Anim.*, 14, 129-140.
- Chilliard, Y., M. Doreau, G. Gagliostro et Y. Elmeddah. 1993. *INRA Prod. Anim.* 6: 139.
- Doreau M., Y. Chilliard, H. Rulquin, D.I. Demeyer. 1999. In: P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (eds), *Recent Advances in Animal Nutrition*, 81-109.
- Flores, C., G. Caja, R. Casals, E. Albanell, X. Such, G. Vera, E. González, A. Bach, and C. Torre. 2002. *J. Dairy Sci.* 85 (Suppl 1): 357 (Abstract).
- Jenkins, T. C. and D. L. Palmquist. 1984. *J. Dairy Sci.* 67: 978-986.
- Osuna, D. R., R. Casals, E. Albanell, and G. Caja. 2000. *J. D. Sci.* 83 (suppl. 1): 278.
- Titi H., and W. F. Lubbadah. 2004. *Small Rum. Res.* 52: 137-143.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION CON ALFALFA Ó MAIZ DESHIDRATADO Y CONCENTRADOS DE DIFERENTE CONTENIDO PROTEICO A VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON ENSILADOS DE HIERBA: (1) EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

G. Salcedo

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria

INTRODUCCIÓN

En la Cornisa Cantábrica, el ensilado de hierba y la alfalfa deshidratada representan los recursos forrajeros más importantes en las dietas basales del vacuno lechero durante en el período invernal. Dichos ensilados son de bajo contenido en proteína bruta (Sarmiento *et al.*, 1996), alta degradabilidad ruminal, que no siempre es bien utilizada por el animal debido al desequilibrio de la relación proteína:energía y diferente velocidad de degradación de ambas. Por añadidura, los concentrados utilizados se caracterizan por elevados porcentajes de proteína bruta. Estos desajustes nutricionales ocasionan alteraciones en la disponibilidad de nutrientes para síntesis de los componentes de la leche y un encarecimiento de las raciones.

El objetivo del presente trabajo se centra en comparar las respuestas productivas y calidad de leche, con la adición de suplementos forrajeros a dos niveles de proteína en el concentrado en dietas de vacas lecheras alimentadas con ensilado de hierba.

MATERIAL Y METODOS

Animales, dietas y diseño experimental

Durante ciento ocho días, 16 vacas Frisonas (cuatro primíparas y dos canuladas en rumen), mediando 78 ± 58 días de lactación; $595 \pm 63,5$ kg de peso vivo; $18 \pm 4,1$ kg leche/d; $4,16\% \pm 0,64$ de grasa y $3,39\% \pm 0,6\%$ de proteína, fueron distribuidas en cuatro lotes iguales al azar, según un diseño en cuadrado latino durante 4 períodos de 27 días cada uno: 22 de adaptación y 5 control de la producción y composición química de la leche, analizada en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Santander. Las dietas basadas en ensilado de hierba fueron suplementadas con maíz deshidratado (MD) o alfalfa deshidratada (AH), y dos concentrados de diferente contenido proteico (14% ó 18%), denominándose MD14%, MD18%; AH14% y AH18% respectivamente.

El ensilado de hierba fue administrado *ad libitum*, MD ó AH (3 kg/vaca y día), repartidos en una sola toma (8,30 a.m.) y, 7 kg de concentrado en dos tomas (8 a.m. y 15,30 p.m.). El ensilado de hierba procede del primer corte de una pradera sembrada de raigrás inglés y trébol blanco, recolectada el 25 de abril al inicio del espigado, conservada en silo plataforma, previo presecado de 24 horas, adicionándole 3,5 litros de ácido fórmico por tonelada de forraje verde como conservante.

Análisis estadístico

La producción y composición química de la leche fue analizada mediante un factorial 2 x 2: 2 suplementos forrajeros por 2 tipos de concentrado con el PROC GLM de SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período experimental, el incremento de producción láctea respecto a la dieta anterior al experimento fue del 18,8% y 24,7% en MD y AH respectivamente, imputable a un mejor equilibrio nutricional respecto a la

energía y proteína. Sin embargo y durante el experimento la producción de leche no fue diferente entre forrajes y concentrados, al igual que la interacción forraje * concentrado (Tabla 1). Por contra, la leche corregida al 4% graso resultó mayor con AH ($P<0,001$), imputable al mayor consumo de ensilado; sin diferencias a nivel de proteína incluida en el concentrado y ($P<0,01$) en la interacción forraje * concentrado. De igual modo, la eficiencia bruta (kg de leche por kg de materia seca ingerida) no se apreciaron diferencias entre forrajes y concentrados; pero sí, la interacción forraje * concentrado ($P<0,001$), mayor con MD y concentrado del 18% de proteína. La eficiencia bruta con MD resultó 28,7% mayor que la indicada por Salcedo (2001) en dietas de vacas lecheras mediando 172 días en leche, alimentadas con ensilado de hierba y suplementadas con 4 kg de concentrado a tres niveles de inclusión de maíz deshidratado (0, 2 y 4 kg/d), imputable al estado de lactación más avanzado y menor cantidad de concentrado ofrecido.

El porcentaje graso de la leche fue mayor con AH ($P<0,001$) y ($P<0,01$) con el concentrado del 18% de proteína, sin diferencias en la interacción forraje * concentrado. El consumo de almidón fue la variable más relacionada con la depresión de grasa en leche. Para el conjunto de datos, cada kg de almidón dio lugar a un descenso de 0,31 g de grasa/kg de leche, coincidente con Keady et al., (1999), quienes señalan valores de 0,39 g/kg de leche por kilo de almidón.

Los contenidos de proteína, urea, lactosa y sólidos no grasos no difieren según el tipo de forraje o concentrado. Por su parte, Robinson, (2000) indica relaciones entre el consumo de energía y proteína en leche, atribuido a cambios de fermentación ruminal o mayor flujo de proteína microbiana del rumen al intestino. En nuestro trabajo ni el consumo de energía ni la síntesis de proteína microbiana estimada a partir del NRC (2001) manifestaron relación.

Tabla 1. Composición química de la leche

	Suplemento forrajero x Proteína					Suplemento forrajero			Proteína		
	MD 14%	MD 18%	AH 14%	AH 18%	Sig	MD	AH	Sig	14%	18%	Sig
Leche (kg/d)	20,8	21,9	22,5	22,3	NS	21,4	22,4	NS	21,7	22,2	NS
Leche 4% graso (kg/d)	21,2	23,0	23,8	24,0	**	22,1	23,9	***	22,5	23,6	NS
Leche / kg MS ingerida	1,19	1,23	1,22	1,13	***	1,20	1,19	NS	1,18	1,21	NS
Grasa (%)	4,04	4,21	4,28	4,38	NS	4,22	4,46	***	4,25	4,43	***
Proteína (%)	3,04	3,06	3,08	3,11	NS	3,05	3,10	NS	3,06	3,09	NS
Lactosa (%)	4,83	4,85	4,87	4,83	NS	4,84	4,85	NS	4,85	4,84	NS
Sólidos No Grasos (%)	9,07	8,66	8,7	8,68	NS	8,86	8,69	NS	8,89	8,67	NS
Urea (mg/dl)	20,4	21,2	20,5	21,4	NS	20,8	21,0	NS	20,5	21,3	NS
Energía Bruta (MJ/día)	66,2	71,7	71,0	74,7	NS	69,0	74,3	**	70,1	73,2	NS
Eficiencia N (%)	23,3	24,0	24,2	22,8	NS	24,8	22,9	***	24,2	22,9	**
Eficiencia energía (%)	38,0	38,7	39,1	36,7	*	37,3	38,9	*	37,3	39,0	*

AH = Alfalfa deshidratada; MD = Maíz deshidratado; FCM: leche corregida al 4% graso; GB: grasa bruta; PB: proteína bruta; SNG: sólidos no grasos; Eficiencia N: gr N leche por 100 gr de N ingerido; Eficiencia energía: energía bruta en leche por 100 MJ de energía metabolizable ingerida; * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$

La relación metabolizable ingerida respecto a la excretada en leche (Tyrrell y Reid, 1965), denominado aquí como eficiencia, fue mayor con alfalfa ($P<0,05$) y ($P<0,005$) para el concentrado del 18% de proteína, imputable al ligero incremento de producción de leche (Tabla 1). Para el conjunto de datos la eficiencia de utilización disminuyó 0,15 unidades porcentuales para consumos de 168 a 217 MJ/vaca y día en forma de energía metabolizable. Entre forrajes, los descensos de eficiencia fueron 0,21 en AH y 0,11 con MD y, 0,14 a 0,17 para los concentrados del 14% y 18% de proteína bruta respectivamente.

Prates *et al.*, (1986), señalan que el inicio de la fermentación ruminal comienza antes en los ensilados que en la hierba verde, afectando la sincronización entre la disponibilidad de energía y proteína en el rumen, necesaria para el crecimiento microbiano, lo que pudiera explicar la menor eficiencia en la utilización de la energía metabolizable en dietas basadas en ensilado de hierba. En este sentido, Salcedo (2002b) observó eficiencias mayores en vacas lecheras a pastoreo suplementadas con 2 kg de concentrado, frente a las que se restringe el tiempo de pastoreo sustituido por ensilado de hierba. Esta circunstancia corrobora lo señalado por Thomas, (1982), indicando que el suministro que hacen los carbohidratos solubles de los ensilados para el crecimiento microbiano, es menor que en forrajes verdes, como consecuencia de las importantes transformaciones sufridas durante el proceso de ensilaje. De igual forma, Salcedo, (2001) obtiene valores semejantes en vacas lecheras con 172 días en leche, alimentadas con ensilado de hierba, 4 kg de concentrado y 4 o 2 kg de maíz deshidratado. Los resultados aquí obtenidos son coincidentes con Roberts y Leaver (1986) con vacas lecheras en pastoreo, suplementadas con ensilado de hierba y tres kilos de concentrado, aunque en nuestro experimento el consumo de EM fue mayor.

El nitrógeno excretado en leche fue mayor con AH18% ($P<0,05$); sin embargo, la relación nitrógeno excretado en leche respecto al ingerido, fue menor, al igual que con el concentrado del 18% de proteína bruta ($P<0,01$), sin diferencias en la interacción tipo de forraje * concentrado (Tabla 1). Estos resultados resultan superiores en 27,5% a los señalados por Salcedo (2002a), en dietas de vacas lecheras ingiriendo ensilados de hierba con menor aporte de concentrado. Para el maíz deshidratado el N ingerido varía desde 391 a 467 g/d y de 460 a 517 g/d en AH, esta circunstancia da lugar en el primer caso a un descenso de N en leche de $-0,026$ g por encima de 355 g de N ingerido para el MD y de $-0,048$ g para la alfalfa, donde los coeficientes de determinación fueron $r^2=0,15$ y $r^2=0,79$ para el MD y AH respectivamente. Por el contrario, según el tipo de concentrado el descenso de N leche por encima de 355 gr de N ingerido/día es de $-0,031$ con el concentrado del 14% y de $-0,046$ con el del 18% de proteína bruta.

Los resultados del presente experimento, indican ligero incremento en la producción y porcentaje de grasa en leche cuando se suplementa alfalfa deshidratada en lugar de maíz deshidratado, sin diferencias entre concentrados de diferente contenido proteico. La eficiencia en la utilización del nitrógeno de la dieta mejora significativamente con el maíz deshidratado y el concentrado de menor contenido proteico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Keady, T.W.; Mayne, C.S.; Fitzpatrick, D.A. 1999.. *Proceedings of an Ocasional Meeting on Milk Composition, British Society of Animal Science, Belfast*, p. 20.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements for Dairy Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Roberts, D.; Leaver, J., 1986. *Grass and Forage Science* **41**: 71-78.
- Robinson, P. 2000. *Advance in Dairy Technology*. Volumen 12.
- Salcedo, G. 2001. *I Foro Iberoamericano de Pastos*. Alicante.
- Salcedo, G. 2002a. *Producción Animal* **174**: 16-42.
- Salcedo, G. 2002b. *ITEA Vol 98A N° 3*. 328-346.
- Sarmiento, M.; Salcedo, G.; González, L.M. 1996. *XXVI R.C. de la S.E.E.P.* Logroño.
- SAS, 1985. User's Guide: Statistics, Version 5 Edition, SAS. Inst., Inc., Cary, N.C.
- Prates, E.R.; Thiago, L.R.S.; Gill, M.; Theodoron, M., 1986. *Proc. Nut. Soc.*, **45**, 95^a.
- Thomas, P.C., 1982.. En: *Forage Protein in Ruminant Animal Production*, 66-77.
- Tyrell, H.E.; Reid, J.T. 1965. *J. Dairy Sci.* **48**: 1215-1233.

EFFECTO DEL MALATO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN VACAS DURANTE EL INICIO DE LA LACTACIÓN

M. Devant¹, A. Bach^{2,1}, y J.A. García Regueiro³

¹ Unitat de Remugants del IRTA, ² ICREA, ³ Unitat de Química Alimentària, CTC, IRTA

INTRODUCCIÓN

La adición de malato a la dieta de vacas lecheras es una alternativa a la utilización de ionóforos. Trabajos *in vitro* (Martin y Streeter, 1995; Carro et al., 1999) han demostrado que la adición de DL-malato estimula la fermentación ruminal incrementando la concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV) y la proporción de propionato. El aumento de producción de propionato se explica porque el malato es un producto intermediario en la síntesis de succinato- propionato de ciertas bacterias ruminales. Además, el L-malato puede estimular la utilización de lactato por parte de algunas bacterias ruminales evitando el descenso del pH ruminal. Se han realizado pocos trabajos *in vivo* con vacas lecheras. Kung et al. (1982) observaron que la adición de 140 g/d de malato aumentaba la persistencia en la producción de leche y la producción de AGV totales. Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el efecto de la adición de malato (120 g/d de Rumalato, 70% de malato) sobre la fermentación ruminal y la producción de leche en vacas durante los primeros 100 días de lactación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja comercial de Lérida con 80 vacas en ordeño. Un total de 40 vacas Holstein recibieron dos tratamientos, **malato** o **control**, entre los 21 y 28 días anteriores al parto. Las vacas del tratamiento control (n= 20) recibieron un concentrado con un 40% de maíz extrusionado, 30% de soja, 7.5% de algarroba, 6.5% cebada, 5% propilenglicol, 5% grasa protegida, 3.45% de melaza caña, 2.5% subproductos de la fermentación de levaduras, y un 0.5% de un aglutinante. Las vacas del tratamiento malato (n =20) recibieron el mismo concentrado pero los subproductos de la fermentación de levaduras, el propilenglicol y la grasa protegida fueron parcialmente substituidos por un 4% de Rumalato© (Norel&Nature). Antes del parto las vacas consumían una ración unifeed (55.5% silo de maíz, 10.6% maíz, 8.7% soja 44, 8.4% alfalfa en rama, 8.4% pulpa remolacha, 5.5% algodón, 1.7% cebada, 1.2% complejo vitamínico-mineral; 15.5% PB, 35.7% FND, 25.1% almidón) más 1 kg de pienso, malato o control, según el grupo. Después del parto, a las vacas recibieron la misma ración unifeed *ad libitum* y gradualmente se les incrementó 300 g/d de 1 hasta 3 kg el pienso suministrado en los comederos electrónicos (malato o control) si consumían la oferta del día anterior.

La producción de leche se registró diariamente y se tomaron muestras de leche para su análisis composicional mensualmente. Se realizaron un total de 4 ruminocentesis a cada vaca aproximadamente a los 7, 35, 63 y 90 días postparto a las 4 horas tras la oferta de la ración unifeed. El pH ruminal se midió inmediatamente y se tomaron 3 muestras de líquido ruminal para el posterior análisis de la concentración de nitrógeno amoniacal, AGV y ácido láctico.

Los datos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del SAS (1996) para un diseño de bloques completos aleatorizado. El modelo contenía la vaca como efecto aleatorio y como efectos fijos el tratamiento (malato o control) y el número de parto como bloque, el tiempo postparto (medida repetida) y la interacción de tratamiento con el tiempo postparto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vaca primípara y una múltipara del grupo control se eliminaron del estudio debido a problemas sanitarios ajenos al experimento. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la producción de leche, el contenido de grasa y proteína de la leche entre tratamientos. Sin embargo, se detectó una tendencia ($P = 0.09$) en la interacción entre la suplementación de malato y el tiempo (Figura 1) sobre la producción de leche. A partir de la tercera semana postparto la producción de leche tendía a ser superior en las vacas suplementadas con malato. Otros autores observaron (Kung et al., 1982) una mayor persistencia de la curva de lactación en vacas que consumían 140 g/d de malato. Las vacas suplementadas con malato consumieron más pienso en el comedero electrónico ($P = 0.05$) que las vacas control (2.23 vs 1.96 kg/d, respectivamente), sin embargo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en el pH ruminal (6.28 vs 6.19 para las vacas suplementadas con malato vs control, respectivamente). La acidosis subclínica en las vacas postparto se debe a la no adaptación de la flora ruminal a los elevados hidratos de carbono de fácil fermentación y a la inadaptación de la pared ruminal al incremento de AGV resultantes de la fermentación de dichos hidratos de carbono.

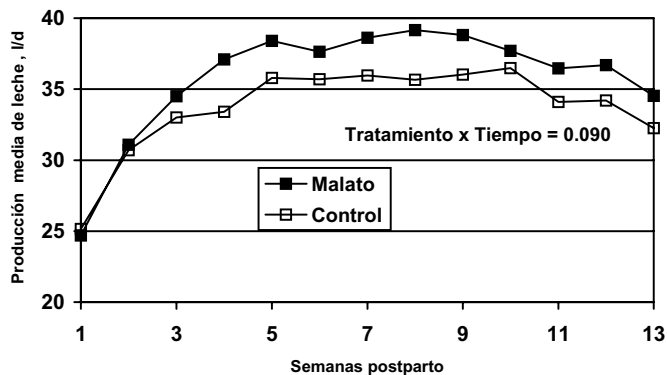


Figura 1. Efecto de la adición de malato sobre la evolución de la producción de leche durante los 90 primeros días de lactación

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en la producción de AGV. Sin embargo, la relación acético: propiónico evolucionó de forma distinta en el tiempo ($P < 0.05$). Este resultado se explicaría porque, exceptuando los 35 días postparto, la concentración de propiónico fue superior en las vacas suplementadas con malato respecto a las vacas control. Esta mayor producción de propiónico también podría explicar la mayor producción numérica de leche en las vacas suplementadas con malato. La producción de propiónico en el rumen es más eficiente que la producción de acético. Además, el ácido propiónico es precursor de glucosa, y esta es precursora de lactosa y puede ahorrar aminoácidos que pueden destinarse a la síntesis de proteína láctea. En varios trabajos *in vitro* (Carro et al., 1999; Martín y Streeter, 1995) se ha observado un incremento de la producción de ácido acético y propiónico con la adición de malato. Este resultado se atribuye al hecho que el malato es un intermediario del ciclo del ácido cítrico inverso o la vía succinato-propionato (Martín, 1998).

La adición de malato no afectó a la concentración de ácido láctico en el rumen (5.46 vs 4.88 mM para las vacas suplementadas con malato vs control, respectivamente). Otro de los beneficios atribuidos a la adición de malato a las raciones de rumiantes es la estimulación de la utilización del ácido láctico disminuyendo el riesgo de que el pH ruminal descienda (Nisbet y Martin, 1990) y aumentando la producción de propiónico por la vía del acrilato. Las concentraciones de ácido láctico observadas en este estudio se encuentran por debajo de las concentraciones que se suelen encontrar en acidosis ruminales subclínicas (Brown et al., 2000). En el rumen, la concentración de ácido láctico depende del balance entre su producción y su eliminación, y suelen encontrarse elevadas concentraciones cuando se sobrepasa la capacidad de utilización de las bacterias que son sensibles a pH bajos (Nocek, 1997). La falta de diferencias en la concentración ruminal de ácido láctico entre tratamientos en este estudio puede deberse a que los pH ruminales observados no son muy bajos y que las concentraciones de ácido láctico son bajas.

En conclusión, durante el período de transición la suplementación con malato puede ser una buena alternativa para permitir un alto consumo de concentrado sin perjudicar al pH ruminal. Los efectos del malato sobre la fermentación ruminal observados *in vitro* no se han detectado en este estudio *in vivo* durante el inicio de la lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro, M. D., S. López, C. Valdés, F. J. Ovejero. 1999. Anim. Feed Sci. Technol. 79:279-288.
- Brown, M. S., C. R. Krehbiel, M. L. Galyean, M. D. Remmenga, J. P. Peters, B. Hibbard, J. Robinson, W. M. Moseley. 2000. J. Anim. Sci. 78:3155-3168.
- Kung, L. J.R, J. T. Huber, J. D. Krummery, L. Allison, and R. M. Cook. 1982. J. Dairy Sci. 65:1170-1174.
- Martin, S. A., M. N. Streeter. 1995. J. Anim. Sci. 73:2141-2145.
- Martin, S. A. 1998. J. Anim. Sci. 76: 3123-3132.
- Nocek, J. E. 1997. J. Dairy Sci. 80:1005-1028.
- SAS.1996. SAS System for Mixed Models. SAS Inst.Inc., Cary, NC.

UTILIZACIÓN DE GRASAS DE ORIGEN VEGETAL EN RACIONES DE OVEJAS LECHERAS: DIGESTIBILIDAD Y RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

T. Castro¹, V. Jimeno², T. Manso³, A. R. Mantecón⁴

¹Dpto. de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. 28040 Madrid.

²Dpto. Producción Animal. E.U.I.T. Agrícola. Universidad politécnica. 28040 Madrid

³Dpto. Ciencias Agroforestales. E.T.S.I. Agrarias. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia

⁴Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo de correos 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

Las elevadas necesidades energéticas para la producción de leche, la limitación en la capacidad de ingestión durante la lactación y la necesidad de mantener unos mínimos de fibra en las raciones de los animales destinados esta producción, determinan la necesidad de utilizar grasas en la formulación de las raciones.

Desde hace tiempo, las raciones de vacas lecheras se suplementan con grasas para aumentar su densidad energética. En los últimos años se ha producido un incremento considerable en los estudios sobre el empleo de grasas en alimentación del vacuno lechero, aunque son todavía muy escasos los estudios realizados en ovino lechero.

Hasta hace unos años, gran parte de las grasas que se utilizaban en las raciones de los animales destinados a la producción de leche eran de origen animal (sebo, manteca o mezclas de distinto origen), sin embargo, parece probable que a medio o corto plazo se prohíba el empleo grasas de origen animal en la alimentación de los animales.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de la incorporación de aceite de palma hidrogenado y aceite de girasol en raciones para ovejas lecheras.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron 60 ovejas de raza Lacaune durante el quinto mes de lactación, entre la primera y tercera lactación, con un peso vivo medio de 74 kg, una CC de 2,75-3 y una producción media de leche de 1,4 l, con un 7,4 % de grasa. Los animales se distribuyeron en tres grupos experimentales: Grupo **Control** (sin grasa añadida), Grupo **Palma** (con un 3% de aceite de palma hidrogenado en el concentrado), Grupo **Girasol** (con un 3% de aceite de girasol en el concentrado).

Una semana antes de comenzar la prueba se seleccionaron los animales y se distribuyeron al azar en 3 grupos homogéneos, según la producción de leche.

Las raciones experimentales se formularon para que fuesen isoenergéticas e isoproteicas (tabla 1) y se suministró una ración *Unifeed 2* veces al día. El ordeño se realizó una vez al día (a las 11 de la mañana).

Semanalmente se midió la producción de leche de cada animal y se tomaron muestras para su posterior análisis en el laboratorio.

Simultáneamente se realizó una prueba de digestibilidad, en la que se utilizaron 3 ovejas secas, según un diseño en cuadrado latino (3 periodos x 3 ovejas x 3 tratamientos). Tras un periodo de adaptación a las raciones experimentales de 14 días, diariamente, durante 5 días consecutivos se procedió al control de la cantidad de alimento consumido y el total de heces emitidas. Para la recogida de las heces se equipó a los animales con arneses. El nivel de alimentación se mantuvo próximo a mantenimiento.

Con las muestras de los alimentos y heces se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: humedad, N total, y cenizas (AOAC, 1990). El contenido en FND y FAD se realizó según la técnica propuesta por Van Soest, Robertson y Lewis (1991) utilizando el analizador de fibra ANKOM200/220.

Proyecto: PR3/04-12381

En las muestras de leche se determinó su contenido en grasa y proteína mediante un equipo Milkoscan.

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS System v.8 mediante análisis de varianza, y se realizaron contrastes ortogonales para analizar las diferencias debidas a los tratamientos.

Tabla 1. Raciones experimentales

	Control	Palma	Girasol
Materias Primas (kg)			
Heno de avena	1.00	0.73	0.73
Heno de alfalfa	0.68	1.00	1.00
Semilla Entera de Algodón	0.17	0.10	0.10
Cebada	0.41	0.42	0.42
Maíz	0.24	0.25	0.25
H. Soja 44	0.32	0.28	0.28
Aceite de palma*	-	0.03	-
Aceite de girasol	-	-	0.03
Corrector vitamínico-mineral	0.03	0.03	0.03
MS (%)	88.15	88.10	88.10
UFI/kg MS	0.90	0.91	0.91
PB (% MS)	15.36	15.36	15.36
PDIA (%PDIN)	47.99	47.65	47.65
PDIN (g/kg MS)	103.9	103.2	103.2
PDIE (g/kg MS)	102.0	99.6	99.6
EE (% MS)	2.9	3.9	3.9
FND (% MS)	37.00	36.34	36.34
FAD (%MS)	27.12	27.19	27.19

* Aceite de palma hidrogenado (NUCLEOVIT-99, Lemasa, León). Materias grasas totales: 99%
Ácidos grasos: C14:0, 1-2%; C16:0, 55-60%; C18:0, 39-43%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 figura la digestibilidad de las raciones experimentales.

La inclusión de aceite en la ración, en los niveles expuestos en la tabla 1, dio lugar a un aumento en la digestibilidad de la MO (contraste 1, control vs palma y girasol), sin embargo, no se observaron diferencias significativas según el tipo de aceite utilizado (Contraste 6, palma vs girasol). Las raciones con aceite de girasol presentaron una mayor digestibilidad de la materia orgánica que el grupo control (contraste 5, control vs girasol).

No se observaron diferencias significativas en la digestibilidad de la grasa, FND y FAD.

Tabla 2. Digestibilidad de las de las raciones experimentales.

	Control	Palma	Girasol	e.s	Contrastes ²
Digestibilidad (%)					
MS	64.78	66.98	68.52	1.243	1*, 5*
MO	66.53	69.01	70.54	1.066	1, 5
PB	68.72	72.59	75.30	2.246	1*, 5*
EE	71.02	67.12	72.31	7.82	NS
FND	50.36	54.70	51.57	5.111	NS
FAD	44.18	50.84	46.01	5.036	NS

e.s., error estándar

² Contrastos (P<0.05, excepto *P<0.1): 1:control vs palma y girasol; 2: palma vs control y girasol; 3: girasol vs control y palma; 4: control vs palma; C5: control vs girasol; C6: palma vs girasol

NS: P>0,05

La tabla 3 muestra la producción y composición de la leche de los distintos grupos experimentales.

Las ovejas que consumieron aceite de palma produjeron más leche, también produjeron más leche estandarizada al 6% en materia grasa que las del grupo control y que las que consumieron aceite de girasol (contraste 2, palma vs control y girasol).

El porcentaje de grasa de la leche no fue afectado por los tratamientos experimentales, si embargo se observó una mayor producción de grasa (g/día) en las ovejas que consumieron aceite de palma (contraste 2, palma vs control y girasol).

La leche de las ovejas que consumieron aceite de girasol presentó un menor contenido en proteína (contraste 3, girasol vs control y palma, $P=0.067$) que la de los grupos control y palma. La cantidad de proteína (g/día) de la leche del grupo palma fue mayor que la del resto de los grupos experimentales.

Tabla 3. Producción (kg/día) y composición de la leche.

	Control	Palma	Girasol	e.s	Contrastes ²
Leche	0.78	0.92	0.84	0.212	2 [*] , 4
¹ LE	0.93	1.11	0.95	0.259	2, 4
Grasa (%)	9.56	9.53	9.13	1.354	NS
Grasa g/día	72.7	85.01	74.24	21.321	2, 4 [*]
Proteína (%)	7.36	7.38	6.92	0.64	3 [*]
Proteína g/día	56.24	65.84	56.40	15.353	2, 4, 6

¹ Leche estandarizada = Leche (0,071xGrasa+0,043xProt.+0,2224) (Boquier et al, 1993)

e.s., error estándar

² Contrastes ($P<0.05$, excepto ^{*} $P<0.1$): 1: control vs palma y girasol; 2: palma vs control y girasol; 3: girasol vs control y palma; 4: control vs palma; C5: control vs girasol; C6: palma vs girasol

NS: $P>0,05$

Estos resultados, parecen indicar que la utilización de aceite de palma mejora la producción total de leche, grasa y proteína, sin modificar la composición de la leche en cuanto al porcentaje de grasa y proteína. La inclusión de un 3 % de aceite de girasol en el concentrado reduce el contenido en proteína de la leche.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la explotación "Encrucijadas S.A." y a su Director Gerente, D. Guillermo Rodríguez López su inestimable colaboración para la realización de esta trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A.O.A.C., 1990. Official methods of the analysis of the AOAC (15th ed.). Washington, DC.
- Bocquier, F., Barillet, F., Guillouet, P., Jacquin, M. (1993). Prévion de l'énergie du lait de brebis à partir de différents résultats d'analyses: proposition de lait standard pour les brebis laitières. Ann Zootech, 42:57-66
- SAS (Statistical Analysis System Institute). (2001). SAS Companion for the Microsoft Windows Environment, V. 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597

NIVEL DE EXCRECIÓN DE UREA EN LECHE COMO ESTIMADOR DE LA ALIMENTACIÓN NITROGENADA EN VACAS

**B. de la Roza; A. Marbán; E. Paredes; F. Vicente; M.L. Rodríguez¹;
A. Argamentería**

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13; 33300 Villaviciosa (Asturias). ¹Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios, S.L. Polígono Bravo-Sierra de Granda s/n; 33199 Granda Siero (Asturias)

INTRODUCCIÓN

Los datos de control lechero en Asturias revelan, para los contenidos en proteína y urea de la leche, unos promedios anuales de 3,13 % y 310 mg /L respectivamente (ASCOL, Comunicación personal). El primero resulta bajo y el segundo alto respecto a los estándares óptimos (Swaisgood, 1993). El nivel de urea en leche puede ser un indicador de la eficiencia de la alimentación nitrogenada a nivel del rebaño completo, si se toman ciertas precauciones a la hora de interpretar los datos, pues también influyen factores no relacionados con la nutrición (Vicente, 2002). Sin embargo, para la generalidad de Asturias, cabe sospechar de influencia nutricional sobre los valores mencionados reportados, ya que es frecuente el uso de de ensilados de hierba de prado, pradera y raigrás italiano. Dichos forrajes se caracterizan por un desequilibrio entre energía y nitrógeno fermentables en el rumen que no favorece la síntesis de proteína microbiana, siendo difícil ajustar los niveles de proteína degradable y no degradable digestible con el resto de los ingredientes de la ración.

El objetivo del presente trabajo fue contrastar, sobre una muestra de explotaciones asturianas si estos dos parámetros se relacionaban con el contenido en principios nutritivos de la ración suministrada a las vacas en producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron diez explotaciones con suministro de dieta completa mediante remolque mezclador y otras diez con reparto de diferentes alimentos a lo largo del día. Para reducir la influencia genética, manejo, época del año, momento de ordeño y analítica todas ellas eran controladas por Asturiana de Control Lechero (ASCOL) y asesoradas por Asturiana de Servicios Agropecuarios, S. L. (ASA). El muestreo de leche se concentró en los meses de agosto a octubre (9 semanas), tomándose las muestras directamente del tanque de frío tras el primer, segundo y cuarto ordeño incorporado al tanque para compensar el efecto de ordeño de mañana o de tarde. Se utilizó dicromato potásico como conservante y las muestras fueron refrigeradas hasta su análisis. El análisis de las 12 muestras de leche por explotación y semana se efectuó en el Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias (LILA).

Semanalmente, se muestreó la dieta completa o cada uno de los diversos alimentos, anotando en este caso la cantidad supuestamente dada por el ganadero, según el racionamiento realizado por ASA. Mediante tecnología NIR se efectuaron las determinaciones que figuran en la Tabla 1.

Se efectuó análisis de regresión paso a paso entre los niveles de proteína y urea en leche y los principios nutritivos de la ración, así como un análisis discriminante entre explotaciones (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variaciones entre semanas para la composición de la leche y de la dieta fueron relativamente importantes para la primera y en menor grado para la segunda. Ciñéndonos a los promedios de las nueve semanas de muestreo, los intervalos de valores figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de la leche y de la dieta según explotaciones con alimentación unifeed o disociada

Alimentación	DISOCIADA		UNIFEED	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Composición de la leche:				
Grasa (%)	3,92	3,35	4,20	3,62
Proteína (%)	3,27	3,09	3,40	3,12
Urea (mg/L)	379	242	333	218
Células somáticas(miles/ml)	443	160	375	79
Composición de la dieta:				
Materia seca (%)	89,84	45,56	60,32	42,74
Cenizas (%MS)	11,04	5,62	8,99	7,53
Proteína bruta (%MS)	18,20	13,53	17,06	12,05
Extracto etéreo (%MS)	4,44	3,50	4,60	3,67
Almidón (%MS)	32,37	19,63	25,97	15,20
Fibra bruta (%MS)	22,03	12,09	26,21	16,66
Extractivo libre de nitrógeno. (%MS)	61,00	45,15	56,08	48,95
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	11,7	10,2	11,0	9,8
abMS	92	80	79	65
DTMS	75	66	68	57
abPB	95	79	89	81
DTPB	76	72	74	67
Fibra neutro detergente (%MS)	41,46	25,09	n.d.	n.d.
Fibra ácido detergente (%MS)	27,91	17,86	n.d.	n.d.

abMS = Degradabilidad potencial (%) de la materia seca; abPB = Idem proteína bruta; DTMS = Degradabilidad teórica (%) de la materia seca; DTPB = Idem proteína bruta

El análisis de regresión paso a paso entre la proteína de la leche y los principios nutritivos de la ración, selecciona las degradabilidades potencial y efectiva de la MS. Ambas están muy correlacionadas y es previsible una alta colinealidad. Ante ello y el bajo coeficiente de determinación (R^2 ajustado = 0,19) sólo cabe pensar en un mínimo efecto de la degradabilidad ruminal de la MS, en el sentido de que puede resultar un indicador de la energía fermentable total.

Para la urea en leche, sí que hay influencia, se obtiene la siguiente ecuación: mg de urea/L leche = $(67 \pm 61) - (3,6 \pm 1,2) \cdot \text{Almidón} + (1,5 \pm 0,4) \cdot \text{MS} + (13,8 \pm 3,5) \cdot \text{PB}$; R^2 ajustado = 0,66; r.s.d. = ± 24 , no siendo significativo el término independiente pero sí los demás ($P < 0,01$). Las tres variables independientes seleccionadas no están correlacionadas significativamente entre sí. La proteína bruta y el almidón tienen efectos contrapuestos sobre la concentración de amoníaco ruminal, mientras que la materia seca influye sobre la ingestión de la misma, condicionando a su vez la ingestión de energía que a su vez afecta al metabolismo del nitrógeno.

El análisis por componentes principales revela que los primeros autovectores seleccionados explican el 44 y el 20% de la variación. Permiten realizar tres agrupaciones (Figura 1). A la izquierda quedan las explotaciones con menor nivel de urea en leche, entre 218 y 284 mg/L, oscilando el contenido en proteína de las mismas entre 3,18 y 3,40% (máximo absoluto observado). Las respectivas raciones presentan valores de proteína entre 12,1 y 16,6% y con niveles superiores al 20% de

almidón. La MS oscila de 42,7 a 58.3%. Cabe afirmar que son las que permiten una mayor eficiencia del nitrógeno ingerido para síntesis de proteína en leche.

A la derecha se agrupan las explotaciones con mayor nivel de urea en leche (303 y 379 mg/L). El contenido en proteína varía de 3,09 (mínimo absoluto observado) a 3,27%. Las raciones contienen un porcentaje de almidón en torno al 20%, pero su contenido en proteína bruta está por encima de las del grupo anterior (14,5 – 18,2%), oscilando el nivel de materia seca oscila entre 45,6 y 89,8%. Se trata de las de menor eficiencia del nitrógeno ingerido para síntesis de proteína en leche. Todas pertenecen al grupo de alimentación disociada.

En posición central están las que tienen niveles intermedios tanto de urea (255 – 333 mg/L) como de proteína (3,12 – 3,24%) en leche. Sus raciones contienen entre 14,2 y 17,1% de proteína bruta y entre 15,2 y 26,7% de almidón, variando la materia seca entre 53,9 y 72,9%. La eficiencia de la utilización del nitrógeno ingerido resulta intermedia entre los dos grupos anteriores.

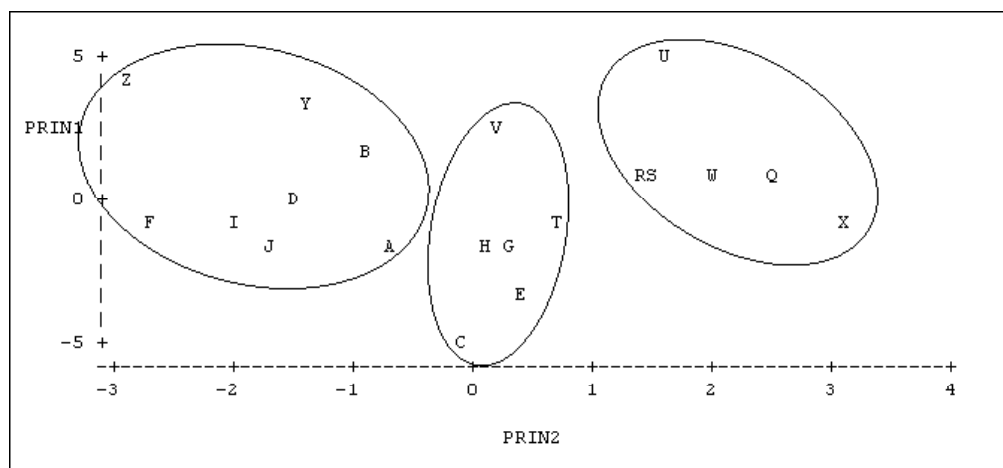


Figura 1. Distribución de las explotaciones según las dos primeras componentes principales. A,B,C,D,E,F,G,H,I,J: Explotaciones con alimentación *unifeed*. Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z: Explotaciones con alimentación disociada.

A la vista de estas observaciones, en las explotaciones asturianas en control lechero que utilizan ensilados, independientemente de su tipo de alimentación, para maximizar la utilización del nitrógeno ingerido se precisan contenidos de materia seca en torno al 50%, de proteína bruta inferiores al 15% y de almidón superiores al 20%. Las determinación de urea en leche, unida a la de proteína, permite detectar deficiencias en las raciones suministradas al rebaño.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los ganaderos participantes y del servicio técnico de ASA, así como al LILA por los análisis físico-químicos de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SAS Institute, SAS/STATTM, 1999. User's Guide. Release 8.2. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC (1999).
 Swaisgood, H.E. (1993) Critical Reviews in Food Technology, Vol III. CRC Press.
 Vicente, F. (2002) Relación entre la concentración de urea en leche y el manejo nutricional del ganado vacuno lechero. KRK ediciones, Oviedo.

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA PROTEICA EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE DEL PAIS VASCO

Arriaga, H¹., Rosell, M¹., Pinto, M¹., Calsamiglia, S², Merino, P¹.

¹ Dpto. Agrosistemas y Producción Animal, NEIKER A.B. Berreaga, 1 48160 Derio (Bizkaia)

² Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, intereses económicos, medioambientales y sociales requieren el control de los "inputs" en forma de nitrógeno en los sistemas de producción de leche intensivos. Así, la reducción de las excretas de nitrógeno mediante el ajuste de la proteína de la ración y una mayor eficiencia láctea son una de las vías para disminuir la contribución negativa del exceso de nitrógeno a la contaminación medioambiental a nivel de explotación (Jonker et al., 2002). Por otra parte, en un sector donde los márgenes económicos están muy ajustados y el control medioambiental es cada vez mayor, resulta necesario realizar una revisión de la situación actual.

El objetivo del presente estudio es valorar el nivel de consumo proteico en 43 explotaciones comerciales del País Vasco (pertenecientes a las provincias de Araba y Bizkaia), establecer relaciones con los niveles de excreción de nitrógeno total en heces y orina, analizar la eficiencia del nitrógeno destinado a leche, y determinar relaciones entre el sistema de alimentación empleado y la cantidad de nitrógeno excretado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuarenta y tres explotaciones comerciales del País Vasco (20 en Bizkaia y 23 en Araba) fueron muestreadas durante nueve meses (marzo - noviembre de 2003). El número de explotaciones representaban el 10% del total de las granjas de cada territorio histórico y fueron elegidas en colaboración con los órganos de gestión de cada territorio. Las explotaciones seleccionadas eran representativas de los diferentes sistemas de alimentación existentes, así como de los niveles productivos a nivel provincial. Los sistemas de alimentación implantados en las explotaciones muestreadas fueron los siguientes: sistema con carro Unifeed (U), sistema basado en Mezclas Húmedas (MH), sistema en base a Mezclas Secas (MS) y por último, un sistema basado en silo de hierba y concentrado (S+C). El rango de producción láctea se situaba entre 7,009 y 11,800 litros anuales. El número medio de cabezas de ganado en lactación en las explotaciones de Bizkaia alcanzaba las 80 unidades (mínimos de 30 y máximos de 145) en tanto que en Araba el número medio era de 99 (mínimos de 56 y máximos de 360), todas ellas pertenecientes a la raza Holstein.

En cada explotación se recogieron las siguientes muestras: 1 Kg de los ingredientes de la ración, 250 ml. de una muestra de leche de tanque, 3 muestras de heces correspondientes a 3 vacas en producción y 2 muestras de orina relativas a 2 vacas en producción. Las muestras de la ración y heces fueron secadas a 55°C, molidas y tamizadas (1 mm) para el análisis de nitrógeno (AOAC, 2000). Los ingredientes de la ración fueron analizados también para cenizas, FND, grasa y lignina. Las muestras de orina se acidificaron con H₂SO₄ al 10% y fueron congeladas a -20°C hasta su análisis de nitrógeno y urea. La leche fue recogida del tanque a 4°C y enviada al Instituto Lactológico de Lekunberri para el análisis de proteína, grasa, lactosa y urea. La urea en leche fue determinada mediante el kit enzimático de Boehringer Mannheim R-Biopharm, en tanto que la urea en orina fue medida colorimétricamente por el método del diacetil monoxima (Marsh et al., 1965).

El programa CNCPS 5.0 (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) fue empleado para estimar parámetros que no pudieron ser cuantificados debido a las características del muestreo: volumen de excreción diaria de heces y orina, proteína degradable en rumen, proteína soluble y proteína microbiana. El análisis estadístico se realizó mediante el empleo de los programas SAS 8.0 y Statview 5.0. Se realizó el test de normalidad a todos los datos, logaritmizados en caso de ser necesario, para el análisis de las varianzas (ANOVA) de las variables consumo de proteína,

nitrógeno excretado en heces, orina y leche, y la urea en leche en función de los factores provincia y sistema de alimentación. El test de Fisher ($P < 0,05$) fue empleado para los análisis de significancia. Asimismo, una regresión múltiple fue empleada para las variables nitrógeno total excretado por vaca y por litro producido.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química media de la dietas de ambos territorios y el promedio de las analíticas de los parámetros lácteos se muestran en la Tabla 1. En Araba se observa tanto un mayor consumo proteico ($P < 0,05$) como una mayor producción diaria de leche ($P < 0,05$). El nivel medio de consumo proteico en Araba se sitúa entorno al valor de 16,5% recomendado por Broderick (2003) para la optimización de la utilización del nitrógeno dietario, mientras que Bizkaia se sitúa en un 15,6%. Una regresión simple representa la relación entre el consumo de proteína y el nivel productivo de las explotaciones de ambas provincias (Fig.1), observándose una relación positiva ($r^2 = 0,18$) entre la ingesta de proteína y la producción diaria de leche. En relación a los cuatro sistemas de alimentación implantados, es el sistema U el que presenta valores medios de producción más elevados (31 Kg leche), especialmente en referencia sistema MH (26 Kg leche) ($p < 0,05$). Las explotaciones con ganado alimentado con MH, únicamente hallado en Bizkaia y donde representa el 35% de utilización, presentan consumos proteicos algo menores que el resto de los sistemas (Fig 2) que hacen que el sistema MH tenga una ingestión proteica menor, disminuyendo posiblemente el potencial productivo lácteo de la provincia. El consumo de proteína es la variable con mayor peso sobre la cantidad de nitrógeno excretado según una regresión múltiple realizada ($r^2 = 0,29$) junto con la producción láctea de leche ($r^2 = 0,18$). Así, al realizar una regresión múltiple para la relación N total excretado en heces y orina en función de la producción láctea diaria, se observó que disminuía el N excretado por litro de leche producido según aumentaba el nivel productivo ($r^2 = 0,49$), lo cual indicaría que para el marco europeo de producción láctea basado en cuotas, el N total excretado por litro de leche producido sería menor empleando vacas de alta producción.

Tabla 1. Composición química de la dieta y datos productivos en Araba y Bizkaia

	BIZKAIA		ARABA	
	Media	Std	Media	Std
IMS (Kg/día)	22.69	2.02	23.03	1.88
PB (%)	15.65 ^b	0.93	16.7 ^a	1.21
Grasa (Kg/día)	0.74 ^b	0.19	0.93 ^a	0.15
FND (Kg/día)	9.11	1.15	9.04	1.03
PB sol (Kg/día)	1.01 ^b	0.14	1.22 ^a	0.21
PDR (Kg/día)	2.14	0.24	2.39	0.24
Prot. Microb (Kg/día)	1.31	0.10	1.28	0.13
Leche (Kg/día)	26.73 ^b	4.37	30.42 ^a	4.91
Proteína láctea (%)	3.13	0.09	3.19	0.07
Grasa láctea (%)	3.68	0.23	3.77	0.15

a, b : letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas a $P < 0,05$

De esta manera, en relación a la distribución del nitrógeno excretado en heces, orina y leche, no se hallaron diferencias significativas entre ambas provincias (Tabla 2) ni entre los diferentes sistemas de alimentación empleados. Sin embargo, el sistema MH excretaba en heces y orina el 62% del nitrógeno ingerido en tanto que los otros 3 sistemas excretaban entorno al 67% del nitrógeno al medio. Si bien el N en heces presenta contenidos más constantes, el N en orina está más influenciado por cambios en la ingesta proteica (Aarts et al., 1992) y puede ser estimado a través del valor de urea en leche (Nousiainen et al., 2004). En nuestro trabajo, la urea en leche medida es significativamente mayor en Araba ($p < 0,05$), excediendo los niveles normales de 10-15 mg/dl (Carlsson y Pehrson, 1994; Moore y Varga, 1996). Asimismo, la predicción del CNCPS para la proteína soluble es significativamente mayor en las explotaciones de Araba ($p < 0,05$), por lo que en especial el nitrógeno

urinario sería de esperar que fuera mayor (Susmel et al., 1995; Tamminga, 1992; Nousiainen et al., 2004). Por el contrario, no se ha observado la misma diferencia en la urea en orina de modo que el nitrógeno urinario está probablemente subestimado debido a las variaciones inherentes a un muestreo puntual, como son: estación del año, momento del muestreo, mes de lactación, producción láctea, etc.

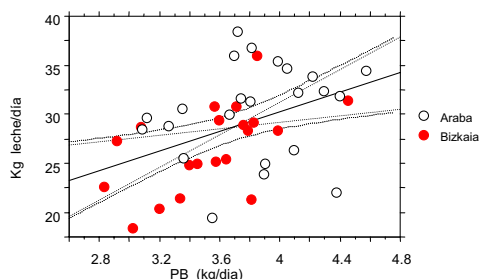


Fig.1. Consumo proteico diario y producción láctea en Araba y Bizkaia

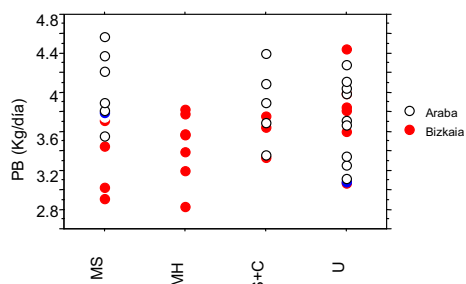


Fig.2. Consumo proteico según sistema en Araba y Bizkaia

Tabla 2. Balance de N en Bizkaia y Araba.

	BIZKAIA		ARABA	
	Media	Std	Media	Std
Ingesta N (g/día)	567.6	61.8	612.1	66.0
N en leche(g/día)	127.2 (22.5%)	25.2	154.8 (25,5%)	26.9
N en heces (g/día)	184.3 (32.5%)	36.7	190.6 (31.1%)	38.6
N en orina (g/día)	224.9 (39,66%)	78.1	206.9 (33,8%)	71.5
Urea en leche (mg/dl)	16.3 ^b	5.4	25.4 ^a	3.9

^{a, b}: letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas a P<0,05

En conclusión, la ingesta de proteína se relacionó de forma positiva con la excreción de N total y la producción láctea. No obstante, el N total excretado por litro de leche producido fue menor empleando vacas de alta producción, por lo que se apunta a una mayor rentabilidad ambiental en vacas de alta producción dentro de un sistema de producción láctea condicionado a cuotas.

Este estudio ha permitido obtener información en relación a los niveles productivos y de excreción de nitrógeno en el País Vasco, y servirá como herramienta para evaluar las posibilidades de disminución de nitrógeno al medio en futuros ensayos en condiciones controladas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
 Aarts, H.F.M., Biewinga, E.E. and Van Keulen, H. 1992. Neth. J. Agric. Sci. 40: 285-299.
 Broderick, G.A. 2003. Journal Dairy Science 86: 1370-1381.
 Carlsson, J. and Pehrson, B. 1994. Acta Vet. Scand. 35: 193-205.
 Jonker JS, Kohn RA and High J. 2002. Journal Dairy Science 85: 1218-1226.
 Marsh, W.H., Fingerhut, B. and Miller, H. 1965. Clinical Chemistry 11, 6, 624-627.
 Moore, D. and Varga, G. 1996. Comp. Cont. Edu. Pract. Vet. 18: 712-721.
 Nousiainen, J., Shingfield, K.J. and Huhtanen, P. 2004. Journal Dairy Science 87: 386-398.
 Susmel, P., Spanghero, M., Stefanon, B. and Mills, C.R. 1995. Livest. Prod. Sci. 44: 207-219.
 Tamminga, S. 1992. Journal Dairy Science 75: 345-357.

AGRADECIMIENTOS: Los autores desean expresar su agradecimiento al INIA por la financiación del proyecto RTA03-011 titulado "Optimización de la dieta de ganado vacuno para una producción sostenible y de calidad", que posibilitó la realización de dicho trabajo

INCLUSIÓN DE ACEITE DE SOJA EN EL CONCENTRADO DE CABRAS LECHERAS PARA INCREMENTAR EL CLA EN LECHE

M. A. Bouattour, R. Casals, E. Albanell, X. Such y G. Caja.
 Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Los suplementos lipídicos pueden modificar el contenido de grasa en la leche y su perfil de AG (Chilliard et al., 2003). Este hecho es de considerable importancia para la salud humana, dado el efecto beneficioso de los ácidos grasos poliinsaturados y en especial del ácido linoleico conjugado (CLA), al que se atribuyen, entre otros, efectos anticancerígenos, antidiabetes y antiobesidad (Williams, 2000). Los objetivos de este trabajo fueron estudiar los efectos de la incorporación de aceite de soja (A) en el concentrado de cabras lecheras sobre la producción y composición de leche y sobre su perfil de ácidos grasos, en particular su contenido en CLA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 cabras adultas de raza Murciano-Granadina en lactación ($39,2 \pm 5$ kg PV), mantenidas en condiciones de explotación intensiva en la Granja Experimental de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, en Bellaterra. A los 30 días de lactación, los animales fueron distribuidos en 2 lotes experimentales de 12 cabras cada uno, equilibrados según la producción de leche, el peso vivo y el número de lactación. El diseño experimental fue un *cross over* con 2 períodos de 4 semanas cada uno (2 semanas de adaptación y 2 de toma de datos) y 2 tratamientos: **C** (control) y **A** (aceite de soja, 6% en el concentrado).

Las cabras fueron alimentadas "ad libitum" con una mezcla (50:50) de festuca deshidratada (PB: 12%; FND: 59%) y alfalfa granulada (PB: 15%; FND: 47%), y 1 kg de concentrado por cabra y día, que se ofreció de forma individual repartido en dos tomas en la sala de ordeño (a las 0900, coincidiendo con el único ordeño, y a las 1500). La composición en ingredientes de los concentrados (18,4% PB; C: 4,1% EE; A: 9,3% EE) se indica en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Ingredientes de los concentrados experimentales.

Ingredientes, %	Concentrado C	Concentrado A
Maíz grano	38,5	38,5
Cebada grano	28,1	19,5
Soja-44%	28,1	30,7
Aceite de soja	0,0	6,0
Oxido de magnesio	0,37	0,37
Bicarbonato sódico	0,93	0,93
Minerales y vitaminas	5,3	5,3

En cada periodo de toma de datos se recogieron muestras de alimentos y de rechazos, se molieron a través de un tamiz de 1 mm, y se analizaron MS, cenizas, PB y fibra según AOAC (1990). Igualmente se realizaron 5 controles lecheros en los que se registró la producción diaria y se tomaron muestras de leche para el análisis químico (PB, GB, PV) en un equipo NIRs (Technicon InfraAlyzer-450, Bran+Luebbe

SL, Nordersted, Germany), de acuerdo a Albanell et al. (1999). Otra muestra de leche fue preparada según la metodología descrita por Sukhija y Palmquist (1988) modificada según las recomendaciones de Kramer et al. (1997), y posteriormente analizada mediante cromatografía de gases, disponiendo de patrones para dos isómeros del CLA: el *cis* 9 *trans* 11 C18:2 (ácido ruménico) y el *cis* 10 *trans* 12 C18:2. Por otra parte, al inicio y al final de cada periodo experimental, los animales se pesaron y se les realizó una valoración de la condición corporal según la metodología de Hervieu et al. (1991). Los datos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED con medidas repetidas de SAS 8.2 (SAS Institute, Cary, NC), utilizando el test Tukey de comparaciones múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión de alimentos (2,34 kg MS/d), que correspondió a un consumo voluntario de un 1,44 kg de forraje por cabra y día, no fue afectada por la incorporación de aceite de soja, contrariamente a lo indicado por múltiples trabajos utilizando fuentes de grasa no protegida (Chilliard et al., 2003), donde la suplementación con lípidos provocó una depresión de la ingestión de alimentos. Es probable que la concentración de aceite (2,4% de la MS) obtenida finalmente en la ración total fuera razonable como para no perjudicar el consumo voluntario de MS.

La adición de aceite de soja no tuvo efectos sobre las producciones de leche (1,87 kg/d) ni de leche corregida (2,03 kg/d), así como tampoco sobre la eficiencia de conversión o leche corregida obtenida por kg de MS ingerida (0,86). Según estudios realizados en cabras lecheras, la adición de suplementos lipídicos no suele modificar la producción de leche (Chilliard et al., 2003), al contrario de lo que viene ocurriendo en vacas. Tampoco hubo diferencias significativas en los valores de peso vivo (40,5 kg) ni de condición corporal (2,7 puntos) en función del tratamiento experimental.

A causa de la adición de aceite de soja, se incrementaron el contenido de grasa (4,4 % vs 4,8 %; $P < 0,0001$) y la grasa exportada en la leche (83 vs 88 g/d; $P < 0,05$). En cambio, el contenido de proteína (3,4%) y la proteína exportada (64 g/d) no se vieron afectadas. La mejora de la grasa de la leche a consecuencia de los suplementos lipídicos coincide con lo que se observa en la mayoría de estudios realizados en caprino (Chilliard et al., 2003) y, en nuestro caso, es superior a la observada en vacas, pero inferior a la obtenida en ovejas (Bouattour, 2004). Este resultado podría resolver un problema de orden tecnológico en la fabricación de queso de cabra relacionado con el “síndrome de baja grasa” o de inversión de porcentajes, en que el contenido de grasa cae por debajo del de proteína. En cuanto al contenido proteico, suele caer en el caso de vacas (DePeters y Cant, 1992) o de ovejas suplementadas con lípidos (Bocquier y Caja, 2001), pero se descarta la existencia de este efecto en cabras lecheras (Chilliard et al., 2003).

Los resultados del perfil de ácidos grasos de la leche se indican en la **Tabla 2**. La adición de aceite redujo ($P < 0,01$) las concentraciones de ácidos grasos de cadena corta y media: C10:0 (11,1 vs. 8,9%), C12:0 (6,2 vs. 4,2%), C14:0 (11,2 vs. 8,6%) y el C16:0 (26,8 vs. 21,9%). En cambio permitió incrementar las concentraciones de los ácidos grasos de cadena larga C18:0 (8,9 vs. 11,5 %; $P < 0,01$), C18:1 (20,4 vs. 27,8%; $P < 0,01$), C18:2 (4,0 vs. 5,1%, $P < 0,01$) y *cis* 9- *trans* 11 CLA (0,72 vs. 2,17%, $P < 0,0001$), lo que supone un nivel de CLA tres veces superior al control.

Tabla 2. Efecto de la adición de aceite de soja al concentrado sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de cabra.

	Tratamientos		ES	Efecto ¹ (P<)
	C	A		
C10:0	11,11	8,98	0,477	**
C12:0	6,28	4,26	0,240	**
C14:0	11,2	8,66	0,303	**
C14:1	0,21	0,12	0,019	**
C15:0	1,58	1,28	0,048	***
C16:0	26,83	21,95	0,573	**
C16:1	1,04	1,3	0,040	**
C17:0	1,49	1,2	0,026	***
C17:1	0,26	0,2	0,018	***
C18:0	8,99	11,55	0,504	**
C18:1	20,42	27,78	0,674	**
C18:2	4,03	5,1	0,195	**
C18:3	0,74	0,65	0,024	***
CLA (ácido ruménico)	0,72	2,17	0,085	***

¹Efecto: ** P<0,01; *** P<0,0001.

La soja, en general, se caracteriza por su elevado contenido en C18:2 (más del 50%), un contenido relativamente alto en C18:1 y bajo en C18:3. Este perfil de AG justifica el incremento en la concentración de la mayoría de ellos en la leche, siendo el incremento cuantitativo muy elevado en el C18:1, a causa de la biohidrogenación del C18:2 en el rumen. El nivel de CLA obtenido es de los más elevados que se han observado en cabras y es similar al citado por Chilliard et al. (2004) utilizando aceite de girasol. En conclusión, y según este estudio, incorporar una dosis moderada de aceite de soja en el concentrado de cabras permitió mejorar la grasa y el contenido de CLA en la leche sin tener efectos negativos sobre la ingestión, la producción y la proteína de la leche.

Agradecimiento: trabajo financiado con el Proyecto CICYT AGL-2001 2617.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albanell, E., P. Cáceres, G. Caja, E. Molina, and A. Gargouri. 1999. *J. AOAC Internat.* 82: 753-758.
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis.*
- Bocquier, F. et G. Caja. 2001. *INRA Prod. Anim.* 14 (2): 129-140.
- Bouattour, M. A. 2004. Tesis Máster of Science CIHEAM. I.A.M.Zaragoza.
- Chilliard, Y., A. Ferlay, J. Rouel and G. Lamberet. 2003. *J. Dairy Sci.* 86:1751-1770.
- Chilliard, Y., J. Rouel, A. Ferlay, L. Bernard, P. Gaborit, K. Raynal-Lojutovac, A. Lauret. 2004. *CIHEAM-IDF International Symposium.* Zaragoza- Spain.
- DePeters, E. J. and J. P. Cant. 1992. *J. Dairy Sci.* 75: 2043-2070.
- Hervieu, J., P. Morand-Fehr, Ph. Shmidely, V. Fedele et R. Delfa. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires.* 13: 43-56.
- Kramer, J. K. G., V. Fellner, M. E. R. Dugan, F. D. Sauer, M. M. Mossoba, and Yurawecz. 1997. *Lipids.* 32: 1219-1228.
- Sukhija, P. S., and D. L. Palmquist. 1988. *J. Agric. Food Chem.* 36: 1202.
- Williams, C. M. 2000. *Ann. Zootechnol.* 49: 165 – 180.

EFFECTO DE LA CONSERVACIÓN DEL FORRAJE SOBRE EL NIVEL DE EXCRECIÓN DE CUERPOS CETÓNICOS POR ORINA

F. Vicente, B. de la Roza, M.L. Rodríguez¹, M. Peláez¹, A. Argamentería

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13; 33300 Villaviciosa (Asturias). ¹Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios, S.L. Polígono Bravo-Sierra de Granda s/n; 33199 Granda Siero (Asturias)

INTRODUCCIÓN

En fase creciente de lactación, la capacidad de ingestión voluntaria de las vacas lecheras es limitante para cubrir sus necesidades energéticas, teniendo que movilizar sus reservas corporales (Kunz et al. 1986). Ahora bien, la cantidad de ácidos grasos que el hígado es capaz de metabolizar es limitada y, el exceso de éstos es convertido a cuerpos cetónicos. Si además la dieta contiene un ensilado con exceso de fermentación butírica, contribuirá a incrementar la proporción molar de butirato en el rumen (Chalupa, 1974), que será metabolizado a acetoacetato y β -hidroxibutirato en el epitelio ruminal elevando también el nivel de cuerpos cetónicos en sangre. Por otra parte, la fermentación butírica en los ensilados reduce su ingestibilidad y, con frecuencia, su concentración energética, por lo que potencia la movilización de reservas corporales. El patrón de fermentación butírica es frecuente en los ensilados de hierba en la Cornisa Cantábrica (de la Roza *et al.* 1999). No es infrecuente que el origen de la cetosis se deba a ambas causas nutricionales: balance energético negativo e ingestión de un ensilado con exceso de fermentación butírica.

El objetivo del presente trabajo es determinar si existe relación entre las características fermentativas de los ensilados utilizados en el racionamiento en explotaciones lecheras de Asturias y la incidencia de cetosis subclínica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 12 meses se realizó un seguimiento de 20 explotaciones lecheras representativas, 10 con un suministro de dieta completa mediante carro mezclador y otras 10 con reparto de diferentes alimentos a lo largo del día. Mensualmente, se realizó un muestreo de la dieta y de sus constituyentes, analizándose los parámetros indicados en la Tabla 1 mediante los procedimientos de Wende y Van Soest. La concentración de ácidos grasos volátiles en los ensilados se determinó mediante HPLC tras desproteinizar el jugo de los mismos. Simultáneamente, un total de 2857 muestras de orina fueron tomadas de 1112 vacas que se encontraban entre los 30 días previos al parto y los 100 posteriores, determinándose en las mismas, mediante kits semi-cuantitativos, el nivel de cuerpos cetónicos en orina. Mediante un análisis de distribución binomial se contrastó si la probabilidad de hallar una vaca con cetosis es superior en explotaciones con ensilados de calidad fermentativa mala frente al resto. Para ello y para comparaciones adicionales de medias se utilizó el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al no apreciarse diferencias significativas en la composición de las dietas según el manejo de la alimentación, los resultados se presentan conjuntamente en la Tabla 1. La única diferencia reseñable es que el contenido en materia seca del manejo disociado es superior al de las dietas *unifeed* (65,37 vs. 47,99 %MS, $p < 0,01$) por un mayor uso de alimentos deshidratados. Aunque la oferta de materia natural entre los dos tipos de manejo es diferente (34,33 vs. 43,57 kg materia natural para manejo disociado o *unifeed* respectivamente, $p < 0,05$), las diferencias indicadas en el contenido de humedad igualan la oferta en materia seca.

Tabla 1. Medias de la oferta de alimento y composición química de las dietas ofertadas.

	Media	e.e.	mínimo	máximo
Oferta (kg/día)	38,43	2,082	23,68	51,00
Materia seca (%)	56,68	3,345	40,40	89,84
Materia orgánica (%MS)	91,98	0,278	88,96	94,38
Proteína bruta (%MS)	15,87	0,381	12,53	18,75
Extracto etéreo (%MS)	4,10	0,073	3,50	4,46
Fibra bruta (%MS)	18,13	0,602	12,09	23,46
Extractivos no nitrogenados (%MS)	53,88	0,805	45,15	61,00
Almidón (%MS)	23,47	0,930	18,16	32,37
Energía metabolizable (MJ/kgMS)	10,77	0,099	9,94	11,61
Ácido butírico (%MS)	0,295	0,0879	0,000	1,230

El contenido en ácido butírico de los ensilados incluidos en las dietas *unifeed* fue superior al de los utilizados en la alimentación disociada (20,65 vs. 18,45 g/kg MS de ensilado), por lo que los promedios de ácido butírico sobre la ración total presentaron la misma relación (0,362 vs. 0,228 % sobre MS para dietas *unifeed* y disociadas respectivamente). Dichas diferencias no llegaron a alcanzar significación estadística debido a la gran variación entre explotaciones dentro de cada grupo, pero fueron suficientes para elevar la proporción de casos cetosis subclínica en las explotaciones con alimentación *unifeed* (21,68 vs. 17,52% para las explotaciones con dietas *unifeed* y disociadas respectivamente).

El contraste mediante chi-cuadrado de las frecuencias en que aparecen casos de cetosis en cada una de las categorías estudiadas según la concentración de ácido butírico en el ensilado (INRA, 1981), arroja diferencias significativas, indicando que existe una relación entre las mismas. Es decir, existe una mayor probabilidad de que aparezcan casos de cetosis subclínica en los animales que reciben una dieta elaborada con ensilados con un alto contenido en ácido butírico. Además, la concentración de éste en la dieta fue significativamente superior en los animales a los que se detectó cetosis subclínica ($p < 0,001$, Figura 1).

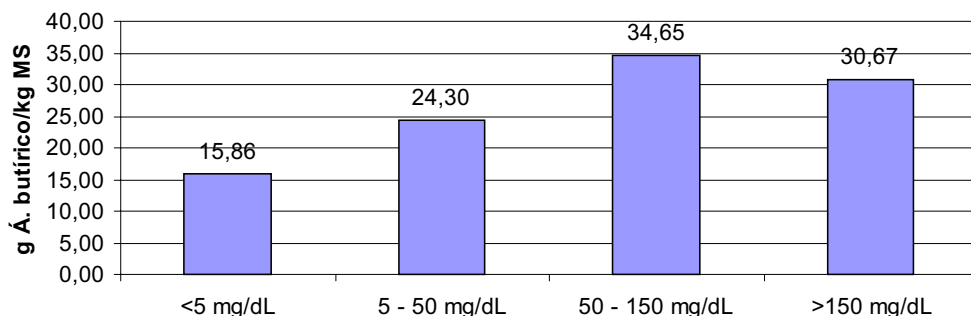


Figura 1. Contenido en ácido butírico por kg materia seca de la ración según el nivel de excreción urinaria de cuerpos cetónicos (mg/dL)

Se ha estudiado el efecto anticetogénico del almidón de la ración, observándose que un incremento de su contenido disminuye significativamente los casos de cetosis subclínica detectados cuando los niveles de ácido butírico de los ensilados utilizados son elevados. La administración de precursores gluconeogénicos durante el posparto resultó también una forma efectiva de prevenir la cetosis subclínica, pero no resuelve las deficiencias existentes en la alimentación del ganado. Por otra parte, la distribución de casos positivos de cetosis subclínica resultó independiente de la concentración energética estimada de la ración, no incrementándose cuando ésta es inferior a 10.5 MJ de EM/kg MS).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento en la colaboración de los ganaderos participantes, así como del servicio técnico de ASA.

El presente trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos PROFIT FIT-06000-2003-170 y FIT-06000-2004-1

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chalupa, W. (1974) En: "Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 3, Nutrición práctica" Ed: Church, D.C. Acricbia, Zaragoza. pp. 320-351.
- de la Roza, B.; Martínez, A.; Argamentoría, A., (1999) Elaboración, control y calidad de los ensilados. Estabilidad aeróbica. En: IV Jornadas Vacuno Lechero. La Esperanza. Tapia, S.V. 21 pp.
- INRA (1981) Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles
- Kunz, P.L.; Blum, J.W.; Hart, I.C.; Biekkel, H.; Landis, J., (1985) Animal Production, 40: 219.
- SAS Institute, SAS/STATM, 1999. User's Guide. Release 8.2. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC (1999).

UTILIZACIÓN DE GRASAS DE ORIGEN VEGETAL EN RACIONES DE CORDEROS: RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CANAL

T. Manso¹, L. González¹, T. Castro², V. Jimeno³, A. R. Mantecón⁴, A. Pulgar¹

¹Area de Producción Animal. E.T.S. Agrarias. Universidad de Valladolid. 34.071 Palencia. ²Dpto. Producción Animal. UCM. 28040 Madrid. ³Dpto. Producción Animal. UPM. 28040 Madrid.

⁴Estación Agrícola Experimental. CSIC. 24080 León

INTRODUCCIÓN

La utilización de grasas vegetales en la alimentación de los rumiantes presenta un doble interés. Por una parte permiten aumentar la densidad energética de las raciones evitando la incorporación de grasas de origen animal y, por otra parte, ofrecen la posibilidad de modificar la composición de los productos obtenidos.

Sin embargo, la utilización de grasas de origen vegetal en raciones de rumiantes esta limitada ya que se han señalado efectos negativos sobre la ingestión y la digestión ruminal (Doreau y Chilliard, 1997; Clinquart y col. 1995).

Para evitar los posibles efectos indeseables de las grasas a nivel ruminal se han desarrollado distintos métodos de protección de grasas. Una forma de protección natural de las grasas es su incorporación en las raciones con semillas enteras de oleaginosas (Jenkins, 1993).

Teniendo en cuenta que los resultados encontrados en la bibliografía sobre los efectos de la incorporación de distintas fuentes de grasa vegetales en raciones de corderos no están claros, el objetivo de este trabajo ha sido comparar el efecto de distintas fuentes de grasa de origen vegetal (aceite de palma hidrogenado, aceite de girasol y semilla entera de girasol) sobre los rendimientos productivos y la composición química de la canal de corderos de raza Merina desde el destete hasta los 25 kg de peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 corderos machos de raza Merina con un peso inicial de $16,8 \pm 0,61$ kg. Los corderos fueron alojados en jaulas individuales y se distribuyeron, de forma equilibrada según su peso, en 3 tratamientos (10 corderos por tratamiento) de acuerdo con la fuente de grasa que recibieron: aceite de palma hidrogenado (APH, Nucleovit-99, Lemasa, León), aceite de girasol (AG) y semilla entera de girasol (SEG). Todos los piensos se formularon para que fueran isoenergéticos, isoproteicos y llevaran incorporado un 4% de grasa. La incorporación de grasa a los piensos se realizó diariamente de forma manual. Los piensos experimentales y su composición química se presentan en la tabla 1. Los corderos recibieron como forraje paja de cereales ad libitum, el concentrado correspondiente también ad libitum y dispusieron de agua limpia a voluntad.

La ingestión de alimentos fue controlada diariamente en cada cordero y semanalmente se determinó el contenido en materia seca de los alimentos ofrecidos y de los rechazados. Para estimar la ganancia diaria de peso, mediante regresión lineal, los corderos fueron pesados dos veces por semana hasta que alcanzaron el peso de sacrificio.

Cuando los corderos alcanzaron los 25 kg de peso vivo fueron sacrificados. La canal se pesó inmediatamente después del sacrificio y tras 24 horas de oreo. A continuación, la canal se dividió en dos mitades. La media canal derecha se troceó, se picó y molió hasta conseguir una adecuada homogeneización. Posteriormente, se analizó químicamente y se determinó su contenido en materia seca, cenizas, proteína bruta, grasa y energía bruta (AOAC, 1995).

Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics 5.0 mediante análisis de varianza. El nivel de significación entre medias se estableció siguiendo el método de LSD (least significant differences)

Tabla 1. Pienso experimentales

Materias primas (%)	APH	AG	SEG
Cebada	50.0	50.0	18.6
Maíz	14.7	14.7	42.3
H. Soja 44	20.5	20.5	22.1
Aceite de Palma Hidrogenado ^a	4.0	-	-
Aceite de girasol	-	4.0	-
Semilla entera de girasol	-	-	9.0
H. Girasol 30	2.8	2.8	
Melaza de remolacha	4.0	4.0	4.0
Bicarbonato sódico	1.0	1.0	1.0
Corrector vitamínico mineral	3.0	3.0	3.0
MS (%)	89.4	89.4	88.1
Proteína Bruta (% MS)	19.0	19.0	19.3
Extracto etéreo (%MS)	6.6	6.6	7.1
FND (% MS)	15.2	15.2	13.5
FAD (% MS)	6.6	6.6	6.3
Cenizas (% MS)	7.38	7.38	8.5
UFC (UF/Kg MS)	1.15	1.15	1.15

^aAceite de palma hidrogenado (APH, NUCLEOVIT-99, Lemasa, León). Materias grasas totales: 99%. Ácidos grasos: C14:0, 1-2%; C16:0, 55-60%; C18:0, 39-43%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2, se presentan los valores medios de peso vivo inicial de los corderos, ingestión, ganancia media de peso e índice de conversión para los distintos tratamientos experimentales. Todos los parámetros estudiados se encuentran dentro del rango de valores señalados en otros trabajos para corderos de raza Merina criados en sistemas de cebo intensivo (Manso y col., 1998; Landa y col. 2001). Como se puede observar, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en la ingestión. Únicamente encontramos una tendencia ($P=0,07$) hacia menor ganancia diaria de peso y mayor índice de conversión del concentrado (gramos de materia seca de concentrado/gramos de incremento de peso) en los corderos que recibieron semilla entera de girasol. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso e índice de conversión del concentrado cuando los corderos alimentados con aceite de girasol se compararon con los grupos alimentados con aceite de palma hidrogenado y semilla entera de girasol.

Tabla 2. Peso inicial, ingestión de materia seca (IMS), ingestión de concentrado (IC), ingestión de forraje (IF), ganancia media diaria (GMD), índice de conversión de la materia seca total (ICMS) e índice de conversión de concentrado (ICC).

	APH	AG	SEG	e.s.	Nivel de significación
Peso vivo inicial (kg)	16,8	17,1	16,8	1,38	Ns
IMS (g/d)	926	868	904	75,7	Ns
IMS (g/kg PV ^{0,75} /d)	93,7	88,1	92,0	6,52	Ns
IC (g/d)	899	824	856	78,3	Ns
IC (g/kg PV ^{0,75} /d)	91,0	83,6	87,2	6,90	Ns
IF (g/d)	26,9	44,3	47,9	5,69	Ns
IF (g/kg PV ^{0,75} /d)	2,73	4,49	4,88	2,619	Ns
GMD (g/d)	284 ^a	256 ^{ab}	240 ^b	40,3	+
ICMS	3,17	3,29	3,60	0,410	Ns
ICC	3,27 ^a	3,47 ^{ab}	3,79 ^b	0,419	+

e.s.: error estándar. Ns: $P>0,1$; +: $P<0,1$.

^{a,b,c}: medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente ($P>0,05$).

En la tabla 3 se recogen los valores medios de los parámetros relativos al peso de sacrificio, peso vivo vacío (PVV), peso de la canal, rendimiento a la canal, composición química y contenido energético de la canal para los distintos tratamientos experimentales. Los corderos que recibieron semilla entera de girasol tendieron a presentar mayor peso de la canal caliente, de la canal refrigerada y mejor rendimiento a la canal (expresado en relación con el peso de sacrificio), que los corderos que recibieron aceite de palma hidrogenado o aceite de girasol. No encontramos diferencias en el rendimiento a la canal, cuando el peso de la canal se expresó en relación con el PVV.

Tabla 4. Peso de sacrificio de los corderos (PVS), peso vivo vacío (PVV), peso de la canal caliente (PCC), peso canal fría (PCF), rendimiento a la canal y composición química de la canal de los corderos pertenecientes a los diferentes tratamientos experimentales.

	APH	AG	SEG	e.s.	Nivel de significación
PVS (kg)	25,46	25,48	25,36	0,556	Ns
PVV	21,88	21,80	22,41	0,625	Ns
PCC (kg)	12,44 ^a	12,41 ^a	12,94 ^b	0,495	+
PCF (kg)	12,08 ^a	12,047 ^a	12,63 ^b	0,500	+
Rendimiento a la canal					
(PCC/PVS) x 100	48,9 ^a	48,7 ^a	51,0 ^b	18,03	*
(PCC/PVV) x 100	56,9	56,9	57,7	0,02	Ns
(PCF/PVS) x 100	47,5 ^a	47,3 ^a	49,8 ^b	17,28	*
(PCF/PVV) x 100	55,21	55,28	56,35	17,16	Ns
Composición química de la canal (%MF)					
Agua	58,3	57,7	56,8	2,23	Ns
Cenizas	3,9	4,0	3,8	0,96	Ns
Proteína	15,7	15,3	15,2	0,90	Ns
Grasa	17,9	19,5	20,9	2,58	Ns
Energía (Mcal/kg MF)	2,59	2,63	2,79	0,210	Ns

e.s.: error estándar. Ns: P>0,1; +: P<0,1.

^{a,b,c}: medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente (P>0,05).

Respecto a la composición química y contenido energético de la canal, el efecto de los tratamientos estudiados no dio lugar a diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros estudiados. Posiblemente el efecto de la fuente de grasa en la ración podría verse reflejado en mayor medida al analizar la composición de la grasa de los corderos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto VA084/04 financiado por la Junta de Castilla y León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. Virginia, USA.
- Clinquart, A., Micol, D., Brundseaux, C., Dufrasne, I. y Istasse, L., 1995. Utilisation des matières grasses chez les bovins à l'engraissement. *INRA Prod. Anim.* 8 (1), 29-42.
- Doreau, M. y Chilliard, Y., 1997. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition* 78, S15-S35.
- Jenkins, T.C., 1993. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science* 76, 3851-3863.
- Landa R., Mantecón A.R., Frutos, P., Rodríguez, A.B., Giráldez, F.J. (2001). Efecto del tipo de cereal (cebada vs maíz) sobre la ganancia diaria de peso y las características de la canal de corderos alimentados con pienso y paja o solo con pienso. *ITEA*, 97: 204-216.
- Manso, T., Mantecón, A.R., Giráldez, F.A.A., Lavín, P., Castro, T. (1998). Animal performance and chemical body composition of lambs fed diets with different protein supplements. *Small Ruminant Research*, 29: 185-191.

Calidad de los productos

DEPOSICIÓN DE α -TOCOPHEROL EN CARNE DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON VITAMINA E SEGÚN EL MÚSCULO ESTUDIADO, LA DOSIS Y TIEMPO DE SUPLEMENTACIÓN

I. Álvarez^a, M.T. Díaz^a, S. Lauzurica^b, J. De la Fuente^a, C. Pérez^c, V. Cañeque^a

^a Dpto. de Tecnología de los Alimentos, INIA. Ctra. Coruña Km 7.5. 28040. Madrid.

^b Dpto. de Prod. Animal Facultad de Veterinaria UCM. Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040

^c Dpto. de Fisiología Animal Facultad de Veterinaria UCM. Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040

*Contacto Tel.: +34-913474038; Fax:+34-913572293; caneque@inia.es

INTRODUCCIÓN

La vitamina E (α -tocopherol) es un potente antioxidante natural y el aumento de su deposición en el músculo, aumentando la suplementación en el pienso, se ha relacionado con un aumento en la estabilidad oxidativa y del color de las carnes estudiadas (Liu *et al.*, 1996; López-Bote *et al.*, 2001).

En el presente trabajo se pretende establecer en corderos de cebo, no solo el efecto de la dosis de suplementación con vitamina E sobre la deposición, sino también la distribución de la misma en diferentes músculos y la diferencia en la deposición comparando dos tiempos de suplementación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se desarrollaron dos experiencias utilizando en ambas corderos lechales de la raza Manchega. El cebo de las animales se llevó a cabo en corrales individuales que posibilitaron el control individualizado del consumo de pienso. En la primera experiencia los animales se dividieron en cuatro lotes (12 animales/lote) atendiendo al nivel de suplementación del pienso experimental suministrado: 0, 250, 500 y 1000 mg acetato de α -tocopheryl/kg de pienso (E0, E250, E500 y E1000 respectivamente), y la administración del pienso se realizó a lo largo de todo el período de cebo (13-26kg). En la segunda experiencia los animales se dividieron en cuatro lotes (12 animales/lote) diferenciándose en el nivel de suplementación utilizado: E250 y E1000, y el período de suplementación: durante todo el cebo (13-26kg) o durante la última fase del mismo (20-26kg). A las 24 horas del sacrificio se procedió a la disección de los músculos *Longissimus dorsi* (L) (en ambas experiencias) y *Cuadriceps femoris* (C), *Gluteus femoris* (G) y *Semimembranosus* (S) (en la primera experiencia). Una muestra de los mismos fue envasada a vacío y congelada a -20°C hasta su posterior análisis. Para la determinación de α -tocopherol del músculo se utilizó la metodología propuesta por Cayuela *et al.*, (2003), utilizando para la cuantificación HPLC y detector de fluorescencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Condiciones de estudio

La Tabla 1 muestra las medias corregidas para el peso inicial, peso final y tiempo de duración del período de suplementación en ambas experiencias. Para el estudio en la primera experiencia del efecto del nivel de suplementación en la deposición de α -tocopherol en músculo, todos los animales fueron homogéneos en cuanto al peso al inicio y fin de la experiencia, y en cuanto al tiempo de engorde requerido para alcanzar ese peso final. En la Segunda Experiencia el peso inicial fue significativamente diferente entre ambos períodos de suplementación, lo que estaba de acuerdo con el planteamiento de la misma, aunque no existieron diferencias en

este valor para los diferentes niveles dentro del mismo período de suplementación. El mismo comportamiento se obtiene cuando se estudia el valor medio de los días de duración del período de suplementación. El peso final de sacrificio no fue diferente, cumpliéndose lo establecido en la propuesta de la experiencia de sacrificio al peso individual de 26kg.

Tabla 1: Condiciones de estudio: Medias (\pm SE) de Peso Inicial (PI), Peso Final (PF) y Duración del período de suplementación (PS)

Primera Experiencia	E0 n=9	E250 n=8	E500 n=9	E1000 n=9	Sign.
PI (kg)	15.5 \pm 0.6	13.5 \pm 0.5	15.0 \pm 0.6	14.9 \pm 0.5	ns
PF (kg)	26.8 \pm 0.4	25.4 \pm 0.3	26.0 \pm 0.5	25.6 \pm 0.2	ns
PS (días)	38.6 \pm 4.2	37.2 \pm 2.1	36.0 \pm 2.6	39.5 \pm 3.3	ns

Segunda Experiencia	E250 (1) n=11	E250 (2) n=11	E1000 (1) n=11	E1000 (2) n=10	Sign.
PI (kg)	13.4 ^a \pm 0.1	20.9 ^b \pm 0.3	13.4 ^a \pm 0.3	20.9 ^b \pm 0.4	***
PF (kg)	26.3 \pm 0.4	26.4 \pm 0.4	26.1 \pm 0.3	27.1 \pm 0.4	ns
PS (días)	31.6 ^a \pm 0.9	15.0 ^b \pm 0.9	33.3 ^a \pm 1.1	15.7 ^b \pm 1.5	***

Sign.= significación; ***($P \leq 0.001$) ^{a,b}. Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)
E0, E250, E500 y E1000: niveles de suplementación; (1): período largo de suplementación; (2): período corto de suplementación

2. Efecto del nivel de suplementación en la deposición de α -tocopherol

El efecto del nivel de suplementación en la deposición de α -tocopherol en el músculo es significativo en ambas experiencias ($P \leq 0.001$), de forma que los músculos de los animales suplementados con niveles superiores de vitamina E muestran una mayor deposición (Tablas 2 y 3). Estos resultados están de acuerdo con los estudios previos de otros autores en porcino (Philips *et al.*, 2001), vacuno (Liu *et al.*, 1996) y ovino (López-Bote *et al.*, 2001). En todos los casos las diferencias entre los niveles ha sido altamente significativas ($P \leq 0.001$), con excepción de la significación encontrada entre E250 y E500 en los que las diferencias son $P \leq 0.05$ debido a que se observa un comportamiento en la deposición resultante de la suma de los efectos lineal ($P \leq 0.001$) y cuadrático ($P \leq 0.001$) como ya indicaron López-Bote *et al.*, (2001).

Tabla 2: Primera Experiencia: Media de deposición de α -tocopherol (\pm SE) en diferentes músculos según el nivel de suplementación

Músculo	Nivel de suplementación				Significación		
	E0	E250	E500	E1000	Nivel	Músculo	N*M
<i>Longissimus dorsi</i>	0.9 ^a \pm 0.1	2.3 ^b \pm 0.2	2.7 ^c \pm 0.2	3.4 ^d \pm 0.2			
<i>Gluteus femoris</i>	1.0 ^a \pm 0.1	2.4 ^b \pm 0.2	2.6 ^c \pm 0.2	3.7 ^d \pm 0.2	***	ns	ns
<i>Cuadriceps femoris</i>	1.1 ^a \pm 0.1	2.5 ^b \pm 0.2	2.8 ^c \pm 0.1	3.7 ^d \pm 0.2			
<i>Semimembranosus</i>	1.0 ^a \pm 0.1	2.4 ^b \pm 0.2	2.7 ^c \pm 0.2	3.5 ^d \pm 0.2			
Deposición global	1.0 ^a \pm 0.1	2.4 ^b \pm 0.1	2.7 ^c \pm 0.1	3.6 ^d \pm 0.1	***	-	-

***($P \leq 0.001$) ns: no significativo SE: error estándar, ^{a,b,c,d} Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

Tabla 3: Segunda experiencia: Medias de deposición de α -tocopherol (\pm SE) en el m.*Longissimus dorsi* según la dosis y el período de suplementación [(Largo(12-26 kg) o Corto(20-26 kg)]

Nivel de suplementación	Periodo de suplementación		Significación		
			Nivel	Periodo	N*P
E250	Largo	2.6 ^a \pm 0.2	***	***	ns
	Corto	1.8 ^b \pm 0.2			
E1000	Largo	3.7 ^c \pm 0.2			
	Corto	2.9 ^a \pm 0.1			

***($P \leq 0.001$), ns= no significativo, SE: error estándar, ^{a,b,c}Medias en la misma columna con distinta letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

3. Efecto del tipo de músculo en la deposición de α -tocopherol

El efecto del tipo de músculo en la deposición α -tocopherol no es significativo. Por esta razón se ha considerado calcular una deposición global (Tabla 2) que engloba todos los datos de deposición de la primera experiencia sin distinción del músculo del que se tomó la muestra para el cálculo de las medias que se muestran. No obstante, a pesar de no ser significativo este efecto, existe una tendencia creciente de deposición en el siguiente sentido: C>G>S>L, lo que está de acuerdo con lo encontrado por otros autores al estudiar la distribución de la vitamina E en diferentes músculos [Lynch *et al.*, (2000)].

4. Efecto del período de suplementación en la deposición de α -tocopherol

Existe un efecto significativo ($P \leq 0.001$) del período de suplementación en la deposición de α -tocopherol en músculo por lo que la suplementación durante todo el período de cebo posibilita una mayor deposición que la suplementación al final del mismo (Tabla 3). El comportamiento es similar con las dos dosis estudiadas al no existir interacción positiva entre ambos efectos. Pocos autores han estudiado el efecto de la duración de la suplementación en la deposición final de vitamina E, no habiéndose encontrado bibliografía al respecto en corderos. Grau *et al.*, (2000) encontraron en pollo, durante el almacenamiento, una mejor conservación de la calidad de la carne de los animales suplementados con vitamina E durante más tiempo, lo que relacionaron con una mayor deposición de α -tocopherol en músculo. Liu *et al.*, (1996), en vacuno, al comparar períodos de suplementación de 42 y 126 días, encontraron deposiciones superiores en los tiempos de suplementación de 126 días. No existen diferencias significativas entre E250-período largo y E1000-período corto, por lo que para obtener una deposición final en músculo será de interés económico tener en cuenta la preferencia a utilizar piensos más suplementados durante menos tiempo o viceversa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cayuela, J.M.; Garrido, M.D.; Bañón, S.J.; Ros, J.S. (2003) *J. A. Food. Chem.* 51,1120-1124
 Grau, A., Guardiola, F., Bou, R., Codony, R. (2000). *Alim. Nutri. Salud.* Vol.7, N°4:91-98.
 Liu, Q., Scheller, K.K., Arp, S.C., Schaefer, D.M. and Williams, S.N. (1996). *J.A. Science.* 74,117-126.
 López-Bote, C.J., Daza, A., Soares, M., Berges, E. (2001). *Animal Science.* 73: 451-457.
 Lynch, a., Kerry J.P., O'Sullivan, M.G., Lawlor, J.B.P., Buckley D.J., Morrissey, P.A. (2000). *Meat Science* 56:211-214.
 Phillips, A.L., Faustman, C., Lynch, M.P., Govoni, K.E., Hoagland, T.A., Zinn, S.A. 2001. *Meat Science* 58: 389-393.

RELACIÓN ENTRE LA EVALUACIÓN *IN VIVO* Y DE LA CANAL Y ENTRE EVALUADORES EN CORDEROS

Osório, J.C.^{1,5}, Osório, M.^{1,5}, Esteves, R.², Oliveira, M.^{3,5}, Correa, F.², Jardim, R.^{3,5},
Gonçalves, M.^{4,5}, Costa, J.⁴, Araújo, O.⁴, Rota, E.^{3,5}

¹ Profesor de la UFPEL/FAEM/Zootecnia, jcosorio@ufpel.tche.br. ² Agrónomo. ³ Alumnos de doctorado FAEM/UFPEL. ⁴ Alumnos de Veterinaria. ⁵ Becario del CNPQ.

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de los procesos productivos y de comercialización, para obtención de producto de calidad, será consolidado si existieren técnicas claras y prácticas que describan los caracteres de calidad de la carne, que posan ser medidos en la canal y que tengan una relación biológica con la evaluación "in vivo".

Para fines experimentales, muchas son las características que pueden ser utilizadas para evaluar el animal y la canal. Sin embargo, en la práctica, en el campo y en el matadero no es viable la utilización de un número grande de características.

Así, en la comercialización del "Cordero Herval Premium" utilizase, en el animal, el peso vivo y la condición corporal y en la canal, el peso y estado de engrasamiento (Osório et al., 1998). Con eso, la comercialización y entendimiento de la cadena productiva del campo al plato del consumidor viene siendo mejorado en los cinco años de existencia del Consejo Regulador de esa denominación.

Fueron realizados entrenamientos en la finca y en el matadero con la finalidad de alcanzar uno entendimiento entre la evaluación del animal y de la canal. Pero, hoy en una etapa más avanzada serán certificados los evaluadores.

Así, objetivando ofrecer subsidios para el departamento técnico del consejo regulador, será averiguada la relación entre los evaluadores y entre las características in vivo y de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron utilizados 107 animales comercializados con la Denominación "Cordero Herval Premium", sacrificados en 22/11/2004; procedentes de cinco lotes según la finca y razas. Fue evaluado "in vivo", la condición corporal (índice del 1 al 5, con intervalos de 0,5, donde 1 es excesivamente magro y 5 es excesivamente grasa) por cuatro técnicos y la conformación del cordero, visual, (índice del 1 al 5, con intervalos de 0,5, donde 1 es muy pobre y 5 es excelente) por un de los técnicos. Fue tomado el peso y la longitud corporal. En la canal, fue evaluado el estado de engrasamiento (índice del 1 al 5, con intervalos de 0,5, donde 1 es excesivamente magra y 5 es excesivamente grasa) y tomado el peso de la canal. A partir del peso y longitud corporal, fue calculada la compacidad corporal. Estas evaluaciones seguí la descripción presentada por Osório et al. (1998).

Por la análisis de variancia de los datos fue verificado el efecto entre los evaluadores sobre la condición corporal "in vivo" y fueron obtenidos coeficientes de correlaciones entre las características descritas arriba (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Verifica-se, tabla 1, que 76,63% de las canales presentan índices de estado de engrasamiento 2,5 (ligeramente magra) y 3,0 (normal), que es la preferencia del mercado en que dichas canales son colocadas. Además, observa-se que hay una diferencia marcada entre la evaluación del animal y de la canal, siendo atribuidos menores índices para condición corporal do que para estado de engrasamiento.

Tabla 1. Distribución del número y %, de la evaluación, “in vivo”, de la condición corporal de cuatro técnicos y del estado de engrasamiento de la canal.

Índice	Condición corporal por evaluador (E)				Engrasamiento Canal
	E 1	E 2	E 3	E4	
1		2=1,87%			
1,5	5=4,67%	4=3,74%	2=1,87%		
2	34=31,78%	27=25,23%	35=32,71%	18=23,08%	9=8,41% magra
2,5	34=31,78%	42=39,25%	24=22,43%	29=37,18%	33=30,84%
3	15=14,02%	17=15,89%	27=25,23%	15=19,23%	49=45,79% normal
3,5	13=12,15%	6=5,61%	8=7,48%	12=15,38%	13=12,15%
4	6=5,61%	9=8,41%	11=10,28%	4=5,13%	1=0,93% gorda
4,5					1=0,93%
5					1=0,93%
	107=100%	107=100%	107=100%	78=100%	107=100%

No obstante, verifica-se (tabla 2) que 85,04%, 87,85%, 89,72% y 92,31%, del índice de la condición corporal atribuido por los evaluadores 1, 2, 3 y 4, respectivamente, son iguales o más o menos 0,5 a los índices atribuidos para estado de engrasamiento de la canal. Siendo que en la evaluación de la canal el porcentaje de más 0,5 (44,86%, 47,66%, 35,51% y 42,31%) es bien superior al de menos 0,5 (13,08%, 10,28%, 17,76% y 16,67%), respectivamente, en relación a cada evaluador de la condición corporal; mostrando que por dificultades presentadas en la evaluación in vivo, como la cantidad de lana, una vez que evaluar la condición corporal en corderos con lana es más difícil y demorado (Osório et al., 2004a).

Tabla 2. Número y % de índices atribuidos en la evaluación de la condición corporal (CC) que corresponde al estado de engrasamiento de la canal.

Engrasamiento Canal	CC	CC	CC	CC
	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	Evaluador 4
Igual	29=27,10%	32=29,91%	39=36,45%	26=33,33%
Mas 0,5	48=44,86%	51=47,66%	38=35,51%	33=42,31%
Menos 0,5	14=13,08%	11=10,28%	19=17,76%	13=16,67%
Mas 1	14=13,08%	11=10,28%	11=10,28%	4=5,13%
Menos 1	1=0,93%	1=0,93%		
Mas 1,5	1=0,93%	1=0,93%		2=2,56%

Verifica-se una buena relación (tabla 3) entre la evaluación de la condición corporal con el estado de engrasamiento de la canal; así como entre los evaluadores de la condición corporal in vivo. Relación semejante entre la condición corporal y el estado de engrasamiento de la canal fue obtenido por Osório et al. (2004b), con 51 corderos machos no castrados de la raza Corriedale, cuyos coeficientes de correlación fueron de 0,60, 0,51 e 0,73, respectivamente para corderos en campo nativo, pasto cultivado y confinados con concentrado.

Pero, en estudio semejante, con tres técnicos del Consejo Regulador del Cordero Herval Premium, fueron encontrados, Osório et al. (2004c), coeficientes superiores al del presente estudio entre el estado de engrasamiento y la condición corporal, respectivamente de 0,85, 0,89 y 0,89.

También son altos los coeficientes de correlaciones de condición corporal y estado de engrasamiento con las demás características. Siendo que, después de la condición corporal la característica de mayor relación con el estado de engrasamiento fue el peso de la canal caliente; que a su vez presenta una relación positiva con la porcentaje ($r=0,42$) y cantidad de grasa ($r=0,74$), según Diaz et al. (2004), mostrando que los más pesados presentan canales más grasas.

Tabla 3. Coeficientes de correlación, entre la condición corporal evaluada por cuatro técnicos (CC1, CC2, CC3 y CC4) y el estado de engrasamiento de la canal (EE) y otras características de interés comercial.

	CC1	CC2	CC3	CC4	EE
CC2	0,84 **				
CC3	0,72 **	0,79 **			
CC4	0,88 **	0,84 **	0,76 **		
EE	0,68 **	0,73 **	0,73 **	0,65 **	
Conformación in vivo	0,66 **	0,58 **	0,49 **	0,61 **	0,58 **
Peso vivo	0,49 **	0,46 **	0,38 **	0,46 **	0,56 **
Longitud corporal	0,34 **	0,32 **	0,26 **	0,39 **	0,46 **
Peso canal caliente	0,62 **	0,59 **	0,53 **	0,59 **	0,68 **
Rendimiento de canal	0,48 **	0,49 **	0,52 **	0,57 **	0,47 **
Compacidad corporal	0,51 **	0,47 **	0,39 **	0,46 **	0,54 **

** = ($P < 0,01$).

A través de la análisis de variancia de los datos verifica-se que no hubo efecto significativo ($Pr=0.308$), entre los cuatro evaluadores para la características condición corporal; donde, las medias fueron de $2,6 \pm 0,6$, $2,6 \pm 0,7$, $2,7 \pm 0,7$ y $2,7 \pm 0,6$, respectivamente.

Por los resultados se puede decir que, la uniformidad de los criterios de evaluación del animal y de la canal es necesaria para el entendimiento de la cadena productiva y, mejorar la relación del que busca el mercado y la producción debe ser una constante. Igualmente, la condición corporal del cordero es bueno indicativo del estado de engrasamiento de la canal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAZ, M.T., CAÑEQUE, V., LAUZURICA, S., et al. Prediction of suckling lamb carcass composition from objective and subjective carcass measurements. **Meat Science**, v. 66, p.895-902, 2004.
- OSÓRIO, J.C., OSÓRIO, M.T., JARDIM, P., et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: in vivo, na carcaça e na carne**. Editora e Gráfica Universitária – UFPEL, Pelotas, RS. 1998. 107 páginas.
- OSÓRIO, J.C., CORREA, F., OSÓRIO, M.T., et al. Avaliação in vivo e da carcaça em cordeiros. In: Anales del XXXIº Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, São Luís, Maranhão. 2004a. CD, p.1.
- OSÓRIO, J.C., CORREA, F., OSÓRIO, M.T., et al. Fatores que afetam a avaliação in vivo em cordeiros. In: XXXIº Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 2004, São Luís, Maranhão. 2004b. CD, p. 1.
- OSÓRIO, J.C.S, OLIVEIRA, N.M., OSÓRIO, M.T.M., BORBA, M.F., MUNIZ, E. Determinação do estado de engorduramento da carcaça através da avaliação in vivo em cordeiros Corriedale. 2004c. Resultados não publicados.

EFFECTO DEL PESO Y EDAD SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE ENGRASAMIENTO Y CONFORMACIÓN DE CANALES DE LEHAZO PARA DISTINTAS RAZAS

Isabel Revilla, M^a Auxiliadora García-Martín, Ana María Vivar-Quintana

Area de Tecnología de Alimentos, Universidad de Salamanca, E.P.S. de Zamora, Av. Requejo 33, 49022 Zamora. Tel. 980545000 irevilla@usal.es

INTRODUCCION

En el mercado de lechal se pueden encontrar tipos comerciales clasificados en función del peso de canal, conformación y estado de engrasamiento. La categorización de una canal en uno u otro tipo comercial dependerá de diferentes factores tales como raza, peso, edad y sexo. Los dos primeros han sido más ampliamente estudiados encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la mayor parte de los parámetros de conformación de la canal (Martínez-Cerezo *et al.*, 2002) si bien las diferencias se minimizan o desaparecen entre razas en el caso de lechales (Sañudo *et al.*, 1997; Miguélez-Alija *et al.*, 2001)). Sin embargo edad y sexo han sido menos estudiados encontrándose que en general el sexo no afecta a las características de la canal o su efecto depende del parámetro (Vergara *et al.*, 1999) y aunque la edad suele ir asociada al peso, puede haber diferencias debido a la diferente tasa de crecimiento de las razas (Vera *et al.*, 1979).

Por ello resulta de especial importancia determinar la influencia de dichos factores en la calidad de la canal de lechazo, ya que dependiendo de la raza un mismo peso se puede alcanzar en más o menos tiempo lo que daría origen a importantes diferencias de engrasamiento y conformación. Por otro lado, la implantación cada vez más importante de la raza Assaf está propiciando su incorporación al mercado de carne de lechazo y esta raza ha sido poco estudiada.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 90 corderos lechazos con pesos comprendidos entre los 9,5 y 11,5 kg de peso que fueron criados permanentemente con la madre, perteneciendo 30 animales a cada una de las razas: Castellana, Churra y Assaf, con la siguiente distribución 62 machos (20 de Assaf, 17 de Churra y 25 de Castellana) y 28 hembras (10 de Assaf, 13 de Churra y 5 de Castellana). En cuanto a la distribución por edades la distribución fue de 63 animales menores de 20 días (24 de Assaf y 19 tanto de Churra como de Castellana) y 27 animales de más de 20 días (5 de Assaf y 11 tanto de Churra como de Castellana)

Los animales recogidos por separado en las explotaciones, fueron conducidos al matadero de Arcenillas (Zamora) donde tras su sacrificio y faenado se procedió a la evaluación de las características de conformación y engrasamiento objetivas y subjetivas siguiendo el método propuesto por Colomer-Rocher *et al.*, (1988)

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el Modelo General Lineal (GLM) para el factor objeto de estudio (raza, sexo o edad). Al mismo tiempo se utilizó el LSD Fisher-test para determinar la existencia de diferencias significativas entre muestras (Statgraphic Plus, Manugistics, Inc.1995).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados correspondientes al estudio de la influencia de la edad sobre los parámetros de estudio (tabla 1), muestras que esta variable no tuvo un efecto

significativo sobre la conformación, si bien la raza Assaf de más de 20 días presentaron valores ligeramente más bajos y la Castellana presentó una conformación ligeramente mejor. En cuanto al engrasamiento aunque se encontraron diferencias significativas entre muestras puntuales la evolución con la edad depende de la raza, así mientras en las razas autóctonas el valor de engrasamiento tiende a disminuir con la edad en la raza Assaf ocurre el fenómeno contrario, siendo esta raza la que mayores valores de engrasamiento presentó. Estos datos difieren de los encontrados por Martínez-Cerezo *et al.*, (2002) que encontraban un mayor engrasamiento con la edad. Respecto al rendimiento, la raza Castellana presentó valores más altos que mejoraron al aumentar la edad.

El estudio de los valores de conformación objetivos revela que la raza Castellana presenta en general unos mayores valores en los parámetros de longitud y anchura de la grupa, seguida por la Churra, mientras que la Assaf presenta un mayor diámetro de pecho, debido a que es una raza más compacta mientras, estos datos difieren de estudios previos que señalan que la raza Castellana es ligeramente más corta que otras razas, incluida la Churra (Miguélez-Alija *et al.*, 2001).

En cuanto a la influencia de la edad, se aprecia que en general no hay diferencias estadísticamente significativas, excepto para la raza Castellana que muestra un aumento de la longitud de la pierna acompañado de una disminución de la anchura y perímetro de la grupa. En Assaf la mayor edad repercute una disminución de la anchura de grupa y un aumento del diámetro de pecho (U).

Tabla 1. Efecto de la edad de sacrificio sobre la conformación y engrasamiento.

	Castellana		Churra		Assaf	
	<20días	>20días	<20días	>20días	<20días	>20días
Engrasamiento	2,83 ^b	2,66 ^{ab}	2,55 ^{ab}	2,16 ^a	2,57 ^{ab}	3,09 ^b
Conformación	R(3,20)	R (3,20)	R (3,00)	R (3,18)	R (3,05)	O (2,90)
Rendimiento	50,982 ^{ab}	54,780 ^c	49,750 ^a	49,716 ^a	52,215 ^{bc}	50,681 ^{ab}
Longitud Pierna (F)	29,41 ^{ab}	32,74 ^c	29,87 ^b	29,54 ^{ab}	28,68 ^a	28,43 ^a
Anchura grupa (G)	12,37 ^c	10,40 ^a	12,16 ^{bc}	12,18 ^{bc}	11,75 ^b	10,72 ^a
Perímetro grupa (B)	38,34 ^c	34,88 ^a	38,11 ^c	37,24 ^{ab}	38,11 ^c	35,87 ^{bc}
Diámetro pecho (U)	45,456 ^{ab}	46,560 ^b	45,473 ^{ab}	45,300 ^{ab}	45,036 ^a	46,345 ^b
Longitud interna (L)	43,37 ^c	43,72 ^{bc}	43,24 ^{bc}	42,72 ^{abc}	42,14 ^a	42,11 ^{ab}
Profundidad tórax (Th)	17,71 ^{ab}	18,34 ^{bc}	18,00 ^{abc}	18,19 ^{bc}	17,55 ^a	18,21 ^c

^{a,b} Diferente letra en cada columna indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas a un nivel $\alpha=0,05$.

En la tabla 2 están representados los valores correspondientes a las medidas objetivas y apreciaciones subjetivas para el estado de conformación y de engrasamiento así como la significación estadísticas según el sexo del cordero.

En este caso no existieron diferencias estadísticamente significativas debido al sexo para los parámetros subjetivos, aunque cabe destacar que para dos de las razas estudiadas (Castellana y Assaf) las hembras presentaron una conformación ligeramente peor. Para estas dos razas además el rendimiento de las hembras también fue más bajo, siendo este descenso significativamente estadístico en la raza Assaf, mientras que en las dos razas autóctonas las diferencias no fueron significativas. Estos datos difieren de los señalados por Vergara *et al.*, (1999) que encontraban una mejor conformación y engrasamiento en las hembras pero coinciden en que este grupo presenta un rendimiento significativamente menor.

En cuanto a las medias objetivas el análisis estadístico de los datos revela más claramente que antes que la raza Assaf presenta unos valores de longitud de pierna y anchura de la grupa significativamente más bajos tanto en machos como en hembras. El efecto del sexo sobre estos parámetros no es estadísticamente significativo en la mayor parte de los casos si bien se observa una tendencia de las hembras a presentar menores valores en todos los parámetros.

Tabla 2. Efecto del sexo sobre las medidas de conformación y engrasamiento.

	Castellana		Churra		Assaf	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
Engrasamiento	2,80	2,80	2,31	2,53	2,85	2,6
Conformación	R(3,24)	R (3,00)	R (3,00)	R (3,08)	R (3,05)	O (2,90)
Rendimiento	51,80 ^{bc}	50,82 ^{abc}	49,47 ^a	50,06 ^{ab}	52,75 ^c	49,46 ^a
Longitud Pierna (F)	30,12 ^b	29,2 ^{ab}	30,04 ^b	29,28 ^{ab}	28,56 ^a	28,66 ^a
Anchura grupa (G)	12,06 ^c	11,98 ^{abc}	12,14 ^c	12,13 ^{bc}	11,51 ^{ab}	11,11 ^a
Perímetro. grupa (B)	37,76 ^{ab}	37,76 ^{ab}	37,51 ^{ab}	37,03 ^{ab}	37,88 ^b	36,11 ^a
Diámetro pecho (U)	45,85	44,58	45,60	44,88	45,64	45,26
Longitud interna (L)	43,58 ^c	42,19 ^{ab}	43,32 ^{bc}	42,67 ^{abc}	42,1 ^a	42,19 ^{ab}
Profundidad tórax (Th)	17,93 ^{bc}	17,24 ^a	18,17 ^c	17,85 ^{abc}	17,89 ^{abc}	17,61 ^{ab}

^{a,b} Diferente letra en cada columna indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas a un nivel $\alpha=0,05$.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Cooperativa ASOVINO y a la fundación Samuel Solórzano de la Universidad de Salamanca la financiación del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Colomer-Rocher, R., Delfa, R., Sierra, I. (1988). En: Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA, 17: 19-41.
- Martínez-Cerezo, S., Olleta, J.L., Sañudo, C., Delfa, R., Cuartielles, I., Pardos, J.J., Medel, I., Panea, B., Sierra, I. (2002). Calidad de la canal en tres razas ovinas españolas. Efecto del peso de sacrificio. XXVII Jornadas científicas y VI Jornadas internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.
- Miguélez-Alija, E., Zumalacárregui, J.M., Chinchetru-Manero, M.A., Mateo-Oyagüe, J. (2001). Estudio comparativo del despiece, disección y parámetros fisicoquímicos musculares de las canales de las razas -churra, castellana y ojalada- amparadas por la indicación geográfica protegida lechazo de Castilla y León. ITEA, 97: 515-164.
- Sañudo, C., Campo M.M., Sierra, I., María, G.A., Olleta, J.L., Santolaria, P. (1997). Breed effect of carcass and meat quality on suckling lambs. Meat Science, 46(4): 357-365.
- Vera, A., Aparicio, f., García, L., Galán, P. (1979). Comportamiento de la raza ovina manchega en la producción de carne. Servicio de Publicaciones Agrarias. Madrid.
- Vergara, H., Molina, A., Gallego, L. (1999). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. Meat Science, 51: 221-226.

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA RAZA EN LA CALIDAD SENSORIAL DE CORDERO LECHAL

Isabel Revilla, Gema Rodríguez-López, Ana María Vivar-Quintana

Area de Tecnología de Alimentos, Universidad de Salamanca, E.P.S. de Zamora, Av. Requejo 33, 49022 Zamora. Tel. 980545000 irevilla@usal.es

INTRODUCCION

Las características sensoriales de los productos son determinantes para la aceptación o rechazo de un producto por parte del consumidor, en este sentido la percepción y la definición de lo que se entiende por calidad para la carne de cordero varía fuertemente entre consumidores (Sañudo *et al.*, 1998; Wood *et al.*, 1999). Por este motivo, los parámetros considerados relevantes trabajos previos realizados para definir la calidad de lechazo no coinciden, así mientras la dureza y jugosidad son los más habitualmente mencionados, otros como intensidad de flavor, intensidad de aroma, flavor de la grasa, elasticidad y otros son sólo usados en algunos de estos trabajos (Arsenos *et al.*, 2002; Cañeque *et al.*, 2004). Por este motivo se hace necesario buscar cuáles son los parámetros que mejor definen y diferencian la carne de lechazo lo cual se puede conseguir mediante la realización de un análisis descriptivo cuantitativo. Por otro lado, son muchos los factores que afectan a la calidad de la carne entre ellos se encuentra la raza y si bien parece claro en algunos estudios que el cambio de raza afecta a las propiedades sensoriales encontrándose diferencias significativas en dureza, jugosidad, en flavor y aroma (Hawkins, 1985; Sañudo *et al.*, 1997; Fahmy *et al.*, 1992), otros estudios no encuentran diferencias (Sañudo *et al.*, 1992, Ellis *et al.*, 1997), siendo los resultados bastante inconsistentes y no generalizables a todas las razas.

En estudios previos se encuentra que la raza Castellana es menos jugosa que la Churra (Sañudo *et al.*, 1997), pero no existen datos que las comparen con raza Assaf, raza foránea de cada vez mayor implantación que está motivando el aumento de lechales procedentes de las explotaciones lácteas con esta raza como base.

MATERIAL Y METODOS

Los animales que se utilizaron fueron 45 corderos de raza Castellana, Churra y Assaf, de peso vivo comprendido entre 9,5 y 11,5 Kg. Los animales fueron sacrificados en el matadero de Arcenillas (Zamora). Las muestras correpondinetes *L.dorsi* (costillar izquierdo) entre las vértebras L1-L6, llegaban tras 3 días de maduración postsacrificio, donde eran envasadas al vacío y congeladas a -20°C a la espera del análisis posterior. La preparación de las muestras comenzó con una descongelación lenta entre $4-6^{\circ}\text{C}$, para después cortar el músculo en porciones de 1cm de grosor que se colocaban envueltas en papel de aluminio y se cocinaban al grill de doble placa hasta que alcanzaran una temperatura en el centro pieza de 70°C , midiéndose con una sonda de punción.

El panel de cata, tras el reclutamiento, selección y entrenamiento, quedó constituido por 15 personas. La evaluación se realizó en escalas estructuradas de nueve puntos en las cuales el 1 representaba la intensidad mínima y el 9 la intensidad máxima del atributo. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el Modelo General Lineal (GLM) para el factor raza. Al mismo tiempo se utilizó el test LSD Fisher-test para determinar la existencia de diferencias significativas entre muestras (Statgraphic Plus, Manugistics, Inc.1995).

RESULTADOS Y DISCUSION

El desarrollo del análisis descriptivo cuantitativo permitió elegir 10 descriptores como los más importantes a la hora de describir la carne de lechazo (tabla1). Según esta metodología para elegir los descriptores se pide a los catadores que puntúen del 1 al 7 aquellos atributos que encuentren en muestras de distintos tipos de carne de cordero. Aquellos atributos que aparezcan con mayor frecuencia y/o presenten mayor intensidad en las muestras evaluadas y por tanto una mayor media geométrica, son los elegidos para la descripción de la carne de lechazo.

Entre los descriptores se encuentran jugosidad y dureza, pero también parámetros de color, ya que es muy importante que el lechazo tenga un color claro tanto superficial (valores bajos de marrón) como interno (valores bajos de rosa). Además destacan otras propiedades de textura ya evaluadas en otros trabajos como elasticidad, junto con la evaluación de la presencia de fibras (fibrosidad) y la sensación grasa que no debería ser muy alta. En el apartado de aroma y sabor, los catadores encontraron que era importante la intensidad de ambos parámetros junto con el aroma a hígado como factor negativo si es muy alto.

Tabla 1. Variables seleccionados y valores de los parámetros decisorios.

DESCRIPTOR	Frecuencia	Intensidad	Media Geométrica= $\sqrt{F \cdot I}$
Marrón	88.23	40.33	59.65
Rosa	85.15	37.41	56.43
Dureza	83.54	35.26	54.27
Jugosidad	81.58	32.29	51.32
Fibrosidad	79.85	30.12	49.04
Elasticidad	70.21	28.35	44.61
Sensación grasa	41.17	22.68	30.66
Intensidad sabor	34.65	23.45	28.50
Aroma hígado	41.17	18.48	27.58
Intensidad de aroma	32.53	21.28	26.31

Una vez elegidos los descriptores se entrenó a los catadores en su evaluación con muestras de referencia hasta conseguir el calibrado del panel. Realizado dicho entrenamiento se procedió a evaluar las muestras objeto de estudio (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Resultados de los parámetros de color, aroma y sabor para las tres razas.

	Color		Aroma y sabor		
	Marrón	Rosa	Int. Sabor	Int. Aroma	Aroma hígado
Assaf	4,31	3,77	5,06	5,14	3,00 ^a
Churra	4,16	3,89	5,06	5,24	3,54 ^b
Castellana	4,23	3,61	5,23	5,42	3,54 ^b

^{a,b} Diferente letra en cada columna indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas a un nivel $\alpha=0,05$.

En cuanto al color tanto externo como interno los valores son bajos como corresponde a una carne de lechazo y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre razas, si bien la raza Churra presentó un color externo ligeramente más bajo sin embargo iba acompañado de un color interno rosado más intenso (más rojizo). En cuanto a la intensidad de aroma y sabor aunque la raza Castellana presentó unos valores ligeramente superiores a las otras razas, tampoco se encontraron diferencias significativas, coincidiendo con los

resultados de otros autores (Sañudo *et al.*, 1992, Ellis *et al.*, 1997). Para el parámetro aroma a hígado, la raza Assaf presentó unos valores significativamente más bajos, lo cual sería beneficioso en el momento de su aceptación.

Los resultados relativos a la textura muestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas para todos los parámetros estudiados. Así se encuentra que la raza Assaf fue significativamente más dura y tenía una menor sensación grasa que las dos razas autóctonas, mientras que la raza Churra fue presentó valores significativamente más altos de jugosidad. Por otro lado la raza Castellana fue la menos elástica y menos fibrosa parámetros estos altamente correlacionados.

Estos resultados difieren por lo tanto de la mayoría de los resultados señalados anteriormente, que indicaban que no existían diferencias en textura (jugosidad y dureza principalmente) debido a la raza si bien estos estaban realizados en corderos de mayor peso y edad., mientras que coinciden que otros trabajos realizados sobre corderos ligeros que señalaban las diferencias en dureza y jugosidad debido a la raza así como que la raza Castellana es menos jugosa que la Churra (Sañudo *et al.*, 1992). De los resultados anteriores también se desprende que las razas Castellana y Churra presentan mejores características sensoriales que la Assaf ya que son menos duras y fibrosas más jugosas y presentan una mayor sensación grasa.

Tabla 3. Resultados de los parámetros de textura para las tres razas estudiadas.

	Textura				
	Dureza	Jugosidad	Elasticidad	Fibrosidad	Sens. grasa
Assaf	4,46 ^b	4,25 ^a	4,51 ^b	4,89 ^b	3,49 ^a
Churra	3,85 ^a	4,53 ^b	4,47 ^b	4,72 ^b	3,91 ^b
Castellana	3,88 ^a	4,27 ^a	4,13 ^a	4,44 ^a	3,86 ^b

^{a,b} Diferente letra en cada columna indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas a un nivel $\alpha=0,05$.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Cooperativa ASOVINO la financiación del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arsenos, G., Banos, G., Fotomaris, P., Katsaounis, N. Stamataris, C. Tsaras, L., Zygoiannis, D. (2002). *Meat Science* 60: 379-387.
- Cañeque, V., Pérez, C., Velasco, S., Díaz, M.T., Lauzurica, S., Alvarez, I., Ruiz de Huidobro, F., Onega, E., De la Fuente, J. (2004). *Meat Science*, 67: 595-605.
- Ellis, M., Webster, G.M., Merrel, B.g., Brown, I. (1997). *Animal Science* 64, 77-86.
- Fahmy M.H., Boucher, J.M., Poste, L.M., Grégoire, R. Butler, G., Comeau, J.E. (1992). *Journal of Animal Science*, 70, 1365-1374.
- Hawkins, R.R., Kemp, J.D., Ely D.G., Fox, J.D. Moody, W.G., Vimini, R.J. (1985). *Livestock Production Science* 12, 241-250.
- Sañudo, C., Campo, M.M, Sierra, I., María, G., Olleta, G., Santolaria, M.P. (1997) *Meat Science* 46(4), 357-365.
- Sañudo, C., Delfa, R., González, M.C., Alcalde, M.J., Casas, M., Santolaria, M.P., Vigil, E. (1992). *ITEA* 88^a, N°3, 221-227.
- Sañudo, C., Sanchez, A., Alfonso, M. (1998). *Meat Science*, 49, S29-S34.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Richardson, R.I., Sheard, P.R. (1999). *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 363-370.

CONTENIDO EN ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA) EN LA GRASA SUPRARENAL, INTRAMUSCULAR Y LOS CECOTROFOS DE CONEJOS ALIMENTADOS CON UN PIENSO COMERCIAL

M.S. Gómez-Conde¹, D. Menoyo¹, S. Chamorro¹, C.J. Lopez-Bote², P. García-Rebollar¹ y C. De Blas¹

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingenieros Agrónomos, 28040, Madrid.

² Departamento de Producción Animal, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, 28040, Madrid.

Introducción

El término ácido linoleico conjugado (CLA) incluye una mezcla de isómeros (principalmente cis-9, trans 11 y trans-10, cis-12) del ácido linoleico. Estudios realizados en distintos modelos animales han demostrado que la presencia de concentraciones relativamente bajas de CLA en la dieta tiene efectos beneficiosos sobre la salud (anticancerígeno, antioxidante, antiaterogénico y antidiabético) (Parodi, 1999; Azain, 2003). Sin embargo el consumo de CLA en humanos se encuentra por debajo de los niveles recomendados (Williams, 2000), por lo que resulta interesante aumentar la concentración de CLA en la alimentación animal a fin de obtener productos más saludables para el consumo humano.

La isomerización del ácido linoleico tiene lugar a través de reacciones de hidrogenación como las que ocurren en el rumen, por lo que el CLA se encuentra de forma natural en la leche y tejidos de los rumiantes. Sin embargo la producción endógena de CLA en animales monogástricos es muy reducida, debido principalmente a la escasa presencia de precursores de CLA en las áreas fermentativas y a la baja capacidad de absorción de ácidos grasos de cadena larga en el intestino grueso. Sin embargo, los conejos a través de la cecotrofia son capaces de reciclar parte de los productos finales de la fermentación, por lo que probablemente la concentración de CLA retenida en la canal sea superior a la de otras especies de monogástricos.

El objetivo del presente estudio es determinar la cantidad de CLA que se recicla a través de las heces blandas, y la presencia de CLA en heces duras, grasa suprarrenal e intramuscular en conejos alimentados con una dieta comercial.

Material y métodos

Dieta. El pienso fue diseñado para cubrir las recomendaciones de De Blas y Mateos (1998) para conejos de primera edad, empleando ingredientes de uso común en la producción de piensos industriales en España. La composición química se muestra en la tabla 1.

Animales. Seis gazapos de neozelandés blanco x californiano fueron destetados con 25 días de edad, alojados en jaulas individuales y alimentados *ad libitum*.

Período experimental. A las cinco semanas del comienzo del experimento se pasó a determinar, durante 24 horas, la excreción de heces blandas. Para evitar la cecotrofia se empleó un collar de madera de 25cm de diámetro y se recolectaron las heces siguiendo el protocolo de Carabaño et al., 1998. Un día después de concluir este experimento se sacrificaron a los animales con un peso medio de 2.44 ± 0.03 kg y se tomaron muestras del lomo del animal y de la grasa suprarrenal.

Análisis químicos. La FAD, FND y LAD se realizaron siguiendo el protocolo de Van Soest et al 1991 y el de la AOAC (1995) para la MS, PB, extracto etéreo y almidón. La composición en ácidos grasos de la dieta se determinó siguiendo la metodología de Sukhija y Palmquist (1988) utilizando el C15:0 como estándar interno. Los ácidos

grasos de las heces y las fracciones polar y neutra de la grasa intramuscular fueron determinados siguiendo metodología anteriormente empleada (López-Bote et al., 1997). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se analizaron mediante un cromatógrafo de gases Hewlett Packard HP-5890 con columna capilar HP-Innowax (30m x 0.32mm i. D. y 0.25mm d.f.).

Análisis estadístico. Para comparar la composición en ácidos grasos en heces y tejidos se llevaron a cabo los siguientes contrastes no ortogonales empleando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System Inst., 1990): i) heces duras vs. blandas; ii) grasa suprarrenal vs. intramuscular y iii) lípidos neutros vs. polares.

Resultados y discusión

Tres días antes del control de cecotrofia el consumo medio diario expresado en materia seca fue de 149 (\pm 3.0, SE) g. La materia seca y el extracto etéreo reciclado diariamente a través de los cecotrofos fueron 17.7 (\pm 0.39) y 0.441 (\pm 0.101) g respectivamente, representando el 10.7 y el 5.0% del consumo total (alimentos + cecotrofos).

Como puede observarse en la tabla 2 se detectó la presencia del isómero cis-9, trans-11 CLA tanto en las heces blandas como en las duras, siendo el contenido superior en las heces blandas (6.4 vs. 3.6 g/kg del total de ácidos grasos). Datos obtenidos en recientes estudios demuestran que en las heces duras el contenido en nitrógeno microbiano es aproximadamente la mitad que en las heces blandas (García et al., 2000) sugiriendo que una proporción significativa de microorganismos no se reciclan con los cecotrofos. Del mismo modo, la concentración total de ácidos grasos derivados del C15:0 y C17:0 característicos del metabolismo microbiano (Bauchart et al., 1990) fue casi el doble en las heces blandas respecto a las duras (Tabla 2). La retención de CLA reciclado a través de los cecotrofos fue similar (aproximadamente 0.5 g/kg del extracto etéreo) en la grasa suprarrenal y la intramuscular. Sin embargo, el CLA se acumuló únicamente en la fracción neutra de la grasa intramuscular, lo que sugiere que la cantidad de cis-9, trans-11 CLA contenida en los cecotrofos no es lo suficientemente grande como para que se detecte también en la fracción polar. En un reciente estudio realizado en cerdos Demaree et al., (2002) no detectaron la presencia de CLA en la fracción polar de la grasa intramuscular al alimentar a los animales con aceite de girasol o sebo, sin embargo al suplementar ambas dietas con CLA, observaron que la concentración de CLA era superior en la fracción polar que en la neutra de la grasa intramuscular.

Los datos obtenidos en el presente estudio indican que en conejos alimentados con una dieta comercial la cantidad del isómero cis-9, trans-11 CLA reciclada a través de los cecotrofos es retenida de manera similar en la grasa suprarrenal y en la intramuscular, siendo la presencia de este isómero superior en conejos que en cerdos (0.082 vs. 0.01% del total de ácidos grasos) (Raes et al., 2004).

Referencias bibliográficas

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). *Official Methods of Analysis*. (16th edn.). Washington, DC.
- Azain, M.J. (2003). *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 319-328.
- Bauchart, D., Legay-Carmier, F., Doreau, M. & Gaillard, B. (1990). *British Journal of Nutrition*, 63, 563-578.
- Carabaño, R., Fraga, M.J., Santoma, G. & De Blas, J.C. (1988). *Journal of Animal Science*, 66, 901-910.
- Demaree, S.R., Gilbert, C.D., Mersmann, H.J. & Smith, S.B. (2002). *Journal of Nutrition*, 132, 3272-3279.

- De Blas, J.C., & Mateos, G.G. (1998). *The Nutrition of the Rabbit*. J.C. de Blas & J. Wiseman (Eds.), (pp. 241-253). Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, UK.
- García, J., Carabaño, R., Pérez-Alba, L. & De Blas, J.C. (2000). *Journal Animal Science*, 78, 638-646.
- Lopez-Bote, C.J., Rey, A., Isabel, B. & Arias, R.S. (1997). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73, 517-524.
- Parodi, P.W. (1999). *Journal of Dairy Science*, 82, 1339-1349.
- Raes, K., De Smet, S., Demeyer, D. (2004) *Animal Feed Science and Technology* 113: 199-221.
- Sukhija, P.S. & Palmquist, D.L. (1988). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36, 1202-1206.
- Van Soest, J. P., Robertson, J.B. & Lewis B.A. 1991. *Journal Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Williams, C.M. (2000). *Ann. Zootech.* 49: 165-180.

Tabla 1. Composición química de la dieta (g/kg de pienso)

Energía digestible (MJ/kg) ²	11.3
Proteína bruta	180
Extracto etéreo	50
Almidón	190
Fibra Neutro Detergent	301
Fibra Acido Detergente	164
Lignina Acido Detergen	42

Tabla 2. Composición en ácidos grasos (g/100g del extracto etéreo) de las heces duras, blandas, grasa suprarrenal e intramuscular.

Ácidos grasos	Dieta experi- ental	Heces duras	Heces blandas	Grasa Suprarrenal	Grasa Intramuscular (Lípidos Neutros)	Grasa Intramuscular (Lípidos Polares)	Contrastes ^a		
							1	2	3
Total odd-number	ND ^b	1.41 ± 0.04	3.31 ± 0.20	0.98 ± 0.005	0.87 ± 0.04	0.69 ± 0.02	0.001	0.47	0.37
C9,11 CLA	ND	0.36 ± 0.07	0.64 ± 0.05	0.053 ± 0.003	0.082 ± 0.006	ND	0.001	0.98	-
Total NSFA ^c	30.5	44.4 ± 1.79	46.6 ± 0.98	38.1 ± 0.15	37.9 ± 0.61	33.1 ± 0.28	0.12	0.20	0.001
Total BSFA ^d	ND	3.14 ± 0.02	8.72 ± 0.88	0.39 ± 0.03	ND	ND	0.002	-	-
Total MUFA ^e	34.1	31.4 ± 1.15	24.0 ± 0.92	40.8 ± 0.71	44.4 ± 1.04	29.8 ± 0.85	0.001	0.40	0.001
Total PUFA ^f	35.4	16.6 ± 2.01	14.4 ± 0.67	20.5 ± 0.64	17.3 ± 0.64	28.8 ± 0.82	0.1	0.56	0.001

^aContrastes: 1 = heces duras vs. blandas; 2 = grasa suprarrenal vs. intramuscular ponderada; 3 = lípidos polares vs. neutros. ; ^bND = no detectado; ^cÁcidos grasos saturados normales; ^dÁcidos grasos saturados ramificados; ^eÁcidos grasos monoinsaturados; ^fÁcidos grasos poliinsaturados.

EFFECTO DEL TIEMPO DE ESPERA PRE-SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE EN CONEJOS COMERCIALES¹

Liste G., María G.A., Buil T., Sañudo C., Olleta J.L., López M., Villarroel M.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En España se sacrifican anualmente 100 millones de conejos comerciales por un valor para el cunicultor de 250 millones de euros, todos los cuales deben ser transportados desde sus granjas hasta el matadero. Una pequeña depreciación de las canales repercutirá negativamente en las rentas de los productores, que en este sector no tienen el amparo de las subvenciones de la Comunidad Europea. Durante el proceso de transporte existen puntos críticos que pueden poner en riesgo todo el trabajo de los cunicultores y reducir significativamente sus ingresos. Uno de estos puntos críticos es la espera en el matadero antes del sacrificio (Buil et al, 2004). El cambio de ambiente que sufren los animales al ser transportados y la novedad del mismo es el principal factor de estrés durante este proceso (Grandin, 2000). Es necesario un período de adaptación para permitir una adecuación de su homeostasis para minimizar las consecuencias del estrés producido por este cambio. Según Jolley (1990) un tiempo mínimo de espera pre-sacrificio es necesario para que los animales se recobren de la respuesta de estrés causada durante el transporte. Para este mismo autor, una de las consecuencias de un mal manejo durante el proceso de transporte y espera, es el deterioro de la calidad instrumental de la carne con la consecuente reducción de su valor comercial y seguridad para los consumidores. En este estudio se analiza el efecto del tiempo de espera sobre la calidad instrumental de la carne de conejos comerciales en Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 76 conejos híbridos comerciales con dos meses de edad y un peso vivo aproximado de 2.300 gramos, fueron transportados durante aproximadamente 3 horas desde la granja hasta el matadero. Se efectuaron dos repeticiones. Se definieron dos tiempos de espera (2 horas o 6 horas). El efecto de la posición dentro de las torres de transporte en el camión fue analizado adicionalmente con tres posiciones (superior, media o inferior). En la parte central de las torres, se colocaron dos termómetros de registro y almacenamiento con una frecuencia de medida de 5 minutos para registrar de forma continua la temperatura ambiente durante el transporte. La densidad fue de 10 gazapos por jaula (360 cm² x animal). Se pesaron las canales en caliente y a las 24h *post mortem* en cámara de frío (1-2 °C), momento en que se midió el pH de la carne en el músculo L. Dorsi mediante una incisión en el lomo izquierdo (pH24). El pH-metro portátil utilizado provisto de un electrodo de penetración 52-00 de CRISON. En el laboratorio se extrajo el lomo derecho y se dividió en tres porciones. La porción craneal se refrigeró y a las 24 horas se midió la capacidad de retención de agua (CRA), mediante el método de presión Grau y Hamm (1953). La porción central, se envasó y se congeló inmediatamente, para posteriormente medir la textura en crudo utilizando un equipo Instron 4301 equipado con una célula de compresión. La porción más caudal se utilizó para medir el color y la textura en cocinado, con una célula Warner Bratzler. El tiempo de maduración fue

¹ Estudio financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia. Proyecto CICYT AGL-2002-01346.

de 48 horas. En todas las medidas de textura se analizaron tres partes de cada muestra en forma de prismas rectangulares de un centímetro cuadrado de sección, con las fibras paralelas a su eje longitudinal. El color se midió, tras 24 horas de *blooming*, mediante los parámetros L*(luminosidad), a*(índice de rojo) y b*(índice de amarillo), del sistema CIE L*a*b*, utilizando un colorímetro portátil CR-200b de MINOLTA. Se estimaron los estadísticos descriptivos de la muestra y se procedió al análisis por mínimos cuadrados con el paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSSION

La temperatura media durante la espera corta y larga fue de 24.27 (± 1.39) °C y 23.98 (± 1.9) °C respectivamente. En ambos casos la temperatura ambiente se mantuvo dentro de la zona termo-neutral para conejos (Animal Welfare Institute, 2004). El peso vivo medio de los conejos fue de 1.252 \pm 117 gramos con una composición de las medias canales estudiadas fue de 69% (± 2.9) músculo, 14% (± 2.8) de grasa y 15% (± 1.8) de hueso. En la Tabla 1 se muestran las medias de mínimos cuadrados para las variables respuesta de calidad instrumental de carne en función de cada tratamiento. Al no existir interacción entre ambos efectos principales, ésta fue eliminada del modelo factorial. La principal variable de calidad de carne, pH₂₄, no se vio afectada por ninguno de los factores de variación considerado. Esto indicaría, en principio, que el efecto del tiempo de espera sobre la calidad instrumental de la carne fue mínimo. La capacidad de retención de agua fue afectada ($p \leq 0,01$) únicamente por la posición de los animales en la torre. Aquellos animales que estaban en las jaulas altas tuvieron valores más elevados que los de jaulas medias o bajas. El tiempo de espera afectó el color de la carne. Las carnes provenientes de animales con tiempo corto tuvieron valores de L* ligeramente más altos que los de espera larga. La posición en la torre no afectó el color de la carne. Sólo dos variables de textura se vieron ligeramente afectadas por el tiempo de espera ($p \leq 0,05$). En concreto, los valores de compresión y el punto de deformación inelástica (PDI) en la textura valorada por el método Warner Bratzler. En general podemos decir que en las condiciones de este estudio, el tiempo de espera tiene un escaso efecto sobre la calidad instrumental de la carne. Sin embargo, los parámetros relacionados con la actividad del eje hipotálamo pituitaria adrenales (HPA) asociados a la actividad metabólica de los animales para lograr la adaptación, sí se vieron afectados en éstos mismos animales (Chacón et al. 2005). Ello vendría a demostrar que el nivel de estrés necesario para provocar cambios significativos sobre la calidad de la carne, sería muy superior al que se requiere para producir cambios significativos en los indicadores fisiológicos de bienestar animal. Un efecto mínimo sobre la calidad de la carne no es un indicador certero para asegurar que los animales presenten un óptimo nivel de bienestar animal. Estamos pues ante un aspecto de la calidad de un producto ligado a la calidad ética y no a su calidad instrumental (María et al., 2004). Es necesario valorar el bienestar animal desde múltiples vertientes que aseguren una evaluación amplia y objetiva de la calidad de vida de los animales, con el fin de incluir estos aspectos en los indicadores de calidad y seguridad del producto, utilizando técnicas de trazabilidad. Desde nuestra perspectiva creemos que es necesario un tiempo de espera razonable para permitir a los animales una recuperación adecuada antes de su sacrificio y asegurar un nulo efecto sobre la calidad del producto. Es muy importante proveer durante la espera, de unas condiciones ambientales acordes con las necesidades fisiológicas y comportamentales de los animales que se van a sacrificar.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas (\pm se) para las variables respuesta de calidad instrumental de la carne en función de tiempo de espera y de la posición (*).

Variable Respuesta	Tiempo de espera		Posición en la torre		
	Corto (3h)	Largo (6h)	Arriba	Centro	Abajo
pH-24	5,86 \pm 0,029	5,88 \pm 0,03	5,86 \pm 0,03	5,88 \pm 0,04	5,87 \pm 0,03
CRA	14,48 \pm 0,32	14,63 \pm 0,32	15,68 \pm 0,4a	14,143 \pm 0,4b	13,84 \pm 0,3bb
Color					
L*	57,55 \pm 0,36a	56,52 \pm 0,36b	57,42 \pm 0,45	56,98 \pm 0,45	56,69 \pm 0,42
a*	2,57 \pm 0,169	2,85 \pm 0,169	2,99 \pm 0,213	2,65 \pm 0,213	2,48 \pm 0,20
b*	3,50 \pm 0,178	3,52 \pm 0,178	3,90 \pm 0,223	3,33 \pm 0,223	3,30 \pm 0,21
Compresión					
20%	11,63 \pm 0,35	11,73 \pm 0,35	12,21 \pm 0,44	11,57 \pm 0,45	11,25 \pm 0,41
40%	19,06 \pm 0,53	18,45 \pm 0,53	19,75 \pm 0,67	17,54 \pm 0,67	18,97 \pm 0,62
60%	21,41 \pm 0,65a	17,44 \pm 0,63b	23,51 \pm 0,71a	17,1 \pm 0,79b	17,66 \pm 0,73b
80%	17,66 \pm 0,61	16,84 \pm 0,61	17,35 \pm 0,77	17,81 \pm 0,77	16,58 \pm 0,71
Carga máxima	23,29 \pm 0,67	22,47 \pm 0,67	23,63 \pm 0,84	22,65 \pm 0,84	22,38 \pm 0,78
Warner-Bratzler					
Carga máxima	0,74 \pm 0,07a	0,88 \pm 0,07b	0,71 \pm 0,11a	0,88 \pm 0,07b	0,88 \pm 0,07b
Máximo esfuerzo	0,59 \pm 0,05	0,65 \pm 0,05	0,55 \pm 0,08	0,65 \pm 0,06	0,68 \pm 0,05
PDI	0,06 \pm 0,04a	0,17 \pm 0,04b	0,11 \pm 0,06	0,13 \pm 0,04	0,11 \pm 0,04
Dureza	0,31 \pm 0,03	0,36 \pm 0,03	0,28 \pm 0,05	0,36 \pm 0,03	0,37 \pm 0,03

(*)Letras diferentes en la misma fila representan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) dentro de cada tratamiento (tiempo de espera y posición en la torre). CRA=capacidad de retención de agua. PDI= punto de deformación inelástica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Animal Welfare Institute. 2004. www.awionline.org/farm/standards/rabbits.htm
- Buil T., María G.A., Villarroel M., Liste G., Lopez M. W. Rab. Sci. 2004, 12:269-279
- Jolley P.D. 1990. Applied Animal Behaviour Science, 28:119-123
- Grandin T., 2000. Livestock Handling and Transport. 2nd Edition. CABI Publishing UK
- SAS. 1985. User's Guide. Statistics, release 6.03. Cary, NC.
- Chacón G., Liste G., Buil T., María G.A., García-Belenguer S., Villarroel M., Alierta S. 2005.AIDA. Zaragoza 11-12 de Mayo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al matadero de conejos de Villanueva de Gállego (CUIN S.L.) y a las Asociaciones ASESCU y MADECUN por su inestimable colaboración.

EFFECTO DEL TIEMPO DE ESPERA PRE-SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE EN CONEJOS COMERCIALES¹

Liste G., María G.A., Campo M., Buil T., Olleta J.L., Sañudo C., López M., Villarroel M. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de carne en general, deben ser entendidos como un proceso que engloba tanto la cría en granja de los animales, como su posterior transporte, espera, sacrificio y faenado en el matadero (Villarroel et al. 2001). Un mal manejo en alguna de estas fases, pondrá en riesgo la rentabilidad de los cunicultores estropeando el esfuerzo realizado durante las fases de cría y cebo (Buil et al. 2004). El cambio de ambiente que sufren los animales al ser transportados y la novedad del mismo es el principal factor de estrés. Es necesario un período de adaptación para permitir una adecuación de su homeostasis para minimizar las consecuencias del estrés producido por este cambio. Un tiempo mínimo de espera pre-sacrificio es necesario para que los animales se recobren de la respuesta de estrés causada durante el transporte. Es aceptado que ciertos niveles de estrés pueden afectar la calidad de la carne. En general la bibliografía existente sobre el efecto de la espera en la calidad de la carne de conejo es escasa (Jolley, 1990, Dal Bosco et al., 1997). No nos consta que exista ningún estudio científico acerca del efecto del tiempo de espera sobre la calidad sensorial de la carne en conejos. Sin embargo uno de los criterios de calidad que más valoran los consumidores es la calidad sensorial. En este estudio se analiza el efecto del tiempo de espera sobre la calidad sensorial de la carne de conejos comerciales en Aragón.

MATERIAL Y METODOS

En la primavera de 2004, se estudiaron un total de 76 conejos híbridos comerciales de dos meses de edad, con un peso vivo medio de 2300 g, transportados durante aproximadamente 3 horas. Se efectuaron dos repeticiones. Se definieron dos tiempos de espera (2 horas o 6 horas). El efecto de la posición dentro de las torres de transporte en el camión fue analizado adicionalmente con tres posiciones (superior, media o inferior). En la parte central de las jaulas de transporte, se colocaron termómetros de registro y almacenamiento con una frecuencia de medida de 5 minutos para registrar de forma continua la temperatura ambiente durante el transporte. La densidad fue de 10 gazapos por jaula (360 cm² x animal). Se pesaron las canales en caliente y a las 24h post mortem en cámara de frío (1-2 °C), momento en que se midió el pH de la carne en el músculo L. Dorsi mediante una incisión en el lomo izquierdo. En la Figura 1 se representa la evolución de las temperaturas durante la espera. La temperatura media durante la espera corta fue de 24,27 (±1,39) °C, y durante la larga de 23,98 (±1,9) °C. La humedad relativa media fue del 64,64% (± 9,45). Se pesaron las canales en caliente y en cámara de frío (1-2 °C) a las 24 horas, momento en que se midió el pH de la carne en el músculo L. Dorsi (CRISON) mediante una pequeña incisión en el lomo izquierdo. En el laboratorio, se extrajo el músculo L. dorsi izquierdo, se envasó al vacío y se congeló a -18°C hasta su análisis. El análisis sensorial se realizó siguiendo el procedimiento descrito en Campo et al. (1999), en sala de catas con cabinas individuales. Se realizaron cinco sesiones de cata en las que 7 panelistas entrenados. Analizaron 4 platos de 3

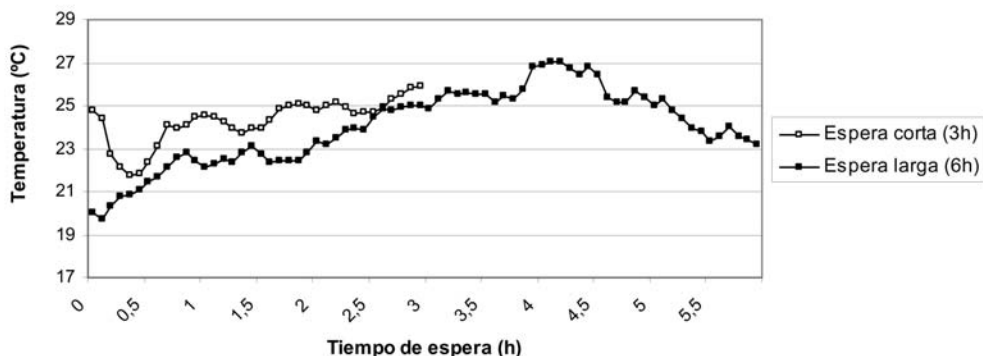
¹ Estudio financiado por Ministerio de Educación y Ciencia – Proyecto CICYT AGL-2002 01346

muestras cada uno por cata. Las muestras fueron descongeladas el día de cada sesión por inmersión en agua a 17-19°C durante 2 horas. Se cocinaron en plancha de doble superficie (SAMMIC P8D-2) a 200°C envueltas en papel de aluminio hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C. Las muestras fueron presentadas a los panelistas con luz roja para enmascarar los colores. Cada catador analizaba la misma porción de L. dorsi de todas las muestras a comparar dentro de un plato, y cada tratamiento fue analizado y comparado 10 veces por cada catador (70 juicios en total). Los panelistas valoraron en una escala lineal no estructurada de 10 cm, los siguientes descriptores: intensidad de olor a conejo, intensidad de olores extraños, terneza, jugosidad, fibrosidad, untuosidad, intensidad de flavor a conejo, intensidad de sabores extraños y apreciación global. El 0 representa muestras con poca intensidad de olor, mala textura, con poca intensidad de flavor y mala apreciación global. El 10 representa muestras con mucha intensidad de olor, buena textura, con mucha intensidad de flavor y buena apreciación global. Los análisis se efectuaron utilizando SAS (SAS, 1985), con los efectos fijos de tiempo de espera y posición.

RESULTADOS Y DISCUSION

El peso medio de la canal caliente fue de 1324 (± 132) gramos y el pH a 24 fue de 5.87 ± 0.03 , no observándose diferencias significativas entre tratamientos. La composición porcentual de las medias canales estudiadas fue de 69 (± 2.9) músculo, 14 (± 2.8) de grasa y 15 (± 1.8) de hueso. En la Tabla 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados para las variables respuesta de calidad sensorial analizadas. No se observó efecto significativo de la interacción entre tratamientos por lo que ésta fue eliminada del modelo factorial aplicado. En general, no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 1. Gráfico de temperaturas en la espera en matadero



Sin embargo, podríamos hablar de ciertas tendencias en algunos parámetros de calidad sensorial. El descriptor de olores extraños experimentó un ligero aumento en cuanto a posición en la torre, siendo los conejos de la parte inferior los que tenían mayor proporción de olores extraños, aunque las diferencias no fueron significativas. En cuanto a la textura, se apreció una terneza superior y una menor fibrosidad en aquellos conejos con menor tiempo de espera. En general podemos decir que en las condiciones de este estudio, el tiempo de espera no tiene un efecto significativo sobre la calidad sensorial de la carne de la carne. Sin embargo, los parámetros relacionados con la actividad asociada al síndrome de adaptación (Selye H., 1973), sí se vieron afectados en éstos conejos (Chacón et al. 2005). Se deduce que el nivel

de estrés necesario para provocar cambios significativos sobre la calidad sensorial de la carne, debe ser muy superior al que se requiere para producir cambios significativos en los indicadores fisiológicos de bienestar animal. Un efecto nulo o mínimo sobre la calidad sensorial de la carne, no indica ausencia de compromiso del bienestar animal. Nos enfrentamos a un nuevo concepto de calidad. La calidad ética de un producto. Creemos que el bienestar animal deberá ser valorado de múltiples disciplinas, con el fin de evitar sacar conclusiones erróneas acerca de la verdadera situación de los animales. Es posible que en un futuro los consumidores estén dispuestos a pagar más por un producto de origen animal con el fin de preservar el bienestar animal (María et al. 2004).

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm S.E.) para la calidad sensorial de la carne.

n	Tiempo de espera		Posición en la torre		
	Corto (3h)	Largo (6h)	Arriba	Centro	Abajo
	210	210	140	140	140
Intensidad de olor					
Olor a conejo	4.38 \pm 0.08	4.25 \pm 0.08	4.38 \pm 0.10	4.35 \pm 0.10	4.22 \pm 0.10
Olores extraños	1.49 \pm 0.11	1.61 \pm 0.11	1.36 \pm 0.13	1.59 \pm 0.13	1.71 \pm 0.13
Textura sensorial					
Terneza	6.18 \pm 0.13	6.10 \pm 0.13	5.98 \pm 0.15	6.21 \pm 0.15	6.09 \pm 0.15
Jugosidad	3.81 \pm 0.10	3.80 \pm 0.10	3.81 \pm 0.13	3.85 \pm 0.13	3.74 \pm 0.13
Fibrosidad	2.97 \pm 0.13	3.21 \pm 0.13	3.24 \pm 0.16	3.19 \pm 0.16	2.86 \pm 0.16
Untuosidad	3.43 \pm 0.09	3.43 \pm 0.09	3.37 \pm 0.11	3.49 \pm 0.11	3.43 \pm 0.11
Intensidad de flavor					
Flavor a conejo	5.46 \pm 0.05	5.39 \pm 0.05	5.38 \pm 0.06	5.51 \pm 0.06	5.40 \pm 0.06
Flavores extraños	2.12 \pm 0.12	2.30 \pm 0.12	2.34 \pm 0.15	2.15 \pm 0.15	2.19 \pm 0.15
Acept. Global	5.16 \pm 0.09	4.50 \pm 0.09	5.16 \pm 0.11	5.13 \pm 0.11	4.95 \pm 0.11

0 representa muestras con poca intensidad de olor, mala textura, con poca intensidad de flavor y mala apreciación global; y 10 representa muestras con mucha intensidad de olor, buena textura, con mucha intensidad de flavor y buena apreciación global.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buil T., María G.A., Villarroel M., Liste G., Lopez M. 2004. W. Rab. Sci. 12:269-279.
 Jolley P.D. 1990. Appl. Anim. Beh.r Sci., 28:119-123.
 Campo M. M. Sañudo C. Panea B. Alberti P., Santolaria P. 1999. M. Sci.51, 383-390.
 Chacón G., Liste G., Buil T., María G.A., García-Belenguer S., Villarroel M., Alierta S. 2005. XI Jornadas sobre Producción Animal. AIDA. Zaragoza 11-12 de Mayo.
 Dal Bosco A. Castellini C., Bernardini M. 1997. W. Rab. Sci. 5(3), 115-119.
 Dalle Zotte A. 2002. Livestock Production Science 75, 11-32.
 María G. A. (2004). 55th Annual Meeting EAAP. Abstracts Paper ML5 P 165. Bled.
 Masoero G. 1992. J. Appl. Rabbit Res. 15, 841-847.
 SAS. 1985. User's Guide. Statistics, release 6.03. Cary, NC.
 Selye H., 1973. Animal Science, 61, 692-699.
 Villarroel M. María G. Sierra I. Sañudo C. García S.2001. Vet. Record 149, 173-176.

Agradecimientos: Los autores agradecen al matadero de conejos de Villanueva de Gállego (CUIN S.L.) y a las Asociaciones ASESCU y MADECUN.

EFFECTO DE LA RAZA, DE LA EDAD DE SACRIFICIO Y DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CONEJO

M.C. Carrilho, M. López, C. Gañarull, G. Bolet
Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.
marina@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Rødboten *et al.* (2004) han estudiado recientemente el perfil sensorial de la carne procedente de quince especies comerciales, situando la carne de conejo entre las de menor intensidad de color, aroma y flavor, su jugosidad es media-baja, el grano muscular escaso, es la que presenta mayor terniza y la que menor sensación de grasa deja en la boca.

El aroma y flavor de la carne de conejo pueden variar en función de los componentes de la dieta (Oliver *et al.*, 1997), el grado de selección (Hernández *et al.*, 2003, 2005) o el sexo (Hernández *et al.*, 2003). Asimismo, la jugosidad y la terniza pueden modificarse con el sistema de aturdimiento (Lafuente y López, 2000) y se deterioran cuando aumenta la edad de sacrificio según Jehl y Juin (1999), si bien Xiccato *et al.* (1994) no encuentran efecto de la edad sobre esta variable y Gondret *et al.* (1998) observan que esta cualidad mejora con la edad de sacrificio. Es posible que la terniza dependa de otros factores pues Ortiz y Rubio (2001) encuentran diferencias dependientes de la raza (Rex más tierno que California).

Los estudios citados, excepto el último, se basan en la raza Neozelandesa o en líneas o híbridos creados a partir de la misma y/o de la raza Californiana. El presente trabajo se enmarca en un proyecto de evaluación de las más antiguas razas europeas de conejos y se inició ya hace algún tiempo (Bolet *et al.*, 2000). Aquí presentamos los resultados de evaluar la calidad sensorial de carne procedente del cruce de machos Argenté de Champagne (Plateado) y Fauve de Bourgogne (Leonado) sobre hembras Neozelandesas de la línea INRA 1077.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 60 conejos Plateado X INRA 1077 y 60 conejos Leonado X INRA 1077, que se sacrificaron a las 9, 11 o 12 semanas de edad (10 machos y 10 hembras en cada edad). La elección de los animales de 11 y 12 semanas fue completamente al azar; los de 9 semanas se eligieron al azar pero se desecharon los que presentaban pesos fuera del rango de los mataderos comerciales españoles.

Los conejos nacieron y se cebaron en las condiciones normales de la granja experimental del S.A.E.A. de la Universidad de Zaragoza y se sacrificaron en el matadero INCUGA de Villanueva de Ebro siguiendo el patrón comercial. Tras el sacrificio las canales se trasladaron al Laboratorio de la Unidad de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria, se mantuvieron en refrigeración en cámara de 4°C durante 24 horas y a continuación se diseccionó el músculo *Longissimus dorsi* de ambos lados de la canal, el cual se empaquetó al vacío conservándose congelado hasta el momento de su análisis sensorial.

Para realizarlo, las muestras se descongelaron en agua corriente a temperatura ambiente y se cocinaron protegidas por papel de aluminio en un grill de doble placa hasta que alcanzaron una temperatura interna de 70°C. De cada *Longissimus dorsi* se obtuvieron 8 porciones que se presentaron a un panel de 8 catadores entrenados que valoraron en una escala continua estructurada de 0 -100 puntos los siguientes atributos: intensidad de olor, terniza, jugosidad, intensidad de flavor, calidad de flavor y apreciación global. Se realizaron 10 sesiones con 12 muestras por sesión.

Los resultados se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS 12.0, estudiando los efectos raza, sexo, edad y sus interacciones. Se utilizó el test de Duncan ($p < 0.05$) para comparar las medias en los casos en que el análisis de varianza indicaba efecto significativo de alguno de los factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la valoración media obtenida en cada uno de los atributos evaluados, así como los resultados del análisis de varianza. Puede observarse, en primer lugar, que la calificación sensorial que recibe la carne de conejo está dentro de los valores normales emitidos por el mismo panel de expertos sobre otras especies como la ovina o la bovina (Martínez- Cerezo *et al.*, 2001; Panea *et al.*, 2003).

Tabla 1 – Medias, desviación típica y efecto de la raza, sexo, edad y sus interacciones sobre las características sensoriales de la carne de conejo

	Olor	Terneza	Jugosidad	I. Flavor	C. Flavor	A. global
Medias (DT)	56.76 (16.20)	69.67 (16.86)	57.72 (16.10)	62.24 (11.92)	70.00 (11.42)	70.10 (12.24)
Raza	ns	ns	ns	ns	*	t
Sexo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Edad	ns	ns	***	ns	ns	ns
Raza*Sexo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Raza*edad	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sexo*edad	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Raza*sexo*edad	ns	ns	ns	ns	ns	ns

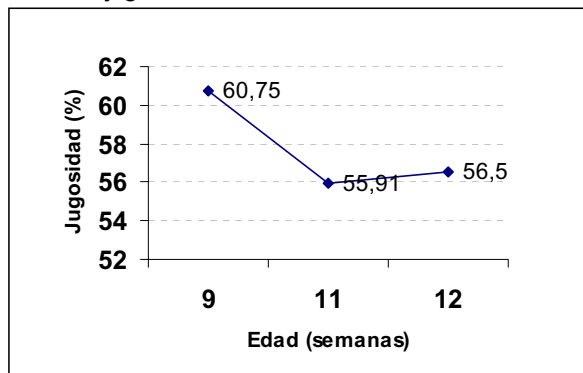
También puede observarse que, en las condiciones del experimento, el olor, la terneza y la intensidad de flavor no varían en función de los factores analizados. Por el contrario, hay un **efecto de la raza** sobre la calidad del flavor ($P < 0.05$) y una **tendencia** sobre la apreciación global ($P < 0.10$), de modo que en ambos casos los catadores puntúan más alto la carne de la raza Plateada (Tabla 2). Estos resultados pueden en parte ser debidos a las distintas precocidades de las razas estudiadas, más tardía por su mayor peso adulto la primera que la segunda (López, 2001).

Tabla 2 – Efecto de la raza sobre la calidad de flavor y apreciación global. Medias y desviación típica.

	Calidad de Flavor	Apreciación global
Plateada	70.98 B (10.78)	71.04 (11.73)
Leonada	69.14 A (11.91)	69.28 (12.62)

Asimismo, se observa un **efecto de la edad** sobre la jugosidad ($P < 0.001$) (Figura 1), siendo más jugosa la carne de los conejos más jóvenes respecto a la de las otras edades y corroborando así los resultados de Jehl y Juin (1999) que encuentran una reducción de esta cualidad entre las 10 y 12 semanas de edad en conejos Hyplus. Es posible que esta apreciación esté relacionada con una mayor liberación de agua del músculo al masticar la carne de los conejos de menor edad y es posible, asimismo, que en la apreciación juegue algún papel la terneza, atributo que, aunque no de manera significativa, en nuestro estudio se reduce con la edad y mantiene con la jugosidad una correlación alta y positiva ($R = 0.597$, $P < 0.01$).

Figura 1 - Evolución de la jugosidad con la edad



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolet *et al.* (2000). *World Rabbit Science*, 8 (S1), 281 - 315
- Gondret, F., Juin, H., Mourot, J. and Bonneau, M. (1998). *Meat Science*, 48, (1-2), 181-187
- Hernández, P., Guerrero, L., Ramírez, J. y Bonneau (2003). *ITEA*, Vol. Extra 24 (I), 256-258
- Hernández, P., Guerrero, L., Ramírez, J., Mekkawy, W., Pla, M., Ariño, B., Ibañez, N. and Blasco, A. (2005). *Meat Science* 69, 123-127
- Jehl, N. and Juin, H. (1999). *Cuniculture*. 148 - 26 (4), 171-174
- Lafuente, R., López, M. (2000). *World Rabbit Science*, Vol. 8 (S 1), 545-552
- López, M. (2001). *ITEA*, Vol. Extra 22 (II), 484-486
- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Olleta, J.L., Panea, B., Serrano, X. y Castrillo, C. (2001). *ITEA*, Vol. Extra 22 (II), 571-573
- Oliver, M. A., Guerrero, L., Díaz, F., Gispert, M., Pla, M. and Blasco, A. (1997). *Meat Science*, 47 (1-2), 95-103
- Ortiz Hernández, S.A., and Rubio Lozano, M.S. (2001). *World Rabbit Science*, 9 (2), 51-56
- Panea, B., Monsón, F., Olleta Castañer, J. L., Martínez-Cerezo, S., Pardos, J. J. y Sañudo, C. (2003). *ITEA*, Vol. Extra 24 (I), 31-33
- Rødbotten, M., Kubberd, E., Lea, P. and Ueland, Ø. (2004). *Meat Science*, 68 (1), 137-144
- Xiccato, G., Parigi-Bini, R. Dalle Zotte, A. and Carazzolo, A. (1994). 40th International Congress Meat Science and Technology (I.Co.M.S.T.). The Hague, The Netherlands, 28/08 – 2/09, w-2.02

VARIACIONES DIARIAS DE LECHE, GRASA, PROTEÍNA Y RECuentOS DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN OVEJAS DE RAZA MANCHEGA.

Arias, R.¹; Ramón, M.¹; Gallego, R.²; Pérez-Gúzman, M.D.¹

1. Centro Regional de Selección y Reproducción Animal. Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
Avda. del Vino, 10. 13300 Valdepeñas.
2. Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Manchega
Crt. de Madrid s/n. 02006 Albacete.

INTRODUCCIÓN

El Control Lechero es uno de los pilares básicos del Esquema de Selección de la raza ovina Manchega (ESROM). Los parámetros de control son producción de leche, composición físico-química y Recuento de Células Somáticas (RCS).

El presente trabajo muestra los resultados de repetibilidad de los parámetros citados y la influencia de los factores día, turno y tipo de ordeño en el control de dos días consecutivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en 53 ganaderías, con ordeño mecánico o manual, que han efectuado Control Lechero Oficial entre los años 1999 al 2004, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la muestra según tipo de ordeño.

	Ordeño Mecánico	Ordeño Manual	Total
Ganaderías	47	6	53
Ovejas	1.521	855	2.376

Se procede a la comprobación del control lechero mensual de distintos lotes de ordeño, en diverso estado de lactación, para las variables producción de leche, porcentajes de grasa y proteína y RCS. Para cada animal se dispone de dos valores por variable procedente del mismo turno de ordeño de días consecutivos, de mañana o de tarde.

Para el análisis físico-químico se ha utilizado un analizador automático MilkoScan 4000, basado en la técnica de infrarrojos. Los RCS se realizan mediante el método fluoro-opto-electónico con un equipo Fossomatic 5000. Las muestras de leche llevan adicionadas un conservante y son analizadas en las 48 horas siguientes a su recogida en el Laboratorio de Control Lechero del CERSYRA.

Para el análisis estadístico se ha utilizado un procedimiento MIXTO de SAS (SAS Institute Inc, 1999), de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + NC_j + DC_k + O_l + TO_m + A_n + e_{ijklmno}$$

siendo:

- R = rebaño (53 niveles).
- NC = número de control (4 niveles).
- DC = día del control o de la comprobación (2 niveles).
- O = ordeño mañana o de tarde (2 niveles)
- TO = ordeño manual o mecánico (2 niveles)
- A = animal (factor aleatorio).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los ordeños para las distintas variables se muestran en la Tabla 2, y se encuentran dentro de los rangos estimados para la oveja Manchega.

Tabla 2. Medias y errores estándar para las variables a estudio.

	Leche (mL)	% Grasa	% Proteína	RCS ($\times 10^3$)	RCST *
Media	652	6,65	5,85	686	4,29
SE	388	1,88	0,71	1.336	1,94

*RCST= $\log_2(\text{RCS}/100000)+3$, según Boichard y Rupp (1997).

Los valores medios para las variables estudiadas, así como sus diferencias entre los distintos niveles de los factores fijos y su significación aparecen en las Tabla 3 y 4. El factor día es el que reporta menores diferencias, aunque sí se observa un ligero aumento del porcentaje de grasa y del RCS el día de la comprobación, quizás debido al intento de un mayor apurado por parte del ordeñador obteniendo mayor cantidad de leche alveolar rica en grasa (Molina y Gallego, 1994) y con un mayor contenido celular (Peris y cols., 1991). En cuanto al turno de ordeño, de mañana o tarde, se observa que la cantidad de leche se sitúa en una proporción del 58 y 42% respectivamente, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Fuertes y cols. (1998) en oveja Churra. Existen también diferencias significativas en el porcentaje de grasa y RCS en el ordeño de tarde; esto se explica por un efecto dilución en el menor volumen de leche del ordeño de la tarde debido a desiguales intervalos entre ordeños, lo que coincide con los resultados de otros estudios (Fuertes y cols, 1998; Lagriffoul y cols, 1993; Molina y Gallego, 1994), no influyendo este hecho en el porcentaje de proteína.

El tipo de ordeño también presenta diferencias significativas para todas las variables. El porcentaje de grasa es menor para el ordeño mecánico, tal y como señalaban Pérez y cols. (1983). Los RCS son mayores en el ordeño manual, reafirmando los resultados de otros estudios en oveja Manchega (Gómez y cols., 1997; Pérez-Gúzman y cols, 1997); esto explicaría el ligero incremento del porcentaje proteico en la leche de ovejas con mayores RCS, debido a un aumento de las proteínas séricas, hecho ya indicado por distintos autores (Díaz y cols., 1994; Pirisi y cols., 2000).

Tabla 3. Nivel de significación de los efectos principales para las variables a estudio.

	Rebaño	Día	Control	Ordeño
Leche (mL)	***	***	***	***
Grasa (%)	***	***	***	***
Proteína (%)	***	NS	NS	***
RCST	***	***	***	***

NS = no significativo; *** $P < 0,001$

Tabla 4. Medias mínimos cuadrados (LS-Means) para las variables a estudio.

	Día		Turno Ordeño		Ordeño	
	Control	Comprobación	Mañana	Tarde	Manual	Mecánico
Leche (mL)	529,61 ^a	508,05 ^b	599,54 ^a	438,12 ^b	474,82 ^a	562,84 ^b
Grasa (%)	7,46 ^a	7,76 ^b	6,97 ^a	8,24 ^b	8,05 ^a	7,16 ^b
Proteína (%)	6,13	6,12	6,14	6,11	6,27 ^a	5,98 ^b
RCST	4,88 ^a	5,02 ^b	4,65 ^a	5,23 ^b	5,73 ^a	4,17 ^b

^{a,b} Subíndices que muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) entre niveles.

Las repetibilidades de las variables a estudio se muestran en la Tabla 5. Las repetibilidades diarias han resultado altas para las variables cantidad de leche y porcentaje de proteína, medias para RCS y bajas para el porcentaje de grasa. Este último presenta mayor variabilidad debido a la propia cinética de emisión de leche por la oveja, existiendo diferencias en el contenido graso de las distintas fracciones del ordeño. Las repetibilidades de los distintos parámetros en el ordeño mecánico se asemejan a las obtenidas para la oveja Churra por De La Fuente y cols. (1997).

A la vista de estos resultados se puede concluir que las repetibilidades son aceptables sobre todo en el caso del ordeño mecánico, salvo para el contenido graso con una apreciable variabilidad en ambos tipos de ordeño.

Tabla 5. Repetibilidades de los distintos parámetros según tipo y turno de ordeño.

Ordeño		Mecánico	Manual		Mecánico	Manual
	Leche			Proteína		
Mañana		0,81	0,78		0,74	0,57
Tarde		0,74	0,37		0,78	0,31
Combinado		0,83	0,61		0,77	0,44
	Grasa			RCS		
Mañana		0,38	0,43		0,56	0,51
Tarde		0,47	0,30		0,53	0,46
Combinado		0,42	0,36		0,53	0,49

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boichard, D.; Rupp, R. 1997. GIFT Workshop on functional traits in cattle – Health traits. Uppsala, June 8-10.
- De La Fuente, L.F.; San Primitivo, F.; Fuertes, J.A.; Gonzalo, C. 1997. Small Rum. Res., 24 (1997): 133-139.
- Díaz, J.R.; Muelas, R.; Segura, C.; Peris, C.; Molina, P. 1994. Int. Symp. Somatic Cells and Milk of Small Ruminants. Bella (Italy). EAAP Publication (1996), 77: 305-309.
- Fuertes, J.A.; Gonzalo, C.; Carriedo, J.A.; San Primitivo, F. 1998. J. Dairy Sci., 81: 1300-1307.
- Gómez, M.J.; Gallego, R.; Hernández, G.; Tavera, J.M.; Pérez-Gúzman, M.D.; Montoro, V. 1997. VII Jornadas sobre Producción Animal ITEA. Volumen Extra, 18, Tomo II: 567-569.
- Lagriffoul, G.; Aurel, M.R.; Barillet, F.; Bergonier, D.; Bernard, J.; Berthelot, X. 1993. 5th Int. Symp. Machina Milking Small Ruminants. Int. Comité, Budapest, Hungary: 110-119.
- Molina, P., Gallego, L. 1994. En: Gallego, L., Molina, P., Caja, G. Ganado ovino: raza Manchega. Ed. Mundi-Prensa. Madrid:191-208.
- Peris, C.; Molina, P.; Fernández, N.; Rodríguez, M.; Torres, A. 1991. J. Dairy Sci., 74: 1553-1560.
- Pérez, J.; Gómez, J.L.; García, J. 1983. III Symp. Int. de ordeño mecánico de pequeños rumiantes. Ed. Sever Cuesta. Valladolid: 188-202.
- Pérez-Gúzman, M.D.; Hernández, D.; Garzón, A.; González, M.D.; Montoro, V. 1997. VII Jornadas sobre Producción Animal ITEA. Volumen Extra, 18, Tomo II: 555-557.
- Pirisi, A.; Piredda, G.; Corona, M.; Pes, M. Pintus, S.; Ledda, A. 2000. OVIS, 66: 49-58.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UNA MEZCLA DE ACEITES DE PESCADO Y DE GIRASOL EN LA DIETA DE VACUNO LECHERO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y EL PERFIL LÁCTEO DE ÁCIDOS GRASOS

G. Hervás^{1,2}, K.J. Shingfield^{1,3}, C.K. Reynolds^{1,4}, A.K. Jones¹, B. Lupoli¹, J.M. Griinari⁵, A.S. Grandison⁶ y D.E. Beaver¹

¹ CEDAR. The University of Reading. Earley Gate. Reading RG6 6AT (Reino Unido)

² Estación Agrícola Experimental (CSIC) Apdo. 788 - 24080 León (España)

³ MTT Agrifood Research Finland. FIN 31600 Jokioinen (Finlandia)

⁴ Department of Animal Sciences. The Ohio State University. Wooster, Ohio (Estados Unidos)

⁵ Department of Animal Science. University of Helsinki. Helsinki (Finlandia)

⁶ Food Bioscience. The University of Reading. Reading RG6 6AP (Reino Unido)

INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (ALC) es una mezcla de diversos isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico (*cis*-9 *cis*-12 C_{18:2}) con dos dobles enlaces conjugados y que se encuentra principalmente en la grasa de los animales rumiantes (Khanal y Olson, 2004). Este compuesto suscita mucho interés en la comunidad científica debido a que se le atribuyen numerosos efectos beneficiosos para la salud humana, tales como efectos anticancerígenos, antiarterioscleróticos, potenciador del sistema inmune, etc. (Wahle *et al.*, 2004).

Hasta hace relativamente poco tiempo se pensaba que el único origen del ALC era la incompleta hidrogenación ruminal del ácido linoleico presente en la dieta de los animales (Bauman *et al.*, 2003). Sin embargo, el contenido de este compuesto en la grasa de leche no se justifica únicamente por su formación en el rumen y, por ello, Griinari y Bauman (1999) propusieron que el ALC sería también sintetizado endógenamente (por ejemplo, en la glándula mamaria), por medio de la enzima δ -9 desaturasa y a partir del ácido *trans*-11 vacénico (*trans*-11 C_{18:1}) producido durante la hidrogenación ruminal (Bauman *et al.*, 2003).

El contenido de ALC en los productos finales puede verse afectado considerablemente por diversos factores relacionados con la dieta de los animales, entre los que se encuentra la suplementación con aceites. Tradicionalmente, los suplementos lipídicos se empleaban con el objetivo de aumentar el contenido energético de las raciones. Sin embargo, pueden ser utilizados también para alterar la composición química de la grasa de los productos finales y aumentar el contenido de determinados ácidos grasos insaturados, como por ejemplo el ALC.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la suplementación de la dieta de vacas lecheras con una combinación de aceites de pescado y de girasol sobre el rendimiento productivo de los animales y el perfil lácteo de ácidos grasos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este experimento se utilizaron 16 vacas Frisonas (3,7 ± 0,43 partos; 639 ± 15,6 kg de PV), que fueron divididas en función de su peso vivo, día de lactación y nivel de producción, en 2 grupos experimentales: uno actuó como control (grupo Control) y el otro recibió el tratamiento experimental (grupo Aceite).

Las condiciones experimentales a lo largo de todo el experimento (27 semanas) fueron las mismas para todos los animales (éstos fueron alimentados *ad libitum* con una dieta mixta, ordeñados dos veces al día, y dispusieron en todo momento de agua limpia y de un bloque corrector vitamínico-mineral), excepto que la dieta mixta (relación forraje:concentrado 60:40) de los animales del tratamiento Aceite estaba suplementada con 45 g/kg de MS de una mezcla (1:2; p/p) de aceite refinado de pescado (*Napro Pharma A.S.*, Brattvaag, Noruega) y aceite de girasol (*KTC Edibles Ltd.*, Wednesbury, Reino Unido).

Tanto la ingestión de alimento como la producción de leche fueron registradas diariamente a lo largo de todo el experimento. Cada dos días, se recogió una muestra de leche de cada animal para analizar su composición química: contenido de grasa, proteína y lactosa, así como el perfil de ácidos grasos (incluyendo en este análisis el contenido de ALC). El análisis de ácidos grasos se llevó a cabo por cromatografía de gases (Shingfield *et al.*, 2003).

El efecto del tratamiento de la dieta de los animales (D) y el del día experimental (T) se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo utilizando para ello el procedimiento MIXED del SAS (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se sabe que la utilización de elevadas cantidades de suplementos lipídicos ricos en ácidos grasos poliinsaturados ejerce un efecto negativo sobre la fermentación ruminal, lo cual podría llegar a afectar a la ingestión de alimento y a la producción de leche. No obstante, en este trabajo, se encontró que la adición de un 4,5% de aceite refinado de pescado y aceite de girasol a la dieta de vacas lecheras redujo ($P < 0,01$) la ingestión de alimento, sin afectar estadísticamente ($P > 0,10$) a la producción de leche (Tabla 1).

El precio a pagar por el aumento del contenido de ALC en la grasa de la leche mediante la modificación de la dieta de los animales es el posible efecto negativo de los suplementos utilizados sobre la producción de leche y el contenido de grasa láctea (Bauman *et al.*, 2003, Khanal y Olson, 2004). Coincidiendo con lo señalado por otros autores (*e.g.*, AbuGhazaleh *et al.*, 2003), la suplementación de la dieta de los animales con aceites disminuyó significativamente ($P < 0,01$) el contenido de grasa láctea (Tabla 1). Esto podría estar relacionado con el efecto de estos suplementos sobre el proceso de fermentación ruminal (modificando el patrón de hidrogenación de los ácidos grasos) y con la producción de determinados metabolitos intermedios que son potentes inhibidores de la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Bauman *et al.*, 2003), contribuyendo de esta forma al llamado síndrome de baja grasa en leche.

Tabla 1. Efecto de la alimentación del ganado vacuno con una dieta mixta "Control" o suplementada con 45 g/kg MS de aceite de pescado y aceite de girasol (1:2; dieta "Aceite") sobre la ingestión de alimento y la producción y composición de la leche.

	Dieta		eem	Nivel de significación		
	Control	Aceite		D	T	D × T
Ingestión de MS (kg/d)	21,9	17,4	0,45	**	*	NS
Producción de leche (kg/d)	27,1	26,4	0,85	NS	†	NS
Composición (%)						
Grasa	4,6	2,9	0,11	**	**	**
Proteína	3,6	3,3	0,09	*	**	**
Lactosa	4,5	4,6	0,06	NS	**	*

eem, error estándar de la media; D, efecto de la dieta; T, efecto del día experimental.

NS = no significativo ($P > 0,10$); † = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$.

El perfil de ácidos grasos (Tabla 2) mostró una variación significativa dependiendo de la fase de lactación ($P < 0,01$ para la interacción D×T). El tratamiento Aceite redujo la secreción de ácidos grasos totales ($P < 0,01$), debido fundamentalmente a una reducción significativa ($P < 0,01$) en los contenidos de C_{4:0}-C_{14:0}, C_{16:0} y C_{18:0}. Sin embargo, la secreción de ácidos grasos de cadena más larga (>C₁₈) fue significativamente mayor ($P < 0,01$) en los animales del grupo Aceite.

La reducción de la secreción de C_{18:0} podría atribuirse a la inhibición que produce el aceite de pescado sobre la completa hidrogenación ruminal de los ácidos grasos (Chow *et al.*, 2004). Por ello, el contenido de ALC en la grasa de la leche aumentó de forma significativa (P<0,01) en los animales suplementados con los aceites. De acuerdo con estos resultados, la utilización combinada de grasas de pescado y aceites vegetales ricos en ácido linoleico modifica el patrón de hidrogenación ruminal y puede mejorar el aporte al duodeno de ácido *trans*-11 vacénico, el cual, como ya se ha comentado, es necesario para la síntesis endógena de ALC en la glándula mamaria (Bauman *et al.*, 2003).

Tabla 2. Efecto de la alimentación del ganado vacuno con una dieta mixta "Control" o suplementada con 45 g/kg MS de aceite de pescado y aceite de girasol (1:2; dieta "Aceite") sobre la secreción láctea de ácidos grasos (AG; g/d).

	Dieta			Nivel de significación		
	Control	Aceite	eem	D	T	D × T
≤ C ₁₄	318	152	9,5	**	**	**
C _{16:0}	378	186	11,9	**	**	**
C _{18:0}	75,7	31,4	2,81	**	**	**
C _{18:1 cis}	175,0	94,0	5,45	**	**	**
C _{18:1 trans}	27,3	119,0	6,06	**	**	**
C _{18:2}	22,5	19,5	0,72	**	**	**
ALC Total	5,5	25,2	1,71	**	**	**
C _{18:3 (n-3)}	2,3	1,6	0,07	**	**	**
C _{20:5 (n-3)}	0,36	0,81	0,040	**	**	**
C _{22:6 (n-3)}	0,01	0,50	0,033	**	**	**
Resumen						
AG Totales	1073	676	32,5	**	**	**
AG Saturados	827	410	22,9	**	**	**
AG Monoinsaturados	267	269	9,3	NS	**	*
AG Poliinsaturados	37,9	60,3	2,50	**	**	**

eem, error estándar de la media; D, efecto de la dieta; T, efecto del día experimental. NS = no significativo (P>0,10); * = P<0,05; ** = P<0,01.

En conclusión, podría decirse que la suplementación de la dieta de ganado vacuno lechero con una combinación de aceites de pescado y de girasol aumenta el contenido de ALC en la grasa de la leche, sin que la producción total de leche se vea afectada. No obstante, se reduce significativamente el contenido graso de dicha leche.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el BBSRC, DEFRA, SEERAD y Milk Development Council (*Eating, Food and Health LINK*; Reino Unido). Gonzalo Hervás dispuso de una beca postdoctoral del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD, España).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AbuGhazaleh, A.A., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. 2003. *J. Dairy Sci.* 86, 944-953.
- Bauman, D.E., Corl, B.A., Peterson, D.G. 2003. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* (Vol. 2). AOCS Press, Champaign, IL (Estados Unidos).
- Chow, T.T., Fievez, V., Moloney, A.P., Raes, K., Demeyer, D., de Smet, S. 2004. *Anim. Feed Sci. Technol.* 117, 1-12.
- Griinari, J.M., Bauman, D.E. 1999. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* (Vol. 1). AOCS Press, Champaign, IL (Estados Unidos).
- Khanal, R.C., Olson, K.C. 2004. *Pakistan J. Nutr.* 3, 82-98.
- SAS. 2001. SAS/STAT Users Guide (Release 8.0). SAS Inst., Inc., Cary, NC (Estados Unidos).
- Shingfield, K.J., Ahvenjärvi, S., Toivonen, V., Ärölä, A., Nurmela, K.V.V., Huhtanen, P., Griinari, J.M. 2003. *Anim. Sci.* 77, 165-179.
- Wahle, K.W.L., Heys, S.D., Rotondo, D. 2004. *Prog. Lipid Res.* 43, 553-587.

UN MODELO MULTI-UMBRAL PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL.

Luis Varona¹ y Pilar Hernández²

¹ Area de Producción Animal. Centro UdL-IRTA. 25198. Lleida

² Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. 46071. Valencia.

INTRODUCCION

El análisis estadístico de datos de análisis sensorial presenta dificultades debido a las diferencias de percepción individual entre los panelistas. Una importante fuente de variación entre los panelistas es la variabilidad en el uso de las escalas. Por una parte, pueden aparecer diferencias debidas a que cada panelista otorga una puntuación media diferente, y por otra, debidas a que cada panelista puede utilizar diferentes porciones de la escala total. Brockhoff et al. (1996) han sugerido una transformación de los datos dividiéndolos por la desviación típica de cada panelista. Sin embargo, este procedimiento exclusivamente corrige por la dispersión de cada miembro del panel, pero no corrige por la capacidad de discriminación individual.

En este trabajo se presenta un procedimiento basado en la aplicación del modelo umbral (Wright, 1934; Gianola, 1982), mediante una transformación probit. El modelo umbral asume una distribución subyacente común a todos los panelistas, y un grupo de umbrales de categorización estimados para cada uno de ellos. Este procedimiento se ilustra con el análisis de unos datos previamente analizados (Hernández et al., 2005) procedentes de un panel sensorial para comparar 2 líneas de conejos.

MATERIALY MÉTODOS

El material animal ha sido previamente descrito por Hernández et al. (2005). A la edad de 9 semanas se sacrificaron 40 conejos pertenecientes a un grupo control y otros 40 pertenecientes a un grupo seleccionado por velocidad de crecimiento. La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante 4 catadores de carne de conejo en 20 sesiones. La escala de valoración fue de 0 a 10. Las características evaluadas fueron: Intensidad de aroma a conejo, olor a anís, flavor a anís, flavor a hígado, terneza, jugosidad y fibrosidad. Las muestras se cocinaron envasadas a vacío en un baño a 80°C durante 1 hora, se cortaron en cuatro piezas y se distribuyeron a los catadores. En cada sesión de cata se distribuyeron 4 muestras, 2 por sexo y 2 por población.

El modelo umbral asume una variable subyacente normal común (I) y asume para cada panelista un grupo de umbrales ($t_1, t_2, t_3, t_4, \dots$) que transforman los datos de la variable subyacente ($N(0,1)$) a la variable observada ($y, \{1,2,3,4, \dots\}$). La verosimilitud de los datos observados dada la variable subyacente es:

$$f(y|I) = \prod_{i=1}^{nd} f(y_i|I_i)$$

$$f(y_i|I_i) = 1(I_i < t_1)I(y_i = 0) + 1(t_1 < I_i < t_2)I(y_i = 1) + \dots + 1(t_{nt} < I_i)I(y_i = nt)$$

donde nd es el número de datos, y nt es el número de umbrales.

La distribución a-priori de la variable subyacente es:

$$f(\mathbf{I}|\beta) = N(\mathbf{X}\beta, 1)$$

Donde β esta compuesto por los efectos Grupo (2 niveles), Sexo (2 niveles), Panelista (4 niveles), Sesión (20 niveles) y Localización (4 niveles). Las distribuciones a-priori para estos efectos se asumieron uniformes en un rango de valores esperados.

El análisis se ha realizado mediante el algoritmo propuesto por Sorensen et al., (1995), que utiliza el muestreo de Gibbs (Gelfand y Smith, 1990) para el calculo de las distribuciones marginales posteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta el sumario de las distribuciones marginales de la diferencia entre líneas. Las líneas difieren en los caracteres olor y flavor a anís a favor de la línea control y en Intensidad de olor y flavor a hígado a favor de la línea seleccionada. Estos resultados coinciden con los obtenidos en Hernández et al. (2005). Sin embargo, los resultados aquí presentados tienen una interpretación clara y directa, ya que están expresados en desviaciones típicas de una variable normal subyacente, es decir, el estimador modal de la diferencia entre líneas para el carácter Olor a Anís es de -0.587 desviaciones típicas y su espacio de alta densidad al 95% oscila entre -0.687 y -0.460 , y la probabilidad de que sea inferior a cero es del 100%

Tabla 1. Sumario de la distribución marginal posterior para la diferencia entre las líneas (Selección – Control).

	Media	Moda	Mediana	SD	HPD 95%	p(<0)
Intensidad de olor	0.225	0.217	0.223	0.056	0.117, 0.337	0.00
Olor a anís	-0.572	-0.587	-0.572	0.058	-0.687, -0.460	1.00
Flavor a hígado	0.274	0.269	0.273	0.049	0.179, 0.376	0.00
Flavor a anís	-0.597	-0.596	-0.597	0.060	-0.718, -0.480	1.00
Terneza	0.004	0.004	0.004	0.048	-0.091, 0.101	0.46
Jugosidad	0.015	0.018	0.015	0.052	-0.088, 0.120	0.39
Fibrosidad	0.054	0.051	0.052	0.054	-0.051, 0.161	0.16

Además, el procedimiento proporciona las distribuciones marginales de los umbrales de categorización para cada uno de los panelistas. A modo de ejemplo, en las figuras 1 y 2 se presentan las medias posteriores de los umbrales estimados para los catadores 1 y 2 para el carácter olor a Anís. El panelista 1 atribuye al 42% de las muestras con menor percepción de olor a anís el valor 0, al 19% siguiente el valor 1, y sucesivamente al 26%, 12% y 1% los valores 2,3 y 4. Por el contrario, el panelista 2 distingue entre 9 categorías, pero mientras la primera de ellas (0) ocupa el 36% de las percepciones de olor a anís, la última solo corresponde al 1%. Es evidente que no existe linealidad en las observaciones y que una mera transformación de los datos con su desviación típica puede llevar a conclusiones erróneas. La aplicación de un modelo umbral, corrige estas desviaciones y circunscribe la inferencia a una distribución normal de media 0 y varianza 1, asegurando las propiedades necesarias para la aplicación de un modelo lineal.

Figura 1. Categorización estimada para el panelista 1 en el carácter olor a anís

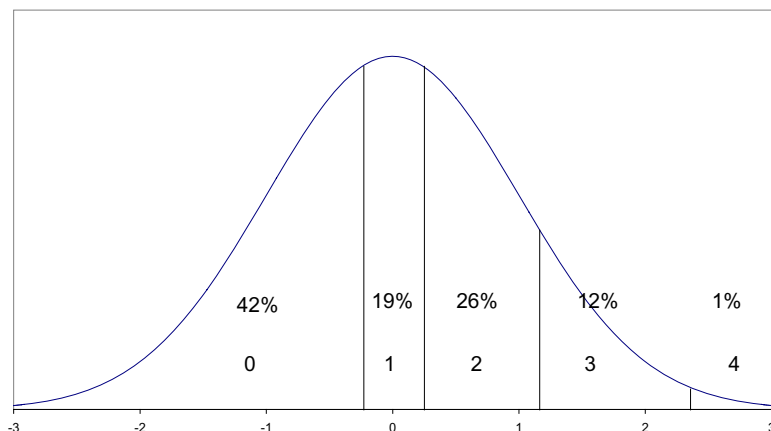
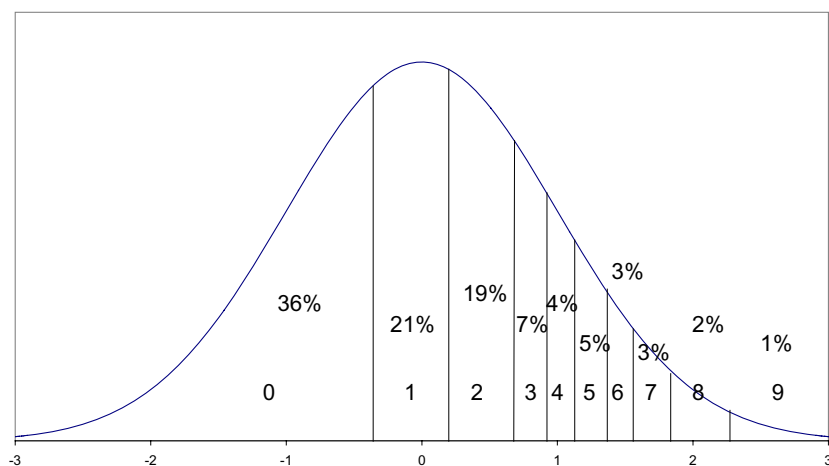


Figura 2. Categorización estimada para el panelista 2 el carácter olor a anís



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brockhoff et al., 1996. In: T. Naes & E. Risvik (Eds.). *Multivariate analysis of data in sensory science*. Amsterdam: Elsevier.
- Gelfand y Smith, 1990. *J. Am. Stat. Assoc.* 85:398
- Gianola, 1982. *J. Anim. Sci.* 54:1079-1096.
- Hernández et al., 2005. *Meat Science* 69:123-127.
- Sorensen et al., 1995. *Genetics, Selection, Evolution* 27:229.
- Wright, 1934. *Genetics* 19:506.

VALORACIÓN DE LAS CARNES DE CALIDAD ESPECÍFICA DE VACUNO Y OVINO POR PARTE DEL ESLABÓN MINORISTA

Maza M^a T.; Boukhalat W.

Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.
C/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza (Spain)

INTRODUCCIÓN

En la comercialización de la carne fresca de vacuno y en menor medida de ovino, una estrategia favorecida por la Política Agraria Común (PAC) ha consistido en abandonar el enfoque tradicional de la cantidad y el precio en favor de una mayor orientación a la demanda, con producciones de mayor calidad, tanto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria como de homogeneidad y estabilidad de la calidad del producto (Atance et al., 2003). En este nuevo enfoque cobran especial protagonismo los mecanismos de diferenciación de la producción, tanto por su capacidad de avalar y diferenciar el producto ante el consumidor como por su capacidad para facilitar la integración de los diferentes agentes implicados en el proceso de producción y comercialización (Langreo, 2002).

Dentro de este contexto de creciente desarrollo de un mercado marquista en el subsector de las carnes rojas de vacuno y ovino el objetivo de este trabajo es analizar como son valoradas dichas carnes de calidad específica por el eslabón minorista. Dicho eslabón desempeña un papel muy importante dentro de la cadena dada su proximidad al consumidor pudiendo ser el desencadenante de su decisión de compra (Briz y de Felipe, 2000; Grunert, 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

La recogida de información ha sido mediante encuesta a minoristas de la ciudad de Zaragoza durante los meses de febrero y marzo de 2001. El tamaño muestral por tratarse de una población finita (< 10.000 individuos) se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 NPQ}{e^2(N-1) + k^2 PQ}$$

donde n es el tamaño de la muestra, k el nivel de confianza, PQ la variabilidad de la población y N el tamaño de la población. Para un nivel de confianza del 95,5% ($k = 2$), un error del 5% y asignando a P y Q un valor de 0,5 que se corresponde con el caso más desfavorable, sobre una población total de 590 establecimientos (Cámara de Comercio de Zaragoza, 2000), se obtuvo un tamaño muestral de 240. Se realizaron 233 encuestas ante la imposibilidad de encontrar en algunos distritos la totalidad de las carnicerías que se preveía encuestar, lo cual indica que la cifra inicial estaba sobrevalorada. A dicha muestra se añadieron seis observaciones más que corresponden a las encuestas realizadas a las cadenas de supermercados e hipermercados que venden carne en la ciudad.

La representatividad de la muestra se consiguió realizando un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional al número de carnicerías tradicionales existentes en cada uno de los 17 distritos de la ciudad.

En la pregunta que recoge la opinión de los minoristas en torno a las carnes de vacuno y ovino de calidad diferenciada se plantea una escala de Likert con cinco

niveles de variación que van desde el totalmente de acuerdo al totalmente en desacuerdo.

El análisis de los datos se realizó mediante análisis bivariantes y multivariantes, en concreto el Chi-cuadrado de Pearson y el análisis factorial de Componentes Principales del paquete estadístico SPSS (v.10.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso de los minoristas tradicionales cabe señalar que más de un tercio, (34,3%), dice estar *completamente de acuerdo* con que "en el futuro se ampliará el consumo de estos productos". Al sumar los porcentajes de las columnas *totalmente de acuerdo* y *de acuerdo*, nuevamente es esta afirmación la que mayor porcentaje de respuestas acumula, (77,2%); seguida por la que indica que "estos productos son mejores desde el punto de vista organoléptico" (60,1%).

El 32,2% se muestra *indiferente* ante la afirmación de que estos productos son mejores desde el punto de vista nutricional. El 39,9% está *en desacuerdo* con que su venta conlleva una complicación en el sistema de las ventas y el 30% con que sean más saludables desde el punto de vista sanitario.

Al sumar las columnas de *en desacuerdo* y *totalmente en desacuerdo* es la afirmación de que su venta conlleva una complicación la que alcanza un mayor porcentaje (60,9%).

El análisis factorial realizado tiene un KMO de 0,836 que aconseja su interpretación. Los factores con autovalores mayores a 1 son los dos primeros y entre ambos explican el 59% de la variabilidad total. A través de la matriz de componentes rotados (Tabla 1) observamos por orden decreciente las correlaciones de las variables con los factores o componentes.

-El *primer factor* explica una gran proporción de la variabilidad total, el 43%, y viene caracterizado por las variables que indican que los productos de calidad específica son mejores desde el punto de vista nutricional, organoléptico y sanitario, que su precio superior está totalmente justificado y que tienen controles sanitarios más rigurosos.

-El *segundo factor* explica el 17% de la varianza total y le caracterizan las dos variables que indican unas respuestas más extremas "conlleva una complicación en el sistema de ventas" con signo negativo y "en el futuro se ampliará el consumo de estos productos" con signo positivo.

Tabla 1. Matriz de componentes rotados ^a.

	Componentes	
	1	2
Mejores desde el punto de vista nutricional	0,793	9,097E-04
Mejores desde el punto de vista organoléptico	0,790	3,652E-02
Más saludables desde el punto de vista sanitario	0,770	0,151
El precio superior está totalmente justificado	0,761	0,142
Tienen controles sanitarios más rigurosos	0,659	-4,371E-02
Conlleva una complicación en el sistema de ventas	0,169	-0,838
En el futuro se ampliará el consumo de estos productos	0,320	0,647

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

En el caso de las cadenas de distribución, existen una serie de afirmaciones en la escala de Likert planteada en las que hay un amplio acuerdo entre los encuestados.

El 100 % está *de acuerdo* o *totalmente de acuerdo* en que en el futuro se ampliará el consumo de estos productos, mientras que el 83,3 % lo están en que estos productos de calidad específica son mejores desde el punto de vista sanitario, nutricional y en que tienen controles sanitarios más rigurosos.

Se ha querido averiguar si existe dependencia o no entre vender carne con denominación o marca y la opinión del carnicero en cuanto a las afirmaciones que aparecen en la escala de Likert, con todas ellas, excepto con la que de forma mayoritaria se está en desacuerdo, que es que su venta presenta complicaciones. Para ello se ha utilizado un análisis bivariante en el que a la observación directa de la tabla se le añade un ajuste Chi-cuadrado para determinar la probabilidad de la asociación observada.

Tabla 2. Relaciones de dependencia observadas.

Opiniones	Vender carne con denominación o marca	Observaciones
Dichos productos son más saludables desde el punto de vista sanitario	(+) ^{a,b}	Existe dependencia
Estos productos son mejores desde el punto de vista nutricional	(+) ^{a,b}	Existe dependencia
Son mejores desde el punto de vista organoléptico	(+) ^{a,b}	Existe dependencia
Estos productos tienen controles sanitarios más rigurosos	(-) ^{a,b}	No existe dependencia
El precio superior de estos productos está totalmente justificado	(+) ^{a,b}	Existe dependencia
En el futuro se ampliará el consumo de estos productos	(+) ^{a,b}	Existe dependencia

(+) = Valor tabular menor al valor estadístico, se rechaza H_0 de independencia significativa entre ambas variables. (-) = Valor tabular mayor al valor estadístico, no se rechaza la H_0 de independencia significativa entre ambas variables. a: Significatividad $\alpha = 0,05$; b: Significatividad $\alpha = 0,10$

Podemos concluir que guarda relación vender carne con denominación o marca y tener opiniones favorables en cuanto a que estos productos son mejores desde el punto de vista sanitario, nutricional y organoléptico, a que su precio superior está justificado y a que su consumo se ampliará en el futuro. No guarda relación por el contrario el vender este tipo de productos con la opinión de que dichos productos tienen controles sanitarios más rigurosos. Puede sorprender que vender carnes de calidad específica esté relacionado con la opinión de que éstas son mejores desde el punto de vista sanitario, pero a la vez no con que estos productos tengan controles sanitarios más rigurosos. Esto podría explicarse por el hecho de que sólo el 21% de los minoristas tradicionales que venden carnes de calidad específica afirman pasar controles adicionales, mientras el 61% afirma que no, siendo otros eslabones, ganaderos o abastecedores, quienes los pasan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atance, I.; Bardají, I.; Tió, C. (2003). Instrumentos de diferenciación de la producción en el sector de la carne de vacuno. *Distribución y consumo* 68: 68-81.
- Briz, J.; De Felipe, I. (2000). Hábitos y percepciones del consumo de carne en España. *Eurocarne* 88: 51-61.
- Grunert, K. (2001). *Current issues in the análisis of consumer food choice*. In the 71st Seminar of the EAAE, Zaragoza (Spain).
- Langreo, A. (2002). Los mercados de carnes en España, en el proceso de verticalización. *Distribución y consumo* 62: 43-65.

VARIACION DEL pH EN CANALES COMERCIALES DE CORDERO

Sañudo, C.¹, Monsón, F.¹, Campo, M.M.¹, Beltrán J.A.¹ y Bello, J.M.²

¹ Dep. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013-Zaragoza

² NANTA S.A., c/ Baleares s/n, 50620 Casetas, Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El pH de la carne es uno de los principales agentes que determinan su calidad. Este parámetro y su caída tras el sacrificio han sido ampliamente estudiados en porcino y vacuno, estando asociado principalmente a carnes problemáticas del tipo P.S.E. y D.F.D. En el ganado ovino, existen diversos trabajos que han puesto de manifiesto relaciones entre el pH y la capacidad de retención de agua (CRA) o la textura, señalando un aumento de la CRA y una disminución de la dureza con el aumento del pH final (Bouton *et al.*, 1971 y 1982). Sin embargo, existe un punto problemático con pHs de alrededor de 5.8, en el cual la dureza aumenta y el potencial de tenderización disminuye (Watanabe *et al.*, 1996). El pH se puede ver alterado por multitud de factores relacionados con situaciones estresantes durante el presacrificio (Bray *et al.*, 1989; Apple *et al.*, 1995; Vergara *et al.*, 2005) que todavía presentan muchos aspectos oscuros y poco estudiados. Por ello, el presente trabajo contempla el **objetivo** de analizar la relación que pudiera existir entre diversos factores y el pH final de la carne ovina, todo ello en condiciones comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 3.016 corderos comerciales sacrificados en un matadero homologado por la UE (MercaZaragoza) a lo largo de tres años. A estos animales se les midió el pH con un electrodo de penetración en la cara interna de la pierna, músculo semimembranoso.

De cada animal se recogió información sobre el año de sacrificio (2002, 2003, 2004), el día de sacrificio dentro de la semana, la época- estación del año, los tiempos de carga en granja (menos de 35 y más de 35 minutos), el tiempo de transporte (menos de 30 minutos, entre 30 y 60 minutos y más de 60 minutos), el tiempo de espera en matadero (menos de 15 horas, entre 15 y 24 horas y más de 24 horas), el estado de engrasamiento del animal (valorado sobre la canal en una escala de 5 puntos) y el sexo.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS (12.0). En primer lugar se realizó un GLM univariante para el pH, en el conjunto de la población, considerando cada uno de los efectos anteriores de forma separada.

Una vez realizado este análisis se eliminaron los efectos no significativos (tiempo de carga y tiempo de espera en matadero) y se agruparon, o no, el resto de efectos en función de los resultados obtenidos (diferencias entre medias evaluadas por medio del test de Duncan). Así, quedaron dos grupos significativamente diferentes para el año de sacrificio (2002 y 2003 + 2004), dos para el día de la semana (de lunes a jueves y viernes), dos épocas del año (invierno + primavera y verano + otoño), dos tiempos de transporte (menos de 60 y más de 60 minutos), tres grupos de engrasamiento (bajo + medio + medio alto, medio bajo y alto) y los dos sexos estudiados (machos y hembras).

Posteriormente, se realizó un GLM multivariante, según los efectos señalados (año de sacrificio, día de la semana, época del año, tiempo de transporte, engrasamiento y sexo) y sus respectivas interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variabilidad estudiada en el pH de los corderos analizados se presenta en la tabla 1. La significación de los distintos efectos y de las interacciones significativas (GLM) se presenta en la tabla 2.

Como se ha descrito en el apartado de metodología, ni el tiempo de carga en granja ni el tiempo de espera resultaron significativos sobre el pH final. La consideración de la especie ovina como poco estresable y la poca variabilidad encontrada en estos parámetros (por ejemplo el 92% de los corderos estudiados estaban entre 30 y 45 minutos en duración de la carga) nos pueden ayudar a justificar los resultados.

Dentro del modelo multivariante, no fueron significativos ni el año, ni el tiempo de transporte. Aunque, considerando los datos globalmente, los pHs resultaron inferiores en el año 2002 que en los años siguientes y en los animales transportados durante más tiempo.

En relación con el día de sacrificio se observó una tendencia a que el viernes, respecto al resto de la semana, los animales presentaran pHs más altos, lo mismo que en invierno y primavera, en relación con verano y otoño. En este caso unos mayores requerimientos energéticos en el invierno y un posible mayor estrés primaveral, ya descrito en otras especies, podrían justificar el mayor consumo de glucógeno y esos valores de pH más elevados.

Por otra parte, los animales con mayor engrasamiento y las hembras (naturalmente más engrasadas y menos susceptibles al estrés) presentaron pHs más bajos. Esto podría estar relacionado con la acción protectora de la grasa con relación al frío, ya que temperaturas más elevadas en el proceso de instauración del *rigor mortis* podrían acelerar el metabolismo muscular y la mayor caída del pH, aunque este supuesto no parece claro en otros trabajos con corderos más pesados y con un menor número de medidas que en el nuestro (Okeudo y Moss, 2005).

En todo caso, las diferencias entre los valores de pH encontrados en nuestro trabajo no parecen ser lo suficientemente importantes como para que la calidad del producto se vea comprometida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apple, J.K., Dikerman, M.E., Minton, J.E., McMurphy, R.M., Fedde, M.R., Leith, D.E. y Unruh, J.A. 1995. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism and incidence of dark-cutting Longissimus muscle of sheep. *Journal of Animal Science*, **73**, 2295-2307.
- Bouton, P.E., Harris, P.V. y Shorthose, W.R. 1971. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, **36**, 435-439.
- Bouton, P.E., Harris, P.V., Macfarlane, J.J. y Shorthose, W.R. 1982. Influence of pH on the Warner-Bratzler shear Properties of Mutton. *Meat Science*, **6**, 27-36.

Bray, A.R., Graafhuis, A.E. y Chrystall, B.B. 1989. The cumulative effect of nutritional shearing and preslaughter washing stressess on the quality of lamb meat. *Meat Science*, **25**, 59-67.

Okeudo, N.J. y Moss, B.W. 2005. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Science*, **69**, 1-8.

Vergara, H., Linares, M.B., Berruga, M.I. y Gallego, L. 2005. Meat quality in suckling lambs: effect of pre-slaughter handling. *Meat Science*, **69**, 473-478.

Watanabe, A., Daly, C.C. y Devine, C.E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Science*, **42**, 67-78.

Tabla 1. Valores medios y desviación típica del pH de corderos comerciales según diversos efectos.

	<i>n</i>	media	Desviación típica
Año de sacrificio			
2002	597	5.77a	0.21
2003 + 2004	2419	5.81a	0.21
Día semana			
Lunes a jueves	2899	5.78a	0.21
Viernes	117	5.87a	0.23
Epoca del año			
Invierno + primavera	1659	5.81b	0.21
Verano + otoño	1357	5.76a	0.21
Tiempo de transporte			
Menos de 60 minutos	2792	5.79a	0.21
Más de 60 minutos	224	5.74a	0.21
Engrasamiento			
B + M + MA	2946	5.79a	0.21
MB	11	5.96b	0.29
A	59	5.68a	0.19
Sexo			
Machos	1560	5.81b	0.21
Hembras	1287	5.77a	0.21

B = bajo; M: medio; A: Alto.

Tabla 2. Valores de F (GLM) y su significación de los diversos efectos estudiados y de las interacciones que resultaron significativas.

Año (A)	Día semana (DS)	Epoca (E)	Tiempo transporte (TT)	Engrasamiento (EG)	Sexo (S)	DS x S	A x E x TT
0.06	3.45	4.79	1.19	6.12	5.24	3.64	4.76
ns	t	*	ns	**	*	t	*

ns= no significativo; t= $P \leq 0.10$; * = $P \leq 0.05$; ** = $P \leq 0.01$.

EFEECTO DE EL PERIODO Y TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN EN CONGELACIÓN Y LA MADURACIÓN PREVIA SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO

Vieira, C., Martínez, B., Díaz, M.T., García-Cachán, M.D.

Estación Tecnológica de la Carne. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. C/ Filiberto Villalobos s/n. 37770 Guijuelo (Salamanca).

INTRODUCCIÓN

Las nuevas vías de comercialización de la carne de vacuno demandan sistemas de conservación que mantengan sus características microbiológicas, nutritivas y organolépticas en condiciones óptimas. El almacenamiento en condiciones de congelación ha sido, tradicionalmente, uno de los métodos más utilizados, y por lo tanto más estudiados (Akamittath, 1990; Grujic et al., 1993). No obstante, son escasos los trabajos sobre los efectos combinados de los diversos factores implicados en este tipo de almacenamiento como es la temperatura durante el periodo de almacenamiento, la duración del mismo o las condiciones previas de maduración de la muestra.

El objetivo del presente trabajo es por tanto, conocer el efecto de la duración y temperatura del almacenamiento a congelación en carne de vacuno con distintos grados de maduración, sobre las características microbiológicas, nutritivas y organolépticas de la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras: Se utilizaron 18 porciones de músculo *longissimus thoracis* (6ª - 11ª costillas) procedentes de animales Morucha x Charolés sacrificados a los 13-15 meses de edad. Para ello, los 18 lomos fueron divididos en cuatro porciones, obteniéndose 72 trozos que fueron envasados a vacío, divididos en lotes de 6 muestras cada uno y asignados a los grupos establecidos en el diseño experimental. Los factores estudiados fueron el periodo de almacenamiento a congelación (75 y 90 días), la temperatura de almacenamiento (-20°C y 80°C) y el periodo de maduración previo a la congelación (3 y 10 días). Asimismo, se analizaron dos grupos control, madurados 3 y 10 días, que no fueron sometidos a congelación. Previamente a la realización de los análisis, aquellas muestras que permanecieron congeladas, fueron descongeladas en contacto con el aire a 5°C durante 48 horas.

Análisis realizados: Para conocer las características de la muestra, se determinó el contenido en humedad, grasa y proteína (MAPA, 1987) y el perfil en ácidos grasos (UNE-EN ISO 5508-96). La muestra para el análisis microbiológico se tomo con ayuda de una plantilla estéril de 20 cm² y un hisopo humedecido en agua de peptona estéril. Los grupos microbianos estudiados fueron: bacterias psicrotrofas (PCA, 7°C, 10 días), enterobacterias (VRBGA, 37°C, 24-48 horas) y bacterias ácidolácticas (MRS, 30°C, 48 horas). En cada una de las muestras se tomaron las medidas de los parámetros colorimétricos: luminosidad (L*), índice de rojo (a*), e índice de amarillo (b*) utilizando un espectrofotómetro Minolta CM-2002. La textura de la carne se valoró con un texturómetro TA-XT2 por los métodos de compresión y corte en carne cruda y cocinada respectivamente. Por otro lado, se estimó la capacidad de retención de agua de la carne mediante las pérdidas por descongelación y cocinado (Honickel, 1998). La calidad sensorial fue evaluada mediante perfiles sensoriales valorándose la intensidad del olor, la terneza, la jugosidad, la intensidad del flavor y la aceptabilidad general en una escala de 5 puntos (1=menor intensidad del parámetros; 5=mayor intensidad del parámetro).

En el análisis estadístico se utilizó el procedimiento GLM tomando como variables independientes el periodo de almacenamiento, el grado de maduración de las muestras y la temperatura de congelación. El programa utilizado fue el SPSS 10.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química puso de manifiesto la ausencia de variaciones significativas entre las distintas muestras analizadas, siendo los valores medios para los porcentajes de humedad, grasa bruta y proteína bruta de 74,6%, 3,6% y 21,8% respectivamente. El porcentaje medio de los ácidos grasos identificados, agrupados por el grado de saturación fue 42,2%, 39,8% y 15,6%, para los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados respectivamente.

En lo referente a la calidad microbiológica, cabe indicar que la magnitud de los recuentos obtenidos es indicativa la ausencia de alteración microbiológica de la carne, atribuible a las buenas condiciones de faenado de las canales y a que la descongelación se realizó a temperaturas bajas (Hinton et al., 1998; James, James, 2002). De hecho, para las enterobacterias no se superaron las 10 ufc/cm², para las psicrotrofas los valores fueron inferiores a 300 ufc/cm², no superando las acidolácticas 20 ufc/cm². La extensión del periodo de congelación ha dado lugar a variaciones significativas ($p < 0,05$) en los recuentos medios de bacterias psicrotrofas ($3,5 \times 10^2$, $1,5 \times 10^2$ y $0,5 \times 10^2$ ufc/cm² para las congeladas 90, 75 y 0 días respectivamente), (y enterobacterias $3,0 \times 10^1$, $0,5 \times 10^1$, $0,3 \times 10^1$ ufc/cm² para las congeladas 90, 75 y 0 días respectivamente) correspondiendo los recuentos superiores a la carne que ha permanecido congelada durante más tiempo. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas ($p > 0,05$) en el recuento de bacterias acidolácticas, que estuvo entorno a 10^1 ufc/cm² en todos los casos. Por otro lado, la temperatura a la que se mantuvo la carne durante el almacenamiento a congelación, no afectó significativamente ($p > 0,05$) a la calidad microbiológica de la carne una vez descongelada.

No obstante, la maduración de la carne previa a la congelación, dio lugar a un incremento en los recuentos medios de los grupos bacterianos estudiados (4×10 vs $0,3 \times 10$ ufc/cm² para las enterobacterias; $4,5 \times 10$ vs 1×10 ufc/cm² para las acidolácticas y $4,7 \times 10^2$ vs 1×10 ufc/cm² para los psicrotrofos totales).

Los resultados obtenidos para calidad sensorial y tecnológica de la carne madurada durante 3 días, en función de tiempo de almacenamiento se resumen en la tabla 1.

Tabla 1: características de calidad del músculo *longissimus thoracis* madurado durante 3 días, en función de tiempo de almacenamiento en condiciones de congelación.

Parámetro	Fresca (0 días)	75 días	90 días	Sign.
Luminosidad (L*)	36,1 ± 2,52 ^a	33,8 ± 2,46 ^b	32,1 ± 2,47 ^b	*
Índice de rojo (a*)	18,0 ± 1,45	17,1 ± 1,71	18,8 ± 2,01	ns
Compresión 20% (N)	1,2 ± 0,26	1,3 ± 0,56	1,3 ± 0,32	ns
Compresión 80% (N)	125,9 ± 15,71 ^a	100,4 ± 20,14 ^b	111,2 ± 13,40 ^{ab}	**
Warner-Braztler (kg)	5,4 ± 1,38 ^a	6,8 ± 1,17 ^b	5,6 ± 1,37 ^a	*
Pérdidas descongelación (%)	-	2,6 ± 1,16	3,4 ± 0,99	*
Perdidas cocinado (%)	18,9 ± 2,39 ^a	22,5 ± 1,93 ^b	18,1 ± 2,02 ^a	**
Intensidad de olor	2,8 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,28 ^b	2,6 ± 0,56 ^b	*
Terneza	3,2 ± 0,32 ^a	2,3 ± 0,48 ^b	2,6 ± 0,60 ^{ab}	**
Jugosidad	2,6 ± 0,24	2,4 ± 0,48	2,6 ± 0,56	ns
Intensidad de sabor	2,7 ± 0,22	2,6 ± 0,28	2,7 ± 0,37	ns
Aceptabilidad general	3,0 ± 0,25 ^a	2,4 ± 0,32 ^b	2,9 ± 0,48 ^a	*

a,b: valores con diferentes superíndices en la misma línea indican diferencias significativas

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,5$; ns: diferencias no significativas

En términos generales, la carne que no fue previamente congelada presentó un color más luminoso ($p < 0,05$) y valores de resistencia a la compresión al 80% ($p < 0,01$) y al corte ($p < 0,05$) inferiores. Sin embargo, cuando al comparar los dos periodos de almacenamiento a congelación estudiados (75 y 90 días), podemos observar que los datos obtenidos para la textura medida de forma instrumental tanto en carne cruda como en cocinada fueron menores para la carne almacenada durante 90 días. Este aspecto puede estar relacionado, como apuntan las investigaciones realizadas por Farouk et al., (1998); Grujic et al., (1993) y Shanks et al. (2002), con un aumento del daño físico que producen los cristales de hielo en las estructuras musculares, que darían lugar a carne con una menor resistencia al corte.

En lo referente a la capacidad de retención de agua, los resultados son confusos, ya que mientras que el porcentaje de pérdidas por descongelación aumenta conforme avanza el almacenamiento a congelación, las pérdidas por cocinado disminuyen ($p < 0,05$). A diferencia del efecto positivo que pudiera ejercer en la textura, de acuerdo con Bustabad (1999) y Campanone et al. (2002), el daño celular asociado al almacenamiento a congelación facilita la salida de agua de la carne, viéndose disminuida la capacidad de retención de agua y la jugosidad.

El efecto de la maduración resultó en todos los casos en un incremento de la terneza valorada instrumentalmente ($p < 0,05$), mientras que la capacidad de retención de agua no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) por efecto de la maduración. Sin embargo, el color de la carne resultó más luminoso y más rojo ($p < 0,05$) en la carne que había sido previamente madurada solamente 3 días.

En el análisis sensorial se obtuvieron valoraciones superiores en cuanto a terneza y aceptabilidad general, para la carne fresca y para aquella que había sido congelada durante 90 días, que para aquella congelada durante 75 días. La valoración sensorial de la carne reveló diferencias estadísticamente ($p < 0,05$) en función de la maduración para los parámetros terneza y aceptabilidad general, resultando superior el valor obtenido en la carne madurada durante 10 días. Sin embargo, la temperatura de almacenamiento no ejerció un efecto significativo en ninguno de los parámetros de calidad de carne estudiados. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por Farouk et al. (2004) al señalar que los periodos la conservación a una temperatura de -20°C es suficientemente aceptable como para no presentar diferencias significativas respecto a la conservación a -80°C .

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido cofinanciado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y fondos FEDER

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akamittath, J.G., Brekke, C.J., Schanau; E.G. (1990). *J. Food Sci.*, 55, 1513-1517.
- Campanone LA, Roche LA, Salvadori VO, Mascheroni RH (2002). *Food Sci. Techn. Inter.*, 8 (4), 229-238.
- Farouk, M.M., Swan, J.E. (1998). *Meat Sci.*, 50 (2), 245-256.
- Farouk, M.M., Weliczko, K.J., Merts, I. (2004). *Meat Sci.*, 66, 171-179.
- Grujic, R., Petrovic, L., Pikula, B., Amidzic, L. (1993). *Meat Sci.* 33, 301-318.
- Hinton M, Holder JR, Hudson WR, Coombs E, Allen V, Corry JEL. (1998). *Meat Sci.*, 50 (4): 403-409.
- James, S.J., James, C. (2002). *Meat Refrigeration*. Woodhead Publishing Ltd and CRC. England. pp 161-163.
- MAPA (1987). Orden de 7 de septiembre de 1981. BOE de 14 de octubre.
- Shanks BC, Wulf DM, Maddock RJ. (2002). *Journal of Animal Sci.*, 80 (8): 2122-2125.
- UNE-EN ISO 5508-96. Análisis por cromatografía de gases en fase gaseosa de ésteres metílicos de ácidos grasos.

EFFECTO DE LA ZONA DE MONTANERA SOBRE LA CALIDAD DE LOS CERDOS IBÉRICOS SACRIFICADOS EN EL VALLE DE LOS PEDROCHES (CÓRDOBA)

P. Moreno, A. Gómez*, E. De Pedro*, L. Sánchez, E. Díaz, I. Fernández
COVAP. Mayor 56. 14400 Pozoblanco (Córdoba).

* Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Apdo. 3048. 14080 Córdoba

INTRODUCCIÓN

La producción del cerdo ibérico constituye uno de los pocos sistemas ganaderos practicados en España, en los que la calidad justifica el alto coste de un sistema productivo ligado al medio. Dicha calidad se encuentra estrechamente vinculada al uso de cerdos precoces, con capacidad de infiltración de grasa a los pesos de sacrificio que se practican, alrededor de 160 kg, y, desde el punto de vista alimentario, a la realización de un acabado en el que el consumo de bellotas en montanera facilita dicho engrasamiento, incorporando unos determinados niveles de ácidos grasos, junto a otros componentes orgánicos, que le aportan una parte importante de los factores que le confieren su alta apreciación organoléptica (Cava y col., 2000).

Esa alta apreciación por el consumidor, que se traduce en unos precios muy superiores a los obtenidos por otros sistemas productivos, han provocado el intento de venta de cerdos que no han sido cebados en montanera, como si realmente lo hubieran sido y la lógica necesidad de realizar algún tipo de control que pueda diferenciar unos animales de otros. Los métodos utilizados se han basado principalmente en diferenciar el tipo de grasa que aporta la alimentación con bellotas, con un alto nivel de insaturación y, como consecuencia de ello, con una menor consistencia y una mayor facilidad para fundir a temperaturas más bajas. Dichos métodos han ido evolucionando a medida que los imitadores han ido superando el nivel fijado en el sistema de control (De Pedro, 2001). Actualmente el método más practicado, junto a los controles de campo, consiste en determinar el nivel de 4 ácidos grasos presente en la grasa externa del jamón, cerca de la rabadilla (BOE, 2004) estableciéndose dichos niveles oficialmente a través de un contrato tipo homologado por la Administración (BOE, 2000).

Como en todos los sistemas ligados al medio, existen numerosos factores que hacen que lo que se considera como único, en este caso la montanera, sea en realidad un elemento multifactorial que presenta una gran variabilidad, derivada, entre otros motivos, de las diferencias en las características de los encinares y de las bellotas que se producen en distintos medios (Fernández y col, 2004). Esta variabilidad puede traducirse en diferencias que podrían afectar al nivel de los distintos ácidos grasos depositados en la canal. El objetivo del presente trabajo es el de comprobar si animales catalogados como de bellota, producidos en tres zonas diferentes del Valle de los Pedroches (Córdoba), presentan diferencias en sus niveles de ácidos grasos y si esas diferencias se corresponden con diferencias en la composición de las bellotas producidas en esas tres zonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

A través de la sección de porcino ibérico de la Cooperativa Andaluza Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP), en la temporada 2003/04, se

llevó a cabo el sacrificio de 653 partidas de cerdos (grupos de cerdos con una misma procedencia, con un mismo sistema de manejo alimentario). El tamaño medio de cada partida era de 37 cerdos y, en el momento del sacrificio, se tomaba una muestra media de grasa procedente de todos los animales (solo del 50% en partidas de más de 60 animales), en la que se determinó su composición en ácidos grasos utilizando la tecnología NIRS (De Pedro y col, 1992). A partir de los cuatro ácidos grasos del contrato tipo homologado (palmítico, esteárico, oleico y linoleico) y en función de los niveles fijados en dicho contrato, se catalogó cada una de las partidas como de bellota, de recebo o de pienso. Al mismo tiempo y utilizando la misma tecnología pero, en este caso, realizando una valoración cualitativa (De Pedro, 2001) por comparación de la composición de los 5 ácidos grasos mayoritarios de cada partida con los valores de grupos de control de bellota, de recebo y de pienso, se asignó a cada una de ellas a uno de estos grupos. Finalmente, cada una de las partidas había sido observada previamente en campo por los técnicos de la cooperativa y catalogada como de bellota, de recebo o de pienso, en función de la presencia o no y de la intensidad del aporte de pienso compuesto en el acabado del cerdo junto a la montanera.

Del total de partidas sacrificadas, para el presente estudio se han seleccionado las 103 que procedían de alguna de las tres zonas más representativas del Valle de los Pedroches, sobre las que se había llevado a cabo un estudio simultáneo para comprobar las diferencias en la composición química de las bellotas (Moreno y col., 2005) y que cumplieran los requisitos de que todos los animales estuvieran catalogados como ibéricos puros y que hubiesen sido catalogadas como de bellota por los tres sistemas de control establecidos. De esa forma se pretendía limitar el efecto sobre la composición de los 4 ácidos grasos mayoritarios a las diferencias existentes en las montaneras de esas tres zonas. Los datos se analizaron utilizando el modelo ANOVA del paquete SAS (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla nº 1 se presenta el contenido en los cuatro ácidos grasos principales en la grasa del jamón, obtenidos para las partidas de cerdos ibéricos puros de bellota, procedentes de tres zonas del Valle de los Pedroches, así como el contenido obtenido por Fernández y col. (2005) para la grasa de las bellotas procedentes de estas zonas.

Puede observarse que, prácticamente en todos los casos, las partidas de la zona de Cardeña presentan una mayor calidad (mayor valor para el oleico y menores para los otros tres ácidos) y la de la Jara la peor, siendo intermedia para el caso de la Serrezuela (salvo para el palmítico en estas dos últimas zonas). Esta composición no se corresponde con la composición media de la grasa de las bellotas de estas zonas, en la que observamos los mejores valores en la zona de la Jara, seguidos de la de Cardeña, siendo la Serrezuela la que presenta bellotas con peor composición en los ácidos grasos principales.

A la vista de los resultados anteriores, cabe pensar que la influencia de este factor debe ser considerada de menor importancia respecto a otros factores que pueden estar afectando a los resultados, como son la intensidad de la reposición en montanera realizada en cada caso, las características de la grasa acumulada en la premontanera e, incluso, la ingestión de otros alimentos junto a la bellota, que, para este colectivo, debería referirse prácticamente a la

hierba presente en las dehesas de cada una de las zonas estudiadas. La intensidad de la montanera podría estar relacionada con la carga media de animales en relación con la disponibilidad de bellotas en la explotación y con el tiempo de duración de la misma. El primero de estos factores no está cuantificado numéricamente, pero por la apreciación de campo se podría considerar que la carga permitía en todos los casos un consumo de bellotas sin limitaciones. Por otra parte, si consideramos como fecha media de comienzo el 15 de octubre y conocida la fecha de sacrificio de cada partida, obtenemos una duración media de la ceba en montanera para cada una de las zonas, cuyos valores fueron de 136 días, 129 días y 137 días, para las zonas de Cardeña, la Jara y la Serrezuela, respectivamente. La escasa diferencia existente solo podría explicar en parte los resultados obtenidos.

Tabla nº 1. Composición media de la grasa de los cerdos y de las bellotas* procedentes de diferentes zonas del Valle de los Pedroches (Córdoba)

Producto	Zona	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico
Cerdos	Cardeña-33	19,95 ^b	8,80 ^b	56,34 ^a	8,25 ^b
	Jara-61	20,30 ^{ab}	9,12 ^a	55,50 ^b	8,52 ^a
	Serrezuela-9	20,09 ^a	8,97 ^{ab}	55,93 ^{ab}	8,46 ^{ab}
	Media	20,17	9,00	55,81	8,43
	Total dt	0,49	0,39	0,90	0,48
	(103) min max	18,90 21,00	8,00 9,50	54,00 58,10	7,20 9,30
Bellotas*	Cardeña	15,70	2,76	63,46	15,87
	Jara	15,36	2,94	64,28	15,28
	Serrezuela	15,90	2,61	62,90	16,34

a, b = diferencias significativas al nivel del 5%. * Obtenida por Fernández y col. (2005). () número de partidas de cerdos sacrificadas en cada zona.

De los resultados obtenidos cabe concluir que, en las condiciones de producción de cerdos ibéricos de bellota que actualmente se llevan a cabo en la comarca, no es posible atribuir unas diferencias en la calidad de los cerdos producidos en las diferentes zonas, que esté relacionada con la calidad de las bellotas producidas en las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ♦Cava, R., Ventanas, J., Ruiz, J., Andrés, A.I., Antequera, T. 2000 Food Sci. Tech. Intern. 6(3): 235-242.
- ♦De Pedro, E.J. 2001. En *Porcino Ibérico: Aspectos claves*. C. Buxadé y A. Daza pp 589-622. Ed. Mundi-Prensa Madrid.
- ♦De Pedro E.J., Garrido A., Bares I., Casillas M. and Murray I. 1992. In *Near infrared spectroscopy bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications*. pp 345-348. Ed. K.I. Hildrum; et al. Ed Ellis Horwood. New York.
- ♦Fernández, I., Gómez, A., Moreno, P., de Pedro, E., Díaz, E., López, F.J., Sánchez, L. 2004 En *Pastos y Ganadería Extensiva*. XLIV Reunión Científica de la SEEP Graficas Cervantes S.A., Salamanca. pp. 317-322.
- ♦Fernández, I., Gómez, A., Moreno, P., Fernández, P., de Pedro, E., Díaz, E., Sánchez, L. 2005. XLV Reunión Científica de la SEEP.
- ♦BOE. 2000 (nº 258) pp. 37472-37473.
- ♦BOE. 2004 (nº 283) pp. 38770-38779.
- ♦SAS. 2001. *SAS System for Windows*. Software Release 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

CATEGORIZACION DE LOS CUEROS DE VACUNO JOVEN

J.A. Carballo* y Lendoiro, J.**

(*) Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apdo. 10. 15080 Coruña

(**) Dtor Producción. Matadero de Montellos. 15318 Betanzos. Coruña

INTRODUCCIÓN

El sacrificio del animal es una operación primaria de desintegración donde la canal representa el principal producto a obtener, pero no es el único, siendo el cuero, las vísceras, la sangre, la cabeza y patas, y la sangre componentes que representan algo menos del 50% del peso del animal. Dentro de este 5/4, el cuero es el que aporta un mayor beneficio adicional al matadero, pudiendo representar hasta el 50% del valor del mismo.

Las características de los cueros (peso, espesor, elasticidad, pliegues) varían según la raza, sexo, estado nutricional, agentes ambientales; siendo más gruesos, elásticos y turgentes en los animales bien alimentados; y más fina en los estabulados que en los de pastoreo y de montaña (de Cuenca, 1953). El porcentaje del cuero con respecto al peso del animal oscila entre el 7 y el 10%, según su edad y sexo es mayor en los animales adultos que en las terneras hembras (Forrest y col., 1979), mayor en los animales de raza pura que en los cruces (Rebak y col., 2003; Di Marco, 1998), y menor en los alimentados con concentrado que con forrajes (Jones y col., 1985; Bailey y Lawson, 1989; Peron, 1991).

El cuero de la Rubia Gallega es flexible, elástico y fácilmente desplegable con pelo espeso, brillante, fino y liso (Sánchez, 1978), mientras que el de la Holstein Friesian es suelto, flexible, de mediano grosor y pelo fino (Sánchez Belda, 2002).

El aprovechamiento de el cuero va dirigido a la obtención de diversos productos: el cuero propiamente dicho, empleado como materia prima en el ramo textil, calzado, guarnicionería, artesanía, encuadernación, etc.; la gelatina, con diversos fines en la industria; y, el pelo que se utiliza como fieltro y en tapicería.

El objetivo de este estudio es analizar el efecto de las razas con más incidencia en la cabaña gallega, y el sexo, sobre el peso del cuero de los animales jóvenes, así como las diferencias entre sus categorías comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispuso de 1.391 animales de las razas Rubia Gallega (RG), Holstein Friesian (HF) y su cruce, de los tipos: Ternero (<14 meses) y Añojo (14-24 meses), elegidos al azar dentro de los sacrificios realizados en un matadero gallego durante el periodo de enero a septiembre de 2004, en los que se conoce la raza, edad, sexo, peso canal y peso del cuero, según la distribución que se indica en la Tabla 1.

TIPO	SEXO	RG	HF	Cruce	TOTAL
TERNERO	Machos	140	76	429	645
	Hembras	83	37	252	372
AÑOJO	Machos	40	42	179	261
	Hembras	22	21	70	113
TOTAL		285	176	950	1.391

Los cueros de los animales se clasificaron en tres categorías comerciales: menor de 18 kg.; entre 19 y 30 kg.; y, mayor de 31 kg.

Los datos se analizaron mediante procedimiento GLM (SAS) y test de Duncan para el efecto raza y categoría del cuero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de los cueros es muy superior en los machos que en las hembras, con diferencias medias que van en el tipo Ternero desde el 16,5% en la RG, el 19,4% en HF, hasta el 31,7% en Cruce ($P < 0,001$) (Tabla 2); y para los Añojos del 16,8% en RG, el 28,5% en el cruce ($P < 0,001$), y nula para la HF.

El peso canal de los Terneros (Tabla 2) es muy similar (n.s.), ligeramente inferior en HF; mientras que en los Añojos las diferencias cruzadas se hacen patentes ($P < 0,001$) por efecto de la raza, debido a que los animales cruzados provienen, por lo general, de cebaderos y se sacrifican a una edad superior.

No se encontraron diferencias significativas en el peso de los cueros de Ternero por efecto de la raza; mientras que en el de los Añojos son los animales cruzados lo que alcanzan valores superiores ($P < 0,001$) debido a su mayor peso al sacrificio. Se aprecia una tendencia a aumentar debido a la edad (T vs A), para cada sexo, coincidiendo con los indicado por Brea y col. (1998).

El porcentaje de cuero frente a la canal (%C/PC) es tanto para los Terneros como para los Añojos del orden del 13%, no presentando diferencias significativas por efecto de raza ni sexo.

Como era de esperar se encontraron diferencias por efecto sexo en los pesos canal y de los cueros, a excepción de los Añojos HF.

Tabla 2.- Efecto tipo de canales, raza y sexo sobre el peso de los cueros

TIPO	SEXO		RG	HF	Cruce	N.S.
TERNERO	Machos	Peso Canal	222,0 ± 35,8	195,0 ± 33,3	228,2 ± 41,2	n.s.
		Peso Cuero	28,76 ± 5,32	27,58 ± 4,99	30,16 ± 5,18	n.s.
		% C/PC	13,08 ± 2,25	14,17 ± 1,31	13,36 ± 1,95	n.s.
	Hembras	Peso Canal	190,4 ± 30,7	166,7 ± 32,9	189,8 ± 33,6	n.s.
		Peso Cuero	24,57 ± 4,40	23,95 ± 5,36	24,64 ± 4,31	n.s.
		% C/PC	13,06 ± 2,28	14,43 ± 2,01	13,12 ± 1,86	n.s.
	N.S. Sexo	Peso Canal	***	*	***	
		Peso Cuero	***	***	***	
		% C/PC	n.s.	n.s.	n.s.	
AÑOJO	Machos	Peso Canal	235,5 ± 37,4 b	191,1 ± 34,8 c	288,6 ± 58,7 a	***
		Peso Cuero	31,20 ± 3,29 b	27,29 ± 4,36 c	38,76 ± 8,46 a	***
		% C/PC	13,50 ± 2,16	14,36 ± 1,69	13,53 ± 1,65	n.s.
	Hembras	Peso Canal	189,7 ± 36,8	202,3 ± 33,1	194,7 ± 39,5	n.s.
		Peso Cuero	24,50 ± 4,68	27,88 ± 4,41	25,57 ± 5,14	n.s.
		% C/PC	13,16 ± 2,69	13,88 ± 1,65	13,25 ± 1,75	n.s.
	N.S. Sexo	Peso Canal	***	n.s.	***	
		Peso Cuero	***	n.s.	***	
		% C/PC	n.s.	n.s.	n.s.	

N.S.: *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; n.s. no significativo
Medias con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$) (Test de Duncan)

Los coeficientes de correlación entre el peso canal y del cuero (Tabla 3) son altos, mejores en los machos HF (0,87) e inferiores en los Añojos RG (0,62).

Tabla 3.- Coeficientes de correlación entre el peso canal y el del cuero, según categorías de canal, sexo y raza.

TERNEROS						AÑOJOS					
MACHOS			HEMBRAS			MACHOS			HEMBRAS		
RG	HF	Cruce	RG	HF	Cruce	RG	HF	Cruce	RG	HF	Cruce
0,689	0,865	0,713	0,661	0,750	0,734	0,627	0,875	0,894	0,625	0,723	0,774

Analizando por categorías comerciales (Tabla 4) podemos observar que tanto para Terneros como Añojos, son los cueros ligeros (<18 kg.) los que tienen una menor incidencia (7,0% en T y 4,8% en A); predominando en Terneros los de pesos medios (60,7%), mientras que en los Añojos estos tienen una frecuencia muy similar a los pesados (46,5% vs 48,3%).

Se observa una relación directa en el %C/PC para cada categoría comercial y raza, siendo más alta para los animales más pesados, del orden del 14%, y menor para los más ligeros (11%). Esta relación es superior en Terneros frente a los Añojos en todos los genotipos. Por razas la RG presenta una menor proporción mientras que en la HF es ligeramente superior a los cruzados.

Tabla 4.- Efecto raza y tipo de canales sobre las categorías de cueros

TIPO	RAZA		< 18 kg.	19 – 30 kg.	> 31 kg.	N.S.	
TERNERO	RG	Frecuencia	0,019	0,139	0,062		
		Peso Canal	173,3 ± 30,2 c	203,3 ± 31,9 b	236,9 ± 33,7 a	***	
	HF	% C/PC	10,52 ± 1,99 c	12,78 ± 1,92 b	14,50 ± 2,13 a	***	
		Frecuencia	0,013	0,072	0,027		
Cruce	Peso Canal	141,4 ± 13,2 c	178,7 ± 17,1 b	226,2 ± 22,6 a	***		
	% C/PC	12,83 ± 1,19 b	14,28 ± 1,63 a	14,87 ± 1,13 a	**		
N.S. Sexo	Cruce	Frecuencia	0,038	0,396	0,235		
		Peso Canal	150,6 ± 22,1 c	200,0 ± 31,1 b	248,0 ± 26,9 a	***	
		% C/PC	11,62 ± 1,45 b	12,97 ± 1,71 a	14,06 ± 2,02 a	***	
		Peso Canal	***	n.s.	n.s.		
		% C/PC	*	*	n.s.		
AÑOJO	RG	Frecuencia	0,013	0,088	0,064		
		Peso Canal	181,4 ± 22,6 b	193,3 ± 29,8 b	262,7 ± 32,0 a	**	
	HF	% C/PC	9,85 ± 1,58 b	13,84 ± 2,02 a	13,49 ± 2,33 a	**	
		Frecuencia		0,120	0,045		
	Cruce	Peso Canal		178,1 ± 29,2	242,6 ± 29,4	***	
		% C/PC		14,02 ± 1,47	14,74 ± 2,11	n.s.	
	N.S. Sexo	Cruce	Frecuencia	0,035	0,257	0,374	
			Peso Canal	150,2 ± 20,6 c	200,6 ± 30,2 b	314,8 ± 58,2 a	***
		% C/PC	11,90 ± 1,44 b	13,23 ± 1,53 a	13,74 ± 1,71 a	***	
		Peso Canal	***	n.s.	n.s.		
		% C/PC	**	n.s.	n.s.		

N.S.: *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; n.s. no significativo
Medias con distintas letras son significativamente diferentes (P<0,05) (Test de Duncan)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, C.D. y LAWSON, J.E. 1989. Can J. Anim. Sci. 69: 583
- BREA, T.; MONSERRAT, L.; CARBALLO, J.A.; GARCÍA, J.; SÁNCHEZ, L. 1998. Memoria del CIAM 1994-1996. 313-324.
- De CUENCA, C.L. 1953. Zootecnia Ed: Biosca, Madrid.
- Di MARCO, O.N. 1998. Crecimiento de vacuno de carne. Univ. Mar del Plata. Argentina
- FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERLEL, R.A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza. 364 pp.
- JONES, S.D.; ROMPALA, R.E.; JEREMIAH, L.E. 1985. J. Anim. Sci. 60, 2: 427-433.
- PERON, J.A. 1991. Características e composição física y química corporal e da carcaça de bovinos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e ad libitum. Maestrazgo Univ. Federal de Viçosa. Brasil.
- REBACK, G.I.; CAPELLARI, A.; REVIDATTI, M.A. 2003. Peso y rendimiento de subproductos incomedibles y cuero resultantes de la faena de novillos Univ. Nacional de Corrientes. Argentina. Com. Científicas y Tecnológicas, V-053.
- SÁNCHEZ BELDA, A. 2002. Razas ganaderas españolas. I.- Bovinas. Ed: Feagas.
- SÁNCHEZ, L. 1978. La raza vacuna Rubia Gallega. Ed: Celta, Lugo.

EFFECTO DE LA RAZA-BIOTIPO EN LA COMPOSICIÓN TISULAR Y SUPERFICIE DEL LD.

Monsón, F., Sañudo, C. & Sierra, I.

INTRODUCCIÓN

La composición tisular es uno de los parámetros que mejor definen la calidad biológica, bromatológica y comercial de la canal. Por otra parte dicha composición se halla estrechamente ligada a la raza y más particularmente al biotipo de animal. Estos hechos, especialmente dependientes de la precocidad, ofrecen resultados característicos e interrelacionados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales utilizados fueron machos enteros, agrupados en 4 lotes de 10 terneros cada uno, correspondientes a las razas: Frisona (FRI), Parda Alpina (PA), Limousin (LI) y Blonde d'Aquitaine (BA), de interés para la actual "C" de Calidad de Carne de Vacuno de Aragón, siendo además muy abundantes en los cebaderos aragoneses. En función de la precocidad de cada raza, y conociendo su peso canal idóneo para el mercado español, se tomó la decisión de sacrificar los animales a los siguientes pesos: Frisona entre 500-510 Kg., Parda entre 540-550 Kg., Limousin de 560 a 570 Kg. y Blonde de 610 a 620 Kg. Los terneros ingresaron con una edad media entre 7 y 8 meses, tras un periodo de adaptación de 20 días comenzaron a consumir pienso con 15,27% de proteína bruta y 0,98 U.F.C., energía no elevada con el fin de no favorecer algunos genotipos (Blonde d'Aquitaine en especial) y perjudicar a otros (Frisona). El sacrificio se realizó en Mercazaragoza. La planimetría se realizó sobre el músculo *Longissimus dorsi* de la 6^{ta} costilla, utilizando un planímetro digital (Koizumi KP-82). La disección se llevo a cabo también sobre la 6^{ta} costilla, obteniéndose el porcentaje de tejido muscular, adiposo y óseo. Para el estudio comparativo de los datos se utilizó análisis de varianza, del paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Composición tisular y planimetría de la 6^{ta} costilla de cuatro razas-biotipos de vacuno.

	FRI	PA	LI	BA	Valor de F	Sign.
¹ Area LD (cm ²)	34.04 a (4.78)	48.01 b (6.20)	56.85 c (7.05)	66.41 d (9.11)	29.94	***
² T. Muscular (%)	58.07 a (1.87)	62.38 b (0.75)	68.47 c (0.37)	74.05 d (0.57)	406.98	***
² T. Adiposo (%)	15.42 d (0.76)	11.96 c (0.43)	8.94 b (0.42)	6.29 a (0.33)	512.37	***
² T. Óseo (%)	26.51 d (1.02)	25.66 c (0.46)	22.59 b (0.49)	19.66 a (0.17)	240.34	***

***= $p \leq 0.001$

¹ planimetría del LD de la 6^{ta} costilla

² disección de la 6^{ta} costilla

FRI: Frisona; PA: Parda Alpina; LI: Limousin; BA: Blonde d'Aquitaine

Sign: Significación

Las razas o biotipos cárnicos y en especial los que presentan hipertrofia muscular (LI y BA respectivamente en nuestro estudio) poseen características muy diferenciadas respecto a las razas o biotipos lechero (FRI) y de doble aptitud (PA), en función de su gran desarrollo muscular y menor precocidad. Así ofrecen una mayor proporción de músculo y consecuentemente menor de tejido óseo y especialmente adiposo. En este sentido el efecto raza-biotipo en lo que respecta a la composición tisular (Tabla 1) ha sido significativo ($p \leq 0.001$) en todas las variables analizadas.

En efecto, las citadas razas o biotipos cárnicos (BA y LI) obtuvieron, según lo esperado, los niveles de tejido muscular más elevados (74,05 y 68,47%, respectivamente), descendiendo en el biotipo de doble aptitud (PA) a 62,38% y mostrando el tipo lechero (FRI) el porcentaje más bajo (58,07%), estableciéndose un marcado escalonamiento directamente relacionado con el biotipo.

Con respecto al porcentaje de tejido adiposo los resultados fueron igualmente escalonados pero en sentido inverso, mostrando la FRI el valor más elevado (15.42), seguida por la PA (11.96). Por el contrario los biotipos cárnicos, LI y BA respectivamente, obtuvieron 6.48 y 9.13 puntos porcentuales menos respecto a la raza FRI. Las diferencias entre razas-biotipos posiblemente son debidas a la precocidad de las mismas, siendo más precoces los biotipos lecheros (FRI) y de doble aptitud (PA) con respecto a las razas-biotipos cárnicos (LI) o de alta muscularidad (BA). En este sentido, nuestros hallazgos son coincidentes con los resultados obtenidos por Keane *et al.* (1989), quienes observaron claras diferencias en el % de grasa entre novillos Friesians (18.5%), Limousin (16.8%) y Blonde d'Aquitaine (14.4%).

En cuanto al porcentaje de hueso se reflejan nuevamente claras diferencias entre razas-biotipos, siendo las raza lecheras (FRI) con 26.51% y de doble aptitud (PA) con 25.66% las que mostraron los mayores valores, mientras que la LI y BA ofrecieron los menores porcentajes (22.59% y 19.66% respectivamente). Aunque el tejido óseo es mucho más uniforme que el adiposo, las diferencias observadas pueden ser influidas igualmente por la distinta precocidad (ondas de crecimiento diferentes para dicho tejido), con finalización del esqueleto más o menos temprana y notables diferencias también en el desarrollo muscular, no pareciendo tan clara la influencia del peso de la canal (Koch *et al.*, 1979) en una comparación entre razas.

Finalmente, el área del *Longissimus dorsi* resultó también afectada de manera escalonada y significativa por la raza-biotipo, correspondiendo la mayor superficie a la BA (66.41 cm²) y la menor a la FRI (34.04 cm²). En este sentido, Keane (2003) observó que el área del músculo *Longissimus dorsi* de terneros Belgian Blue fue superior al área de los terneros Holstein-Friesian, atribuyéndole tal diferencia a la marcada hipertrofia de los animales.

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA CANAL DE 15 RAZAS BOVINAS EUROPEAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DISCRIMINANTE.

Panea, B.¹, Albertí, P.¹, Ripoll, G.¹, Olleta, J.L.², Monsón, F.², Pardos, J.J.² Sañudo, C.², Christensen, M.³, Ertbjerg, P.³, Failla, B.⁴, Gigli, S.⁴, Gaddini, A.⁴, Hocquette, J.F.⁵, Nute, G.R.⁶, Williams, J.L.⁷

¹. CITA, 50059 Zaragoza, Spain; ². Facultad de Veterinaria de Zaragoza, 50013 Zaragoza, Spain; ³. Royal Veterinary and Agricultural University, 1958, Copenhagen, Dinamarca; ⁴. Istituto Sperimentale di Zootecnia, 00016, Monterotondo, Italy; ⁵. INRA-Theix, 63122, Francia; ⁶. University of Bristol, BS405DU, Reino Unido; ⁷. Roslin Institute, EH259PS, Reino Unido.

INTRODUCCIÓN

La caracterización racial pasa por el estudio de la calidad de la canal de los animales. Este tipo de trabajos suele estudiar una gran cantidad de medidas y variables que definen perfectamente el producto, lo cual resulta muy útil cuando se quieren comparar razas en función de alguna de las variables estudiadas. Pero esa misma cantidad de información dificulta a veces una comprensión global de los resultados, por lo que resultaría interesante utilizar algún tipo de análisis que sintetizara toda la información en un solo criterio para cada raza. Este análisis es el discriminante. El análisis discriminante resulta útil para las situaciones en las que se desea construir un modelo predictivo para pronosticar el grupo de pertenencia de un caso a partir de las características observadas de cada caso. El proceso genera un conjunto de funciones discriminantes basado en las combinaciones lineales de las variables predictoras que proporcionan la mejor discriminación posible entre grupos. Las funciones pueden ser aplicadas a nuevos casos que dispongan de medidas para las variables predictoras pero de los que se desconozca el grupo de pertenencia, por lo que puede utilizarse como instrumento de trazabilidad. En el presente trabajo se utilizó el discriminante para estudiar un amplio abanico de razas bovinas europeas pertenecientes a troncos genéticos diferentes y determinar hasta qué punto se diferencian en las características de sus canales y en función de qué parámetros se agrupan o se separan.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 435 machos enteros, de 15 razas europeas distintas: 31 Jersey, 27 South Devon, 30 Aberdeen Angus, 29 Highland, 29 Holstein, 29 Red Cattle, 20 Simmental, 30 Asturiana de los Valles, 31 Casina, 29 Avileña-Negra Ibérica, 31 Pirenaica, 30 Piemontese, 28 Marchigiana, 31 Limousine y 30 Charolaise. Todos los animales fueron alimentados *ad libitum* con una dieta estandarizada compuesta por cebada (80%), soja (9%) y paja (10%). La densidad energética fue de aproximadamente 12.5 kJ/Kg de materia seca. Los animales se sacrificaron en el matadero más cercano al lugar de explotación al alcanzar los 15 meses de edad. Las canales se manejaron siguiendo la práctica comercial y se refrigeraron a 4 ± 1 °C durante 24 horas. Inmediatamente tras el sacrificio se tomaron los siguientes datos: peso de la grasa pélvico-renal, peso canal caliente, rendimiento de la canal caliente, conformación y engrasamiento (SEUROP, R.(CEE) 1026/91, R.(CEE) 2237/91 y R.(CEE) 2930/81, con una escala de 18 puntos para la conformación y de 15 puntos para la grasa). En la mitad izquierda de la canal se tomaron las siguientes medidas: longitud de la canal, longitud de la pierna y profundidad interna del pecho (De Boer *et al.*, 1974). A partir de estas medidas se calculó el índice de compacidad de la canal (peso canal / longitud de la canal). A las 24 horas tras el sacrificio, la canal fue cuarteada siguiendo el procedimiento habitual en el matadero. Sobre una hoja de

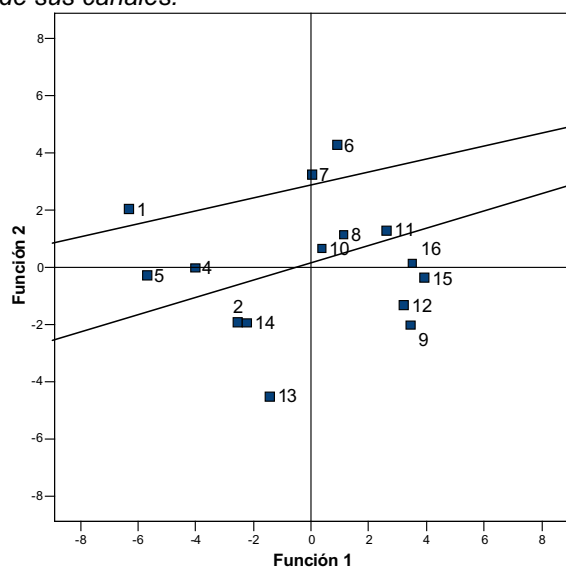
papel de acetato se dibujó el área del *Longissimus thoracis* (LT) de la 5ª costilla de la media canal izquierda. El área se calculó por planimetría y también se midieron los diámetros máximo y mínimo (Cañeque y Sañudo, 2000). También se realizó la disección la 6ª costilla de la media canal izquierda siguiendo el protocolo descrito por Robelin y Geay (1975), obteniéndose las siguientes fracciones: porcentaje de grasa, porcentaje de músculo y porcentaje de hueso+otros. El análisis estadístico se realizó con el SPSS 12.5. Se realizó un discriminante mediante pasos sucesivos y el método de explicación de la varianza incluyendo todas las variables medidas. Asimismo se calculó el porcentaje de los animales que fueron correctamente clasificados en su raza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado puede observarse en la figura 1. En la tabla 1 se presenta un ranking de las razas en función del índice de compacidad de la canal.

Figura 1. Análisis discriminante de 15 razas bovinas europeas en función de las características de sus canales.

Tabla 1. Ranking del índice de compacidad



Jersey (1.56)
Casina (2.02)
Highland (2.07)
Holstein (2.37)
Red Cattle (2.41)
Avileña (2.45)
Marchigiana (2.48)
Aberdeen (2.58)
Simmental (2.63)
South Devon (2.66)
Piemontese (2.72)
Asturiana (2.74)
Pirenaica (2.80)
Limousine (2.84)
Charolaise (2.91)

1.- Jersey; 2.- South Devon; 4.- Aberdeen Angus; 5.- Highland; 6.- Holstein; 7.- Red Cattle; 8.- Simmental; 9.- Asturiana de los Valles; 10.- Casina; 11.- Avileña-Negra Ibérica; 12.- Pirenaica; 13.- Piemontese; 14.- Marchigiana; 15.- Limousin; 16.- Charolaise.

Nota: Las líneas del dibujo separan las razas en función de su aptitud.

La función 1 explica el 45.3 % la variabilidad encontrada y discrimina los casos en función de la longitud de la pierna ($r = 0.679$), de manera que a la derecha se colocan las canales con piernas largas. La función 2 explica el 21.5% de la variabilidad y se correlaciona negativamente con la conformación ($r = -0.802$), el porcentaje de músculo en la disección ($r = -0.598$) y el rendimiento de la canal ($r = -0.500$) y positivamente con el porcentaje de grasa en la disección ($r = 0.464$). Por lo tanto, en la parte superior se colocan las canales con mala conformación, huesudas, de poco desarrollo muscular y alto engarzamiento, en la parte derecha las de gran formato y en la parte inferior, las compactas. Además, puede verse que el discriminante agrupa las razas en función de su aptitud. En la parte inferior del

gráfico se colocan las razas de aptitud cárnica. En la parte media del gráfico se colocan las razas de aptitud mixta (Simmental) y las rústicas españolas (Casina y Avileña) y británicas (Highland), mientras que en la parte superior del gráfico se colocan las razas lecheras (Jersey, Holstein y Red cattle). Puede verse que la raza Aberdeen Angus está situada en la parte izquierda del gráfico, ya que es una raza de patas cortas, pero por las características de engrasamiento y conformación, es similar a la raza Limousin. También podemos ver que las razas de un mismo país tienden a colocarse en la misma parte del gráfico. Así, las cuatro razas británicas se colocan en la parte izquierda del mismo, las razas italianas en la parte inferior izquierda, las razas danesas en la parte superior derecha y las razas francesas en la parte central derecha. Las razas españolas se encuentran algo más dispersas, mezcladas con las de otros países, es decir, son tipos raciales más diferenciados que los que han utilizado el resto de los países. En la tabla 2 se muestra el porcentaje de casos clasificados correctamente en cada raza. Puede verse que en 4 razas, se alcanzó el 100%, y que en todos los casos se alcanzaron porcentajes superiores al 68%. También puede verse que, en el caso de clasificación incorrecta, la raza de destino era una raza próxima en cuanto a las características descritas. Por lo tanto, podemos concluir que: 1. el análisis discriminante es un método válido para clasificar las canales en función de sus características; 2. la raza es un factor lo suficientemente importante en la determinación de la calidad de la canal como para suponer en sí mismo un criterio de diferenciación y 3. los parámetros más importantes en la diferenciación racial son la longitud de la pierna, la conformación, el rendimiento a la canal y el porcentaje de músculo y grasa de la canal.

Tabla 2. Porcentaje de animales clasificados correctamente.

Raza	% correctos	Porcentaje incorrectos (*)	Raza	% correctos	Porcentaje incorrectos (*)
1	100	-	9	76.7	11 (10.0%); 12 (10.0%); 15 (3.3%)
2	68.0	4 (8.0%); 5 (4.0%); 8 (4.0%); 13 (16.0%)	10	96.8	11 (3.2%)
4	89.7	2 (6.9%); 7 (3.4%)	11	79.3	9 (3.4%); 10 (10.3%); 12 (6.9%)
5	100	-	12	71.0	9 (19.4%); 11 (6.5%); 15 (3.2%)
6	89.7	7 (10.3%)	13	100	-
7	82.8	6 (17.2%)	14	89.3	10 (7.1%); 12 (3.6%)
8	90.0	7 (5.0%); 10 (5.0%)	15	100	-
			16	93.3	15 (6.7%)

Véase el código de las razas en la figura 1.

(*) se indica el porcentaje de casos clasificados incorrectamente; el primer dígito indica la raza de destino y entre paréntesis se indica el porcentaje asignado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Lahoz, F., Tena, R., Jaime, S., Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Panea, B., Pardos, J.J. (2001). *Informaciones Técnicas de la Dirección Gral. De Tecnología Agraria*, 101. Ed. DGA, 15 pp.
- Caqueñe, V., Sañudo, C. (2000). Ed. MCYT, 255 pp.
- De Boer, H., Dumont, B.L., Pomeroy, R.W., Weniger, J.H. (1974). *Livestock Production Science*, 1, 151-164.
- Robelin, J., Geay, Y. (1975). *Bulletin Technique CRZV Theix, INRA*, 22, 41-43.

RELACIÓN ENTRE EL PESO DEL CUERO Y LA CLASIFICACIÓN DE LA CANAL EN VACUNO JOVEN

J.A. Carballo* y Lendoiro, J.**

(*) Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apdo. 10. 15080 Coruña

(**) Dtor Producción. Matadero de Montellos. 15318 Betanzos. Coruña

INTRODUCCIÓN

El cuero está compuesto por varias capas: el pelo, la epidermis, la dermis y la subcutis. Esta última, la más interna, no tienen ningún aprovechamiento industrial, estando formada principalmente por tejido conjuntivo laxo y depósitos grasos que adhieren el cuero a las capas musculares. Esta cubrición grasa va a depender directamente del estado nutricional del animal, y se extrae parcialmente durante el desuello, aunque es posteriormente eliminada en la labor de descarnado o de apurado de la canal, antes de su pesado y clasificación.

Los animales con un grado avanzado de cebo dan cueros grasos, poco estimados por las tenerías, en cambio los animales hechos del tipo magro dan un cuero muy apreciado (Sanz Egaña, 1952).

Para un mismo tipo de animales, un mayor peso al sacrificio implica un mayor desarrollo muscular y estado de engrasamiento, lo que repercute directamente en la clasificación comercial de la canal, lo que repercute directamente en el peso de los distintos componentes de su 5/4.

El objetivo de este estudio es analizar la relación entre el peso del cueros de los terneros y añojos y la clasificación de sus canales

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispuso de 1.388 canales de las razas Rubia Gallega (RG), Holstein Friesian (HF) y su cruce, de los tipos: Ternero (<14 meses) (T) y Añojo (14-24 meses) (A), elegidos al azar dentro de los sacrificios realizados en un matadero gallego durante el periodo de enero a septiembre de 2004, en los que se conoce la raza, edad, peso y clasificación de la canal (conformación y estado de engrasamiento) y peso del cuero, según la distribución que se indica en la Tabla 1.

Tabla 1.- Distribución de canales

	CONFORMACIÓN					ENGRASAMIENTO				TOTAL
	E	U	R	O	P	1	2	3	4	
TERNERO	42	204	520	195	55	16	636	330	34	1.016
AÑOJO	10	64	181	82	35	16	187	145	24	372
TOTAL	52	268	701	277	90	32	823	475	58	1.388

Los datos se analizaron mediante procedimiento GLM (SAS) y test de Duncan para el efecto conformación y engrasamiento de la canal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calculamos el porcentaje del cuero sobre el peso del animal apoyandonos en los resultados de estudios con animales similares. Carballo (2003) y Zea y col. (2004a) calcularon el rendimiento canal de los terneros RG obteniendo una media del 53-54%; igual resultado nos indican Dios y col. (2000) y Carballo (2003) para el cruce de RGxHF; y para los terneros HF fue del 51% (Zea y col., 2004b); resultando el 7,05% para RG, el 9,18% para HF y el 7,65% para su cruce, dentro del rango que indican Madrid (1979) y Danguin (1988) en un escandallo del sacrificio de bovinos.

El efecto raza esta muy ligado al desarrollo muscular, pudiéndose apreciar que no existe ciertas categorías de conformación y engrasamiento.

El peso canal tiene una relación directa con la conformación y engrasamiento, correspondiendo las más pesadas a las mejor clasificadas (Carballo, 2003).

El peso del cuero es significativamente superior en las canales mejor clasificadas (a excepción de los T-RG; n.s.), siendo inferior la relación de este con el peso canal (%C/PC) (a excepción de los A-HF; n.s.) (Tabla 2).

En Terneros no se aprecia diferencias significativas por efecto raza en las variables analizadas; mientras que en los Añojos el peso canal y del cuero es en los que se encuentran más diferencias ($P < 0,001$) entre las categorías superiores.

Tabla 2.- Efecto de la conformación

TIPO	RAZA		E	U	R	O	P	N.S.
TERNERO	RG	Peso Canal	240,8 a	225,1 a	201,7 b	169,5 b		***
		Peso Cuero	25,10	26,76	27,90	26,94		n.s.
		% C/PC	10,36 c	11,85 b	13,89 a	15,90 a		***
	HF	Peso Canal			203,7 a	196,4 a	169,4 b	**
		Peso Cuero			29,33 a	27,39 a	24,94 b	**
		% C/PC			12,68 b	13,94 ab	14,75 a	*
	Cruce	Peso Canal	261,3 a	241,5 a	212,9 b	180,9 c	155,0 d	***
		Peso Cuero	28,43 a	29,25 a	28,54 a	25,61 b	24,20 b	*
		% C/PC	10,85 c	12,14 b	13,47 ab	14,20 a	15,95 a	**
	N.S. Raza	Peso Canal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		Peso Cuero	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	
		% C/PC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
AÑOJO	RG	Peso Canal	323,0 a	246,2 b	210,4 b	160,3 c		***
		Peso Cuero	33,33 a	28,35 b	29,59 b	24,88 c		***
		% C/PC	10,32 d	11,48 c	14,08 b	15,61 a		***
	HF	Peso Canal			209,0 a	223,5 a	169,3 b	**
		Peso Cuero			28,80 a	30,81 a	24,56 b	*
		% C/PC			13,77	13,86	14,55	n.s.
	Cruce	Peso Canal		314,8 a	268,4 a	187,4 b	154,0 b	***
		Peso Cuero		39,44 a	36,15 a	27,23 b	22,33 c	***
		% C/PC		12,48 b	13,47 b	14,45 a	14,44 a	*
	N.S. Raza	Peso Canal		***	***	n.s.	n.s.	
		Peso Cuero		***	***	***	n.s.	
		% C/PC		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

N.S.: *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; n.s. no significativo

Medias con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$) (Test de Duncan)

En Terneros, las canales de RG y HF más magras se corresponden con las más ligeras y menor peso del cuero ($P < 0,001$) (Tabla 3), no encontrándose diferencias significativas en su relación (%C/PC). Solo encontramos diferencias en el grado "no graso" ("1"), siendo superior en la HF frente a la RG ($P < 0,001$).

En los Añojos HF y cruzados podemos observar que el peso canal y del cuero aumentan con el grado de engrasamiento; mientras que en la RG no se encontraron diferencias significativas.

Se ha encontrado unos aceptables coeficientes de correlación (Tabla 4) entre el peso del cuero y de la canal, siendo mejores en Añojos que en Terneros, y más altos en HF y cruce que en RG. Las correlaciones entre la conformación y el engrasamiento con el peso del cuero son muy bajas, no siendo buenos indicadores de las categorías comerciales de los bovinos jóvenes.

TIPO	RAZA		1	2	3	4	N.S.
TERNERO	RG	Peso Canal	193,3 b	209,8 b	209,2 b	254,8 a	***
		Peso Cuero	22,17 c	26,67 bc	29,38 b	33,00 a	***
		% C/PC	11,71	12,85	14,18	13,05	n.s.
	HF	Peso Canal	164,9 c	175,2 b	201,2 b	253,0 a	***
		Peso Cuero	23,50 c	25,31 bc	27,92 b	35,50 a	**
		% C/PC	14,28	14,45	13,96	14,08	n.s.
	Cruce	Peso Canal		208,9	221,7	220,4	n.s.
		Peso Cuero		27,14	29,50	30,16	n.s.
		% C/PC		13,13	13,43	13,80	n.s.
	N.S. Raza	Peso Canal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		Peso Cuero	n.s.	n.s.	n.s.	***	
		% C/PC	***	n.s.	n.s.	n.s.	
AÑOJO	RG	Peso Canal		226,1	211,4		n.s.
		Peso Cuero		28,23	29,63		n.s.
		% C/PC		12,68	14,15		n.s.
	HF	Peso Canal	163,9 b	192,5 a	223,3 a		**
		Peso Cuero	23,00 c	27,46 b	31,29 a		***
		% C/PC	14,14	14,32	14,18		n.s.
	Cruce	Peso Canal		238,8 b	282,8 a	290,7 a	*
		Peso Cuero		31,66 b	38,17 a	38,50 a	**
		% C/PC		13,30	13,62	13,38	n.s.
	N.S. Raza	Peso Canal		n.s.	**		
		Peso Cuero		*	**		
		% C/PC		n.s.	n.s.		

	TERNERO					AÑOJO				
	PC	CONF	EE	Cuero	%C/PC	PC	CONF	EE	Cuero	%C/PC
Rubia Gallega										
PC	1,000	0,476	0,118	0,604	-0,341	1,000	0,704	-0,141	0,673	-0,453
CONF		1,000	-0,213	-0,126	-0,643		1,000	-0,114	0,188	-0,648
EE			1,000	0,293	0,211			1,000	0,040	0,206
Cuero				1,000	0,531				1,000	0,332
%C/PC					1,000					1,000
Holstein Friesian										
PC	1,000	0,450	0,488	0,845	-0,159	1,000	0,540	0,545	0,843	-0,284
CONF		1,000	0,449	0,255	-0,311		1,000	0,534	0,437	-0,200
EE			1,000	0,388	-0,102			1,000	0,522	-0,038
Cuero				1,000	0,384				1,000	0,268
%C/PC					1,000					1,000
Cruce										
PC	1,000	0,484	0,137	0,754	-0,341	1,000	0,528	0,271	0,916	-0,152
CONF		1,000	-0,144	0,175	-0,422		1,000	0,141	0,384	0,376
EE			1,000	0,207	0,083			1,000	0,280	0,049
Cuero				1,000	0,340				1,000	0,240
%C/PC					1,000					1,000

PC: Peso Canal; CONF: Conformación; EE: Engrasamiento; Cuero: peso del cuero; %C/PC: % peso cuero/canal

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CARBALLO, J.A. 2003. Categorización de las canales de vacuno joven producidas en Galicia T. Doct.
DANGIN, F. 1988. Connaissance de la carcasse des animaux de boucherie-charcuterie. Ed: SEPETA.
DIOS, A.; VARELA, A.; MONSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. 2000. *Bovis.*, 92: 45-53.
MADRID, A. 1979. Aprovechamiento integral de subproductos de matadero. Ed: G.D.A. Madrid.
SANZ EGAÑA, C. 1952. Enciclopedia de la carne. Ed: Espasa Calpe. Madrid. 1086 pp.
ZEA, J.; DÍAZ, M.D.; CARBALLO, J.A.; OLIETE, B. 2004 a y b. *SEEP.* 353-357 y 359-363.

RELACIÓN ENTRE MEDIDAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS DE LA CONFORMACIÓN EN 15 RAZAS EUROPEAS DE VACUNO

Monsón, F.¹, Campo, M.M.¹, Panea, B.², Sañudo, C.¹, Olleta, J.L.¹, Albertí, P.², Ertbjerg, P.³, Christiansen, M.³, Gigli, S.⁴, Failla, S.⁴, Gaddini, A.⁴, Hocquette, J.F.⁵, Jailler, R.⁵, Nute, G.R.⁶ y Williams, J.L.⁷

¹Dep. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013-Zaragoza.

²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, 50080-Zaragoza.

³Dep. Dairy and Food Science, Royal Veterinary and Agricultural University, Dinamarca.

⁴Instituto Sperimentale di Zootecnia, 00016-Monterotondo, Italia.

⁵Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA-Theix, 63122, Francia.

⁶Div. Farm Animal Science, University of Bristol, BS40 5DU, Reino Unido.

⁷Roslin Institute, Edinburgh, EH25 9PS, Reino Unido.

INTRODUCCIÓN

En el mercado, la conformación de la canal es un indicador muy valioso de su calidad. La conformación es uno de los factores más importantes sobre el cual se basa la clasificación de las canales. Para su valoración se utilizan patrones fotográficos, en donde el observador evalúa las regiones de mayor valor económico: la pierna, el lomo y la espalda principalmente (Ventanas *et al.*, 1986). Sin embargo, en las condiciones habituales en las que se trabaja en el matadero prevalece la práctica/experiencia del evaluador. Por otra parte, y teniendo en cuenta que, en la práctica, el sistema debe aplicarse a un amplio espectro de canales, la clasificación puede verse afectada por varios factores como la raza, sexo, sistema de alimentación, peso y edad al sacrificio entre otros (Fernández *et al.*, 2001). Además de la clasificación por patrones, la conformación puede ser valorada mediante medidas objetivas (morfometría), siendo de interés el conocimiento de las posibles relaciones entre patrones y medidas, para comprender mejor el funcionamiento de la valoración. Por ello, en el marco del proyecto "GEMQUAL", se realizó el presente trabajo, en donde se ha planteado como **objetivo** relacionar las medidas objetivas con las notas de conformación dadas por diferentes evaluadores en diferentes razas europeas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales utilizados y la metodología empleada hasta el sacrificio ha sido descrita por Campo *et al.* (2005). Tras el sacrificio y transcurridas 24 horas post-mortem, se retiraron las canales de la cámara de refrigeración y se procedió a realizar las primeras mediciones sobre las canales. Primero se evaluó la conformación, con la utilización de un patrón fotográfico del R. (CEE) nº 2237/91. Cada categoría se subdividió en tres, por lo que se dispone de una escala de 18 puntos, siendo **S+** igual a 18 puntos y **P-** equivalente a 1 punto. Posteriormente, siguiendo la técnica descrita por Espejo *et al.* (2000), se realizaron las siguientes medidas morfométricas, con ayuda de bastón de Aparicio y cinta; Longitud de la canal (LCA): medida sobre la media canal por su parte interna y tomada desde el borde anterior isquiopubiano al borde craneal de la primera costilla; Profundidad del pecho (PPE): también sobre la parte interna de la media canal, desde el borde inferior del cartílago esternal al canal medular entre la 5ª y 6ª vértebras dorsales; Longitud de la Pierna (LPI): desde el borde anterior de la cara interna de la sínfisis isquiopubiana a la articulación tarso-metatarsiana; Anchura de pierna (API): con la canal situada de perfil, medida a la altura del borde posterior de la sínfisis isquiopubiana; Índice de compacidad de la canal (ICC): realizada a partir del peso de la canal/longitud de la canal (Albertí *et al.*, 2001); Índice de compacidad de la pierna (ICP): como el resultado de la división entre API/LPI. Sobre la 6ª costilla, se dibujó el contorno del músculo *Longissimus dorsi*, que posteriormente se midió con un planímetro digital KOIZUMI (mon. KP-82) expresando los resultados en cm² (S²). Asimismo, con la utilización de una regla, se tomaron el diámetro mayor (A), en sentido medio-lateral y el diámetro menor (B), en sentido ventro-dorsal y perpendicular a B. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS

(12.0). Se calcularon las medias y desviaciones estándar para cada una de las variables y raza. Además se calculó la correlación de Pearson entre la nota de conformación y cada una de las restantes variables de canal y planimetría del LD dentro de cada raza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar en la tabla 1 que existe una gran variabilidad, en cuanto a las medidas de canal y planimetría del LD, entre las razas estudiadas. En este sentido las razas Piamontesa (PM), Asturiana de los Valles (AS), Pirenaica (PI) y Limousin (LI) mostraron los mayores valores de CON, API, ICC, ICP, A, B y S^2 , como era de esperar en razas cárnicas con buen desarrollo muscular. Sin embargo, las razas Frisona (FR) y Roja Danesa (RD), especializadas en la producción de leche, obtuvieron valores más elevados para las variables LCA, PPE y LPI.

Respecto a la correlación entre las notas de conformación y las medidas sobre la canal y planimetría del LD, se puede observar (Tabla 2) que las medidas de S^2 , A, LPI, PPE y LCA estuvieron relacionadas de forma significativa en el 9.9% y el 26.6% de las razas. El valor B resultó correlacionado significativamente en aproximadamente el 50% de las razas. En cambio, las medidas que estuvieron correlacionadas con las notas de conformación en un porcentaje elevado (63.5% al 72.6%), fueron el PCC, API, ICP e ICC. Estos resultados estarían sugiriendo que durante el acto de clasificación por conformación, realizado con patrones, el desarrollo muscular en el cuarto posterior y lomo son los principales puntos de referencia que toma el observador/evaluador. Por otra parte las razas PM, AS, PI y SD, razas cárnicas y con elevadas notas de conformación, mostraron que alrededor del 70% de las variables estuvieron relacionadas de forma significativa con la conformación. Mientras, en el extremo opuesto, la Jersey (JY) con una nota de conformación de 4.3, no arrojó correlación significativa entre conformación y el resto de las variables, por lo que parecería que la escala europea de patrones fotográficos se adapta mejor, si entendemos que las medidas realizadas son un buen indicador de la conformación real de la canal, a razas bien conformadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Lahoz, F., Tena, R., Jaime, S., Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Panea, B. y Pardos, J.J. (2001). Producción y rendimiento carnicero de siete razas bovinas españolas faenadas a distintos pesos. *Informaciones Técnicas de la Dirección Gral. De Tecnología Agraria*, 101, Ed. DGA, 15 pp.
- Campo, M.M., Monsón, F., Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J.L., Albertí, P., Ertbjerg, P., Christiansen, M., Gigli, S., Failla, S., Gaddini, A., Hocquette, J.F., Jailler, R., Nute, G.R. y Williams, J.L. (2005). Valoración subjetiva y objetiva del engrasamiento de la canal en diferentes razas bovinas europeas. ITEA, vol. extra 24 (en prensa).
- CEE (1991). Reglamento nº 2237/91 de la comisión de 27 de Julio de 1991.
- Espejo, M., García, S., López, M.M., Izquierdo, M., Robles, A. y Costela, A. (2000). Morfología de la canal bovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Coord. Cañeque, V. y Sañudo, C. Ed. INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología, pp. 65-80.
- Fernández, M., Fernández Tejón, J., Ureña, F., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bahamonde, A., Díez, J., Alvarez, I. y Goyache, F. (2001). Factores que afectan a la variabilidad de la conformación en canales bovinas. *ITEA*, vol. extra 22 (II), 544-546.
- Ventanas, J., López, C. y Gracia, C. (1986). Factores subjetivos de interés para el establecimiento de categorías comerciales en las canales de vacuno. En: *Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno*. Eds. Sandoval et al., Ed. Consejería de Sanidad y Consumo, Junta de Extremadura, cap. 6, 91-107.

Tabla 1. Medias (desv. Estándar) para las variables de canal y planimetría de diferentes razas bovinas europeas.

	JY	SD	AA	HI	FR	RD	SM	AS	CA	AV	PI	PM	MC	LI	CH
PCC	189.6 (10.7)	346.9 (23.0)	335.5 (21.1)	245.1 (12.5)	319.9 (26.6)	318.7 (35.2)	344.3 (54.0)	348.7 (34.5)	244.6 (22.9)	324.7 (49.1)	371.4 (30.1)	335.8 (28.5)	307.5 (23.2)	360.0 (20.8)	386.6 (27.4)
CON	4.3 (1.2)	11.2 (2.3)	9.6 (2.1)	8.1 (1.0)	4.5 (0.7)	5.1 (0.9)	8.3 (1.9)	12.1 (2.7)	7.5 (1.0)	8.0 (1.2)	11.4 (1.3)	14.5 (1.2)	11.3 (1.3)	10.1 (1.1)	9.8 (1.2)
LCA	122.5 (14.9)	130.6 (3.7)	130.3 (4.8)	119.1 (3.9)	135.1 (3.8)	132.1 (4.1)	130.4 (6.9)	127.1 (4.2)	122.3 (7.4)	133.0 (6.4)	132.4 (4.6)	123.3 (3.2)	123.8 (3.2)	126.5 (2.7)	133.0 (2.9)
PPE	39.3 (1.3)	37.2 (2.6)	40.2 (1.6)	37.4 (1.8)	43.0 (1.7)	41.7 (1.4)	41.7 (1.8)	33.3 (1.8)	33.8 (1.9)	37.0 (1.9)	34.6 (2.0)	37.3 (1.8)	39.6 (3.5)	34.7 (1.7)	34.4 (1.6)
LPI	67.3 (1.4)	72.4 (2.7)	70.7 (2.2)	64.4 (2.0)	85.9 (1.9)	81.7 (3.0)	83.0 (3.7)	81.0 (3.2)	75.3 (2.7)	83.3 (3.2)	82.1 (2.9)	70.4 (2.7)	72.7 (2.3)	81.5 (1.6)	83.1 (1.8)
API	-	-	-	-	26.0 (1.9)	24.1 (3.1)	27.6 (2.3)	30.2 (2.6)	25.7 (2.4)	27.7 (2.3)	31.0 (1.1)	33.8 (2.5)	31.1 (1.0)	31.5 (0.8)	31.8 (1.1)
ICC	1.56 (0.1)	2.6 (0.1)	2.5 (0.2)	2.0 (0.1)	2.3 (0.1)	2.4 (0.2)	2.6 (0.3)	2.7 (0.2)	2.0 (0.1)	2.4 (0.2)	2.8 (0.1)	2.7 (0.1)	2.48 (0.1)	2.8 (0.1)	2.9 (0.1)
ICP	-	-	-	-	0.30 (0.02)	0.29 (0.03)	0.33 (0.02)	0.37 (0.03)	0.34 (0.03)	0.33 (0.02)	0.37 (0.03)	0.48 (0.03)	0.42 (0.01)	0.38 (0.01)	0.38 (0.01)
A	8.0 (0.6)	10.9 (0.8)	10.1 (1.2)	9.3 (0.5)	9.6 (0.6)	9.8 (0.6)	9.5 (0.6)	9.3 (0.9)	8.5 (0.5)	9.1 (0.9)	9.2 (0.7)	10.3 (0.7)	10.2 (0.4)	9.6 (0.5)	10.2 (0.8)
B	3.7 (0.5)	5.7 (0.8)	5.0 (0.7)	4.6 (0.3)	4.4 (0.4)	4.5 (0.5)	5.5 (0.8)	6.7 (0.8)	5.1 (0.6)	5.3 (0.8)	6.1 (0.6)	6.1 (0.8)	5.5 (0.8)	6.0 (0.5)	5.8 (0.7)
S²	24.9 (3.2)	51.5 (8.6)	41.7 (7.3)	35.0 (4.5)	35.5 (5.1)	37.7 (5.8)	42.1 (6.7)	52.7 (8.2)	35.8 (5.7)	40.3 (6.6)	48.6 (5.4)	52.1 (6.7)	47.8 (5.3)	44.7 (4.1)	43.9 (6.7)

JY: Jersey, SD: South Devon, AA: Aberdeen Angus, HI: Highland, FR: Frisona, RD: Roja Danesa, SM: Simmental, AS: Asturiana de los Valles, CA: Casina, AV: Avileña-Negra Iberica, PI: Pirenaica, PM: Piamontesa, MC: Marchigiana, LI: Limousin, CH: Charolais.
PCC: peso canal caliente, CON: nota conformación (1-18), LCA: longitud canal, PPE: profundidad de pecho, API: anchura pierna, ICC: índice compacidad canal, ICP: índice compacidad pierna, A: diámetro mayor, B: diámetro menor, S²: área Longissimus dorsi.

Tabla 2. Porcentaje de razas en las que las correlaciones entre la clasificación por conformación y las medidas de canal y de planimetría fueron significativas.

	PCC	LCA	PPE	LPI	API	ICC	ICP	A	B	S ²
ns	33.3%	73.3%	80.0%	86.6%	27.7%	33.3%	36.3%	80.0%	46.6%	60.0%
0.05	13.3%	13.3%	13.3%	0%	9.0%	0%	9.0%	20.0%	40.0%	6.6%
0.01	53.3%	13.3%	6.6%	13.3%	63.6%	66.6%	54.5%	0%	13.3%	3.3%

VALORACIÓN SUBJETIVA Y OBJETIVA DEL ENGRASAMIENTO DE LA CANAL EN DIFERENTES RAZAS BOVINAS EUROPEAS SACRIFICADAS A PESO COMERCIAL

Campo, M.M.¹, Monsón, F.¹, Panea, B.², Sañudo, C.¹, Olleta, J.L.¹, Albertí, P.², Ertbjerg, P.³, Christiansen, M.³, Gigli, S.⁴, Failla, S.⁴, Gaddini, A.⁴, Hocquette, J.F.⁵, Jailler, R.⁵, Nute, G.R.⁶ y Williams, J.L.⁷

¹Dep. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013-Zaragoza

²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, 50080-Zaragoza

³Dep. Dairy and Food Science, Royal Veterinary and Agricultural University, Dinamarca.

⁴Istituto Sperimentale di Zootecnia, 00016-Monterotondo, Italia

⁵Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA-Theix, 63122. Francia

⁶Div. Farm Animal Science, University of Bristol, BS40 5DU, Reino Unido

⁷Roslin Institute, Edimburgh, EH25 9PS, Reino Unido

INTRODUCCIÓN

El engrasamiento de la canal es uno de los factores determinantes que reflejan el precio que un ganadero va a percibir en el momento del sacrificio de un animal. Tanto una cantidad excesiva como un defecto de grasa de acuerdo al gusto del mercado van a penalizar dicho precio. A pesar de que existen unos patrones sobre los que se guía dicha valoración, no deja de ser una apreciación subjetiva del evaluador que fruto de su experiencia diaria no utiliza casi nunca dichos valores de referencia. Sin embargo, existen varios factores que comercialmente van a influir en la cantidad de grasa que presenta una canal, como son la base genética (precocidad y aptitud), sexo, edad al sacrificio, alimentación, etc., y que podrían modificar la clasificación que se realiza en el matadero para un determinado tipo de animal. Dentro del marco de un proyecto europeo, encaminado a estudiar la variabilidad genética de la producción de carne de vacuno, se ha realizado el presente trabajo con el **objetivo** de analizar la relación que existe entre la nota de engrasamiento en matadero y parámetros objetivos de composición de la canal en diversas razas europeas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 436 animales pertenecientes a 15 razas bovinas europeas en cinco países: Jersey, South Devon, Aberdeen Angus, Highland (Reino Unido), Frisona, Roja Danesa, Simmental (Dinamarca), Asturiana de los Valles, Casina, Avileña-Negra Ibérica, Pirenaica (España), Piamontesa, Marchigiana (Italia), Limousin y Charolais (Francia). Los animales, machos enteros, fueron criados en cada país de origen en condiciones similares de cebo intensivo con una dieta basada en concentrado de cebada y soja con paja *ad libitum*. Se sacrificaron en el matadero homologado por la UE más cercano al cebadero, para minimizar efectos de estrés por transporte, cuando los animales alcanzaron el 75% del peso vivo adulto, lo que ocurrió en torno a los 15 meses de edad en casi todas las razas.

Tras el sacrificio, se obtuvo el peso de la grasa renal de la media canal izquierda. A las 24 h post mortem se realizó la clasificación de la canal según su engrasamiento (CEE 2930/81), traduciendo a efectos estadísticos la clasificación 1-5 (muy poco grasa, muy grasa) en una escala equivalente de 15 puntos. Se extrajo la 6ª costilla de la media canal izquierda para realizar la posterior disección de la misma en grasa, músculo y hueso, incluyendo, en este último, restos de tejido

cartilaginoso, tendones, etc., según Robelin y Geay (1975), y expresándose los resultados en porcentaje sobre el peso total de la costilla.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS (12.0). Medias y desviaciones estándar de cada una de las variables estudiadas fueron obtenidas para cada raza y se calculó la correlación de Pearson entre la clasificación de la canal por engrasamiento y cada una del resto de variables (peso de grasa renal y composición tisular de la 6ª costilla) para cada una de las razas estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variabilidad racial en Europa en términos de engrasamiento de canal es evidente (Tabla 1). Debido a su menor tamaño adulto, las razas Highland o Jersey mostraron la mayor cantidad de grasa renal (8.4 y 7.5 kg, respectivamente), mientras que ninguna de las dos razas italianas sobrepasó 1.5 kg. Este engrasamiento interno tan pronunciado suele ser característico de razas lecheras para movilizar grandes depósitos adiposos durante la lactación, como es el caso de las razas Jersey, Roja Danesa o Frisona, o de razas rústicas, como la Highland.

Sin embargo, la raza que mostró una mayor nota de engrasamiento de la canal fue la Aberdeen Angus (11.0), prototipo de raza de tipo británico con gran engrasamiento subcutáneo, que además mostró la mayor proporción de grasa (21.7%). Le siguieron, en proporción tisular de grasa, las razas Highland, Roja Danesa y Frisona, pero no la raza Jersey, que a pesar de mostrar una gran cantidad de depósitos adiposos internos, no depositaría la misma cantidad de grasa a nivel subcutáneo ni intermuscular. Por el contrario, la raza Casina, de tipo rústico, a pesar de no tener un gran engrasamiento interno ni una nota de canal elevada, sí mostró una notable proporción de grasa en la 6ª costilla, superior a razas que presentaron mayores niveles de engrasamiento en la canal, como la South Devon y la Limousin, lo que es signo de mayor precocidad respecto a estas dos razas. Las razas mejoradas y de aptitud cárnica, Asturiana de los Valles, Piamontesa y Pirenaica, mostraron una elevada composición de músculo en la 6ª costilla (por encima del 72%) y bajos niveles de grasa, tanto en la composición de la canal como en la tisular.

La relación entre la nota de engrasamiento y la grasa renal y composición tisular ha sido muy variable dependiendo de la raza. South Devon, Asturiana de los Valles, Aberdeen Angus, Jersey y Limousin han mostrado correlaciones muy elevadas entre la nota de engrasamiento de la canal y el peso de grasa renal y grasa tisular de la costilla. Otras razas, como la Casina o Avileña-Negra Ibérica, no han mostrados correlaciones significativas con ningún parámetro. En general, la nota de engrasamiento se correlacionó significativamente con la grasa renal en el 60% de las razas estudiadas y con la proporción tisular de grasa en el 80% de las razas, lo que nos indica que la clasificación subjetiva por engrasamiento que se realiza en matadero está más directamente relacionada con la cobertura grasa que presenta la canal (puesto que la mayoría del tejido graso de la costilla es grasa subcutánea) que con la grasa interna de la misma, a pesar de que en la regulación europea de la clasificación de canales en matadero está estipulado que ambos parámetros deben tenerse en cuenta a la hora de realizar la valoración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Robelin, J. y Geay, Y. 1975. Estimation de la composition de la carcasse des tuarilons a partir de la composition de la 6eme côte. *Bulletin Technique CRZV Theix INRA*, **22**, 41-43.

Tabla 1. Valores medios (desv. estándar) de engrasamiento de la canal y de la disección de la 6ª costilla en diferentes razas bovinas europeas sacrificadas a peso comercial.

	<i>n</i>	PGR	Engras	% G ^a	% M ^a	% H ^a
Jersey	31	7.5 (2.3)	4.5 (1.1)	13.0 (3.5)	66.6 (2.5)	20.4 (2.7)
South Devon	27	5.4 (2.7)	5.6 (2.8)	14.2 (5.7)	68.5 (6.1)	17.3 (2.1)
Aberdeen	30	7.1 (2.4)	11.0 (2.3)	21.7 (3.9)	61.4 (3.1)	16.9 (2.5)
Highland	29	8.4 (2.7)	6.8 (1.3)	19.6 (4.5)	62.8 (3.7)	17.6 (2.7)
Frisona	29	6.1 (1.9)	8.2 (0.8)	19.3 (4.2)	58.9 (2.9)	21.8 (3.0)
Roja Danesa	29	6.2 (2.3)	9.1 (1.7)	19.5 (3.7)	61.2 (2.9)	19.3 (2.9)
Simmental	20	2.4 (1.2)	7.1 (1.8)	11.7 (3.7)	67.8 (2.8)	20.5 (2.2)
Asturiana Valles	30	2.3 (1.5)	4.0 (1.5)	7.8 (4.5)	75.0 (5.7)	17.2 (2.6)
Casina	31	3.9 (1.3)	5.9 (1.2)	14.8 (3.7)	66.3 (3.3)	18.9 (2.1)
Avileña	30	3.8 (1.2)	5.8 (1.2)	12.6 (2.4)	69.1 (2.6)	18.3 (2.5)
Pirenaica	31	3.2 (1.8)	4.9 (0.6)	9.7 (2.8)	72.8 (3.2)	17.5 (1.7)
Piamontesa	30	0.8 (0.3)	3.6 (0.6)	3.2 (1.1)	79.9 (2.1)	16.9 (1.9)
Marchigiana	28	1.4 (0.5)	5.0 (1.0)	8.9 (1.9)	70.1 (2.4)	21.0 (2.0)
Limousin	31	5.1 (1.5)	8.3 (0.5)	13.2 (2.3)	71.8 (2.8)	15.0 (1.6)
Charolais	30	5.8 (1.2)	9.0 (1.2)	15.4 (2.7)	67.7 (3.5)	16.9 (1.9)

n = nº animales; PGR: peso grasa renal (kg); Engras.: Engrasamiento de canal (1+=3; 2-=4; 2=5; 2+=6; 3-=7; 3=8; 3+=9; 4-=10; 4=11, 4+=12); ^a= disección 6ª costilla; G= grasa; M=músculo; H=hueso y otros.

Tabla 2. Correlaciones entre la clasificación por engrasamiento de la canal y el peso de grasa renal y la composición tisular de la 6ª costilla en diferentes razas bovinas europeas sacrificadas a peso comercial.

	<i>n</i>	PGR	% G ^a	% M ^a	% H ^a
Jersey	31	0.54 **	0.57 **	-0.51 **	-0.27
South Devon	27	0.73 ***	0.91 ***	-0.94 ***	0.29
Aberdeen	30	0.69 ***	0.66 ***	-0.38 *	-0.54 **
Highland	29	0.47 *	0.59 **	-0.44	-0.37
Frisona	29	-0.38 *	0.38 *	-0.40 *	-0.13
Roja Danesa	29	0.36	0.63 ***	-0.26	-0.54 **
Simmental	20	0.36	0.45 *	-0.34	-0.33
Asturiana Valles	30	0.75 ***	0.75 ***	-0.73 ***	0.30
Casina	31	-0.08	0.21	-0.19	-0.06
Avileña	30	-0.03	-0.01	-0.23	0.24
Pirenaica	31	0.27	0.45 *	-0.49 **	0.18
Piamontesa	30	0.54 **	0.59 **	-0.49 **	0.20
Marchigiana	28	0.53 **	0.24	-0.56 **	0.45 *
Limousin	31	0.79 ***	0.58 **	-0.40 *	-0.13
Charolais	30	0.20	0.55 **	-0.45 *	0.07

* = $P \leq 0.05$; ** = $P \leq 0.01$; *** = $P \leq 0.001$.

USO DE ULTRASONIDOS EN VIVO Y EN LA CANAL, Y DE LA CLASIFICACIÓN SEUROP COMO ESTIMADORES DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL DE BOVINO

Ripoll, G., Albertí, P., Lahoz, F., Delfa, R.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Apdo.727, 50080, Zaragoza gripoll@aragon.es

INTRODUCCIÓN

El valor comercial de una canal viene dado por su composición tisular, el cual se establece por medio de la clasificación de la misma en base a su conformación y engrasamiento. Este sistema se lleva a cabo de una forma sistemática en los mataderos europeos por su rapidez y comodidad.

Otros sistemas se están desarrollando con la misma finalidad, ya sea a partir de medidas morfológicas, técnicas de vídeo, fotografía digital y tratamiento de imagen mediante técnicas de inteligencia artificial (Albertí et al. 2003). Todos estos métodos, que se realizan sobre la canal, son útiles a la hora de valorar el producto conseguido, pero al ganadero le interesa conocer a priori el tipo de producto que va conseguir para poder tomar ciertas decisiones como el momento del sacrificio.

Por esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar modelos de estimación de la composición de la canal a partir de medidas de ultrasonidos *in vivo* y sobre la canal y de la clasificación SEUROP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se cebaron con pienso comercial y paja *ad libitum* durante un periodo de 2 a 4 meses un total de 28 terneros, de los que 7 eran de raza Retinta, 8 cruzados de vaca Retinta con macho Limousine, 6 con macho Pirenaico y 7 con macho Asturiano de los Valles, hasta un peso vivo final (PS) de 480,0 kg±40,17.

Un día antes del sacrificio, usando un aparato de ultrasonidos ALOKA SSD-900 equipado con una sonda lineal multifrecuencia regulada a 7,5 MHz de frecuencia, se efectuaron diferentes medidas en los terneros. Estas medidas fueron, profundidad del músculo *longissimus dorsi* (MUSV) y espesor de la grasa subcutánea (GRASA13^a) en la 13^a vértebra, y espesores de la grasa subcutánea en la 10^a vértebra en paralelo (GRASA10^aPL) y en perpendicular (GRASA10^aPP) a la espina dorsal.

Una vez sacrificados los animales, se efectuaron las medidas de la profundidad sobre la 13^a vértebra del M. *longissimus dorsi* (MUSC) y de la grasa subcutánea (GRASAC) por ultrasonidos en la media canal izquierda. A continuación se tomó el peso de la canal caliente (PCC) y tras 24 horas de oreo se clasificaron comercialmente las canales según las notas de conformación SEUROP (CONF) y engrasamiento (ENG), transformadas a escalas numéricas de 18 y 15 puntos respectivamente. Se realizó el despiece, separando el hueso y la grasa de recorte de las piezas comerciales, calculándose los porcentajes de carne comercializable (% MUSCULO), de grasa de recorte (% GRASA) y de hueso (% HUESO).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la opción *stepwise* del procedimiento REG del paquete estadístico SAS v. 8.1. utilizando como variables independientes a) las medidas de ultrasonidos *in vivo* y el peso vivo

final, b) las medidas de ultrasonidos sobre la canal y el peso canal caliente y c) las medidas de ultrasonidos sobre la canal, el peso canal caliente y la clasificación SEUROP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal. Todos los modelos desarrollados se mostraron altamente significativos ($P < 0,001$).

Los tres modelos correspondientes a las medidas *in vivo* (Tabla 1) tuvieron coeficientes de determinación superiores a 0,67 con una desviación estándar residual (DER) máxima de 0,77 puntos para la estimación del porcentaje de músculo, mientras que los modelos obtenidos a partir de las medidas realizadas sobre la canal (Tabla 2) fueron de menor calidad por sus bajos R^2 (0,24 para el porcentaje de grasa) y DER superiores a un punto.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por ultrasonidos realizados *in vivo* y el peso vivo.

% MUSCULO= 68,63276 -1,73234GRASA10 ^a PP +0,1351MUSV -1,09527GRASA13 ^a	$R^2=0,72$	DER=0,77
% GRASA= 2,71003 +1,39347GRASA10 ^a PP +1,4536GRASA13 ^a	$R^2=0,76$	DER=0,60
% HUESO= 26,83234 +0,32305GRASA10 ^a PL -0,1295MUSV	$R^2=0,67$	DER=0,48

Tabla 2. Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por ultrasonidos realizados sobre la canal y el peso canal caliente.

% MUSCULO= 59,91014 -0,98382GRASAC +0,21490MUSC	$R^2=0,56$	DER=1,17
% GRASA= 6,96635 +1,27057GRASAC	$R^2=0,24$	DER=1,81
% HUESO= 26,8023 -0,12584MUSC	$R^2=0,41$	DER=1,83

Tabla 3. Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por ultrasonidos realizados sobre la canal, el peso canal caliente y la clasificación SEUROP.

% MUSCULO= 69,71077 +1,10957CONF -1,76001ENG	$R^2=0,67$	DER=0,83
% GRASA= 1,13055 +1,72273ENG	$R^2=0,55$	DER=1,01
% HUESO= 29,70917 - 1,14761CONF	$R^2=0,61$	DER=0,58

No obstante el coeficiente de determinación calculado para el porcentaje de músculo (0,72) a partir de medidas "in vivo", es superior al expuesto por Delfa (2000) (56-63%). Mientras que el determinado para el porcentaje de grasa (0,76) se encuentra dentro de los indicados por Delfa (2000) (74-85%).

Cuando en el modelo realizado a partir de medidas sobre la canal, incluimos la clasificación (Tabla 3), las tres ecuaciones tienen un mayor R^2 y menor DER. La menor calidad de las ecuaciones obtenidas en la Tabla 2, respecto de las ecuaciones realizadas con medidas *in vivo*, puede ser debido a que en este último modelo se incluyen mayor número de variables independientes y a que las medidas por ultrasonidos realizados sobre la canal se ven influidas por la presencia de aire entre la grasa subcutánea debida al desollado (Young y Deaker, 1994; Delfa, 2004) y a la posible destrucción del espesor de grasa subcutánea en el proceso mecánico del desollado (Thwaites, 1984; Faulkner et al. 1990). Esta razón se ve apoyada por el hecho de que

cuando se incluyen las notas de conformación y engrasamiento junto con las medidas de ultrasonidos en el modelo, aumentando el número de variables independientes, solo estas primeras son seleccionadas desplazando a las medidas por ultrasonidos y resultando en mayores R^2 . Albertí et al. (2003) encontraron modelos de menor calidad para la predicción de carne comercializable, a partir de medidas morfológicas y clasificación de canales de siete razas españolas, aunque el modelo para canales ligeras fue similar al de este trabajo con $R^2=0.66$ y $DER=1.64$.

En ninguno de los modelos ha sido admitida como variable el peso vivo final o el peso canal caliente, probablemente por estar la variable dependiente expresada como porcentaje en peso. Como era de esperar, las variables relacionadas con el músculo, como CONF, MUSC y MUSV se incluyen de forma positiva en las ecuaciones de predicción del porcentaje de músculo comercializable, y las variables relacionadas con el tejido graso se incluyen de forma negativa y positiva, respectivamente, en las ecuaciones predictoras de carne y grasa. De igual manera, para la predicción del porcentaje de hueso las variables seleccionadas muestran un aporte positivo al resultado si están relacionadas con el tejido graso, y negativo si lo están con el tejido muscular.

CONCLUSIONES

El uso de la clasificación SEUROP como estimadora de la composición tisular ofrece mejores resultados que el uso de ultrasonidos en canal, y ligeramente inferiores a su uso en animales vivos.

Los ultrasonidos *in vivo* permiten al ganadero fijar de una forma aproximada el momento del sacrificio para obtener una canal del máximo valor comercial, bien por su contenido en carne comercializable o por satisfacer unas demandas concretas del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTÍ, P., RIPOLL, G., SAÑUDO, C., OLLETA, J. L., PANEA, B., PARDOS, J. J. (2003). Estimación del porcentaje de carne de la canal a partir de la clasificación y de las medidas morfológicas de la canal de terneros y añejos de siete razas. ITEA vol. Extra, 24(I): 76-78.
- DELFA, R. 2000. Predicción "in vivo" de la composición de la canal. Técnica de los ultrasonidos. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA: Ganadera N. 1, 47-64. 255 pp.
- DELFA, R. 2004. Los ultrasonidos como predictores del reparto del tejido adiposo y de la composición tisular de la canal en cabras adultas. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. 230 pp.
- FAULKNER, D.B., PARRET, D.F., McKEITH, F.K., BERGER, L.L. 1990. Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. Journal of Animal Science. 68: 604-610.
- THWAITES, C.J. 1984. Ultrasonic estimation of carcass composition. Australian Meat Research Committee, 47: 1-31.
- YOUNG, M.J., DEAKER, J.M. 1994. Ultrasound measurements predict estimated adipose and muscle weights better than carcass measurements. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, Vol. 54: 215-217.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por INIA RTA01-106; cofinanciado con fondos FEDER.

ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA CANAL A PARTIR DE LA LONGITUD DEL TENDÓN CALCÁNEO COMÚN Y DEL PERÍMETRO DEL LAGARTO POSTERIOR EN BOVINO

Meléndez, S.¹; Asenjo, B.²; Miguel, J.A.² y Ciria, J.²

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto. Venezuela.

²Area de Producción Animal. E.U.I.A. de Soria. Campus de Soria, s/n, 42004, Soria.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, e incluso en Venezuela se emplean diversas técnicas que permiten estimar el rendimiento de las canales, utilizando tanto métodos subjetivos como objetivos.

Es común observar en el entorno de las áreas de comercialización de canales bovinas, en los mataderos industriales, a los llamados mayoristas, quienes adquieren los animales en pie en las fincas para luego sacrificarlos en los mataderos y distribuirlos a los detallistas (carniceros), o también quienes se dedican a adquirir sólo las canales en los mataderos para luego ser distribuidas a los detallistas, cómo toman como referencia a la hora de adquirir sus canales, tres parámetros: clasificación de la canal (CDC), largo del tendón calcáneo común (LTC) conocido por ellos como tendón del corvejón o de Aquiles y perímetro del lagarto posterior (PLP). Según ellos, cuanto más corto es LTC mayor será el rendimiento de la canal (RDC), y a mayor PLP mayor RDC, lo cual se traduce en excelentes beneficios económicos a la hora de comercializar el producto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 132 medias canales provenientes de bovinos machos enteros de tres años de edad, mestizos de Cebú, seleccionadas al azar en el Matadero Industrial Centroccidental C.A., de Barquisimeto (Venezuela) y categorizadas tipo "EXCELENTE".

Transcurridas 24 horas, se calculó el rendimiento de la canal (relacionando el peso del animal vivo y el peso de la canal fría). El largo del tendón calcáneo común (LTC), se obtuvo midiendo con una cinta métrica desde su origen hasta la inserción. El perímetro del lagarto posterior (PLP) se obtuvo midiendo con la cinta métrica en la canal alrededor del punto medio del cuerpo de dicha pieza, lo que vendría a corresponder con el perímetro del morcillo posterior.

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el programa computarizado Minitab (MTB), realizándose una Correlación Lineal de Pearson con la finalidad de establecer la relación ($p < 0,01$) entre las variables objeto a estudio (LTC, PLP y RDC), y después se aplicó un Análisis de Varianza de la Regresión Lineal para determinar por un lado la relación existente para las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como resultado de la Correlación Lineal de Pearson, aplicada entre el largo del tendón calcáneo común (LTC), y el perímetro del lagarto posterior (PLP), se obtuvo un valor de $-0,881$ ($p < 0,01$), esto indica que a valores altos de LTC corresponden valores bajos de PLP y viceversa.

En la tabla 1, se puede observar el cuadro resumen del Análisis de Varianza de la Regresión Lineal entre LTC y PLP, indicando una relación altamente significativa ($p < 0,01$) entre las variables estudiadas.

Tabla 1. Análisis de varianza de la regresión lineal entre el largo del tendón calcáneo común (LTC) y el perímetro del lagarto posterior (PLP).

Modelo	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fisher Calculado	α
Regresión	01	1.098,717	1.098,717	448,778 **	0,01
Residual	130	318,272	2,448		
Total	131	1.416,988			

** Relación altamente significativa ($P > 0,01$)

El valor de R^2 es 0,775, lo que significa que las diferencias de LTC pueden ser explicadas hasta en un 77,5% por diferencias observadas en PLP.

Estos resultados pueden tener su justificación, ya que si tenemos en cuenta las bases anatómicas del tendón calcáneo común y el lagarto posterior (Dyce et al., 1999), el tendón está conformado por los músculos *Gastrocnemios* (Lagarto Posterior) y el tendón del músculo *Flexor Digital Superficial*, los cuales se insertan unidos como un solo tendón a nivel de la tuberosidad calcánea, lo que da origen al tendón calcáneo común, por lo tanto, cuanto mayor sea el desarrollo de los *Gastrocnemios*, se provocará una cierta cobertura del propio tendón calcáneo común, lo que a la vista y/o medición lineal originará una disminución del mismo y lo contrario sucede al haber un pobre desarrollo de los *Gastrocnemios*. Esto no quiere decir que el tendón por sí mismo aumente o disminuya de tamaño, pero sí queda enmascarada su longitud.

Al relacionar el largo del tendón calcáneo común y el rendimiento de la canal, se aplicó la Correlación Lineal de Pearson, obteniendo una correlación de -0,930. Esto concuerda con lo planteado por el Proyecto del Instructivo de Normas y Procedimientos Oficiales para la Aplicación del Servicio de Clasificación y Categorización de Canales Bovinas en Venezuela (1997), así como en lo manifestado por Getti en 1982, quien afirma que a mayor longitud del tendón calcáneo común, menor será el desarrollo muscular, y por tanto menor será el rendimiento de la canal.

Del análisis estadístico, se observa que entre el largo del tendón calcáneo común y el rendimiento de la canal existe un $R^2 = 0,865$ por lo que se puede concluir que las variaciones en el rendimiento de la canal van a estar explicadas hasta en un 86,5 % por las diferencias observadas en el largo del tendón calcáneo común.

Así mismo, del análisis de Correlación Lineal de Pearson, técnica utilizada para medir la asociación entre el perímetro del lagarto posterior (PLP) y el rendimiento de la canal (RDC), se observa un valor de 0,885 indicando, que a valores altos de PLP corresponde valores altos de RDC,

Del Análisis de Varianza para la Regresión entre el perímetro del lagarto posterior y el rendimiento de la canal de canales de bovinos machos

enteros encontramos una relación altamente significativa ($p < 0,01$) entre las variables, por lo que concluimos que PLP influye en RDC. Esto coincide con lo planteado por Gómez et al., (1995).

El valor de R^2 de 0,783, nos indica que las diferencias del rendimiento de la canal pueden ser explicadas hasta en un 78,3 % por las diferencias observadas en el perímetro del lagarto posterior, estos resultados coinciden con los encontrados por Weniger et. al en 1962, quienes afirman que existe una alta heredabilidad de la conformación de la pierna ($h^2 : 0,70$) y la valoración de la canal, así como, relaciones altamente positivas ($r : 0,89 - 0,97$) entre los pesos de los distintos músculos y grupos musculares de la pierna, lo cual confirma la utilidad de la pierna como base de la valoración.

Al analizar el Cuadro de Coeficientes Estimados para la relación entre el LTC y el RDC y entre el PLP y el RDC, por medio de la Regresión Lineal, podemos concluir que por cada 1 cm de aumento del LTC, disminuye 1,054 % el RDC. De igual forma, por cada aumento en 1 cm del PLP, aumenta 0,796 % el RDC.

Existe un alto grado de asociación negativa entre LTC y PLP, asimismo, una relación altamente significativa ($p < 0,01$) entre ambas, mientras más largo es el tendón calcáneo común menor será el perímetro del lagarto posterior.

Existe una correlación inversamente proporcional entre LTC y RDC, así como una relación altamente significativa ($p < 0,01$), existiendo una $R^2 = 0.865$, por lo que las variaciones del RDC van a estar influenciadas en un 86,5 % por LTC.

Existe una fuerza de asociación positiva entre PLP y RDC, por lo que el rendimiento cárnico de una canal bovina está favorecido por las dimensiones que tenga el lagarto posterior en cuanto a su perímetro ($p < 0,01$) y en un 78,3 % las variaciones de RDC son causadas por PLP.

Tanto LTC (-1,054) como PLP (0,796) pueden ser utilizados como predictores a la hora de calcular RDC de canales de bovinos machos enteros

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DYCE, K.M ; W.O SACK y C.J WENSING. (1999) Anatomía Veterinaria. 2da edición. Mc Graw- Hill Interamericana.

GOMEZ, I.; Palacios A. y M.A. Maldonado (1995). Sistema ICTA de clasificación de canales y cortes de carne bovina. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Universidad Nacional de Colombia y Sena. Santa fé de Bogotá D.C.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA, DIRECCION GENERAL SECTORIAL, DIRECCION DE PRODUCCION ANIMAL Y LA UNIDAD TECNICA NACIONAL DE LA CARNE. (1997). Proyecto del instructivo de normas y procedimientos oficiales para la aplicación del servicio de clasificación y categorización de canales bovinas en Venezuela. Normas y Procedimientos. Mecanografiado. Caracas (Venezuela).

WENIGER, J. y Col. (1962). Der schwere jungmastbuille - Ein product höchster qualität für den deutschen schlach grossmarkt. D. Tierzüchter 14,238.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ALGUNOS FACTORES SOBRE LA TEMPERATURA DE CANALES BOVINAS *Bos indicus* EN VENEZUELA.

¹R. Vitto, ¹A. Delgado, ²J. Ciria, ²B. Asenjo, ²J.A. Miguel

¹Decanato de Investigación. Dpto. de Ing. de Producción Animal.
Universidad del Táchira. Venezuela.

²Area de Producción Animal. E.U.I. Agrarias de Soria. Campus de Soria, s/n. Soria

jvitto@reacciun.ve

vittor19@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Para afrontar el problema de la disminución del consumo de carne vacuna, muchas han sido las investigaciones realizadas para determinar finalmente que el atributo más importante es la calidad. El productor puede influir sobre algunos factores que determinan esa calidad como es el grado de la terneza. Es por ello que a lo largo de todo el proceso de transformación de animal-músculo-carne existen una serie de actuaciones que quedan a manos del hombre, como manipulador responsable y que se deben controlar con el fin de obtener el objetivo que se persigue: la obtención de carne de calidad (Asociación Argentina de Criadores de Hereford, 1998).

El manejo previo al sacrificio de los animales desde la salida de la finca, ayuno, carga, transporte, tiempo y condiciones de espera modifican sensiblemente a calidad del producto final. Es importante conservar un ambiente favorable en el faenado de matanza, ya que permite mejorar la calidad de la carne, un músculo potencialmente tierno se puede endurecer justo antes y durante el sacrificio (Asenjo, 1998).

En el presente trabajo, se evalúan distintos factores que pueden influir en la temperatura de la canal bovina: condición sexual y edad al sacrificio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en el Matadero Industrial Panamericano C.A (MAPACA), ubicado en el estado Táchira, región Andina de Venezuela.

Para la toma de medidas, se utilizó un pH-metro portátil (pH25) y una sonda de temperatura de penetración.

Se evaluaron 209 animales mestizos Brahman (*Bos indicus*), utilizando para la medición la media canal izquierda. En el momento del sacrificio, se midió el pH en el músculo *Longissimus dorsi*, a nivel de la 12-13ª costilla, y al cabo de 24 horas, tras permanecer las canales en refrigeración a temperatura de 2-4 °C.

La edad de los animales se determinó en función de la cronometría dentaria siguiendo la metodología de Dubuc(1991). La condición de entero o castrado se determinó por observación antes del sacrificio.

El análisis de los datos se realizó con el software Statiscal Analisis System SAS, versión 8.1, considerando el pH y la temperatura, tanto inicial (al sacrificio) como final (24 horas después del sacrificio) como las variables respuesta estudiadas, para evaluar el efecto del factor condición sexual y las covariables, (peso de la canal, edad del animal,).

Con el fin de evaluar si cada una de las covariables, debería incluirse en el modelo, se realizó un análisis MANOVA de medidas repetidas, donde dicho análisis presenta para la primera etapa un modelo lineal saturado que incorpora todas las

covariables y la interacción de éstas con el factor condición sexual, con el fin de evaluar cuales deben excluirse del modelo, si alguna de las pruebas asociadas a la interacción resulta significativa desde el punto de vista estadístico. Dichas covariables se desincorporan del modelo y se elabora un modelo lineal reducido, siendo ésta la segunda etapa del análisis. Seguidamente se construyó un nuevo modelo lineal reducido, tomando en cuenta las dos variables respuesta, pH y temperatura, el factor condición sexual y solo las covariables que no interactúan con éste factor, ya que según Chacin (1998) se deben incluir en el modelo, solamente las variables de mayor relevancia en el estudio.

El modelo lineal general multivariante en presencia de covariable es el siguiente:

$$Y = X\beta + Z\Gamma + \varepsilon$$

Donde, las variables respuesta Y representa a la matriz de respuestas temperatura y pH en las evaluaciones inicial y final. $X\beta$ es la matriz de diseño asociada al vector de parámetros a estimar en el modelo. Z es la matriz que representa las covariables y la interacción con el factor condición sexual. Γ representa a los parámetros desconocidos asociados a la regresión lineal y ε representa al vector de residuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la condición sexual

La temperatura inicial y la final, muestran un comportamiento similar, tendiendo a mantenerse lineal, sin embargo, para los machos enteros la temperatura va disminuyendo a edades superiores de 8 años, sucediendo de forma análoga para la temperatura final y existiendo mayor diferencia en animales con edades comprendidas entre 2 a 4 años de edad.

En las medias de temperatura, se observó que los machos enteros tienen una temperatura inicial de 39.43°C, mientras que los castrados de 39.84°C. En la temperatura final permanecen los castrados con temperatura más elevada, con un valor de 2.64°C, mientras que los enteros 1.12°C. Esto podría deberse a lo expresado por Bosch (1997) quien observó que a mayor depósito de la grasa dorsal en los castrados, permite mantener la temperatura.

Efecto de la edad del animal

No se observó efecto significativo sobre la temperatura difiriendo estos resultados con los de Colmenarez (2003). Sin embargo, al analizar esta relación, separándolos por condición sexual, los enteros no arrojaron efectos significativos, coincidiendo este resultado con los del presente trabajo. La temperatura inicial presentó una tendencia sigmoidea con respecto a la edad y similar pero menos pronunciada para la temperatura final.

La temperatura inicial disminuye con la edad del animal, y es menor en los machos enteros. La temperatura final en machos castrados es significativamente mayor, que en los machos enteros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASENJO, B. 1998. Calidad de la carne vacuna. Mundo ganadero, nº 102, 40-43.
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CRIADORES DE HEREFORD. 1998. La calidad de la carne y el productor. Revista Hereford. Año LXIV N° 617. pp 16-18.
- BOSCH, A. 1997. Características de la calidad y de rendimiento de las canales vacunas producidas en Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
- CHACIN, 1998. Análisis de regresión y superficie de respuesta. Facultad de Agronomía UCV. Comisión de biblioteca, información, documentación y publicaciones. Maracay, Venezuela.
- COLMENAREZ, D., 2003. Estudios de los factores intrínsecos que afectan el pH de la carne de mestizos Brahman. Trabajo presentado para alcanzar la suficiencia investigadora en la Universidad de Valladolid. España. Departamento de Ciencias Agroforestales.
- DUBUC, W. 1991. Zootecnia general. Editorial DUMAR. Caracas, Venezuela.
- MORENO, A., V. RUEDA y A. CEULAR. 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. Arch. Zootec. 48:33-42.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ALGUNOS FACTORES SOBRE EL pH DE CANALES BOVINAS *Bos indicus* EN VENEZUELA.

¹R. Vitto, ¹A. Delgado, ²J. Ciria, ²B. Asenjo, ²J.A. Miguel

¹Decanato de Investigación. Dpto. de Ing. de Producción Animal.
Universidad del Táchira. Venezuela.

²Area de Producción Animal. E.U.I. Agrarias de Soria. Campus de Soria, s/n. Soria

jvitto@reacciun.ve

vittor19@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El pH, es uno de los parámetros que más influencia tiene en los diferentes atributos que determinan la calidad de la carne, como el color, la dureza y la capacidad de retención de agua (Ciria y Asenjo, 2000), y que a su vez, se encuentra muy condicionado por el estado de estrés de los animales en los momentos previos al sacrificio. El estrés va ha repercutir negativamente sobre el pH final (medido a las 24 horas post-sacrificio), así como en la velocidad de descenso. En el presente trabajo, se trata de evaluar el efecto de algunos factores sobre el pH en las canales bovinas, tales como la condición sexual, la edad, el peso y el manejo previo al sacrificio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en el Matadero Industrial Panamericano C.A (MAPACA), ubicado en el estado Táchira, región Andina de Venezuela.

Para la toma de medidas, se utilizó un pH-metro portátil (pH25) y una sonda de temperatura de penetración.

Se evaluaron 209 animales mestizos Brahman (*Bos indicus*), utilizando para la medición la media canal izquierda. En el momento del sacrificio, se midió el pH en el músculo *Longissimus dorsi*, a nivel de la 12-13ª costilla, y al cabo de 24 horas, tras permanecer las canales en refrigeración a temperatura de 2-4 °C.

La edad de los animales se determinó en función de la cronometría dentaria siguiendo la metodología de Dubuc(1991). La condición de entero o castrado se determinó por observación antes del sacrificio. El tiempo de traslado de la finca al matadero se obtuvo por entrevistas con los transportistas y distancias a través de las guías de movilización. El período de permanencia en los corrales se calculó teniendo en cuenta el tiempo transcurrido desde el desembarque hasta la entrada en la manga para el aturdimiento.

El análisis de los datos se realizó con el software Statistical Analysis System SAS, versión 8.1, considerando el pH y la temperatura, tanto inicial (al sacrificio) como final (24 horas después del sacrificio) como las variables respuesta estudiadas, para evaluar el efecto del factor condición sexual y las covariables, (peso de la canal, edad del animal, tiempo de traslado de los animales desde las fincas hasta el matadero y tiempo de descanso de los animales en los corrales).

Con el fin de evaluar si cada una de las covariables, debería incluirse en el modelo, se realizó un análisis MANOVA de medidas repetidas, donde dicho análisis presenta para la primera etapa un modelo lineal saturado que incorpora todas las covariables y la interacción de éstas con el factor condición sexual, con el fin de evaluar cuales deben excluirse del modelo, si alguna de las pruebas asociadas a la

interacción resulta significativa desde el punto de vista estadístico. Dichas covariables se desincorporan del modelo y se elabora un modelo lineal reducido, siendo ésta la segunda etapa del análisis. Seguidamente se construyó un nuevo modelo lineal reducido, tomando en cuenta las dos variables respuesta, pH y temperatura, el factor condición sexual y solo las covariables que no interactúan con éste factor, ya que según Chacin (1998) se deben incluir en el modelo, solamente las variables de mayor relevancia en el estudio.

El modelo lineal general multivariante en presencia de covariable es el siguiente:

$$Y = X\beta + Z\Gamma + \varepsilon$$

Donde, las variables respuesta **Y** representa a la matriz de respuestas temperatura y pH en las evaluaciones inicial y final. **Xβ** es la matriz de diseño asociada al vector de parámetros a estimar en el modelo. **Z** es la matriz que representa las covariables y la interacción con el factor condición sexual. **Γ** representa a los parámetros desconocidos asociados a la regresión lineal y **ε** representa al vector de residuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la condición sexual

Los valores promedios de pH inicial (pH₁), indican que los enteros tienen un pH₁ de 6.90, mientras que los castrados alcanzaron un pH₁ de 6.94, más alto y cercano al pH fisiológico (pH=7.2), con respecto al grupo de los enteros. Estos resultados difieren con los reportados por Depetris (2000) y Gallo (2004), quienes observaron pH más elevado en la carne de toros.

Igualmente presentan un pH final (pH₂) menor en enteros que en castrados, encontrándose pH₂ = 5.78 para enteros y pH₂ = 5.83 para castrados, siendo este último valor, mayor al límite superior normal (pH < 5.80), según los resultados de Osoro *et al.*, citados por Moreno *et al.* (1999).

Efecto de la edad del animal

Se observó que en animales de menor edad el pH inicial es más elevado, tendiendo a disminuir a medida que la edad avanza, corroborando lo expresado por ***Schrama *et al.*, citados por Ciria y Asenjo (2000). Caso contrario a lo expresado por Sánchez *et al.* (1997) quienes encontraron valores de pH superiores en canales de terneros de mayor edad.

La variación de pH inicial que se produce en función de la edad no es lineal, sino que sigue una tendencia sigmoidea. Coincidiendo con los resultados presentados por Journe y Teisser (1982). Sin embargo, este comportamiento no es seguido por el pH final, el cual conserva una distribución más cercana a la lineal.

Efecto del peso de la canal

Respecto a esta variable, no se encontró efecto significativo, coincidiendo parcialmente con los de Colmerarez (2003), ya que él no encontró efectos del peso sobre el pH inicial de las diferentes condiciones sexuales estudiadas, sin embargo, los toretes, en su trabajo, si mostraron efecto significativo en el pH final.

Efecto del manejo previo al sacrificio.

El manejo previo al sacrificio no arrojó efectos significativos, lo que difiere de otros autores (Monin, 1988; Warris, 1990), quienes afirman que el transporte de los animales desde las fincas hasta el matadero y la permanencia de éstos en los corrales, son agentes introductores de estrés y afectan la calidad de la carne.

Es importante resaltar que los animales que permanecieron más tiempo de traslado (9 horas) fueron los que esperaron mayor tiempo en los corrales (10 horas). Ello les permite bajar sus niveles de estrés ya que según Bartels (1971) se debe dejar descansar los animales suficientemente, con el fin de que se repongan del agotamiento del viaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTELS, H. 1971. Inspección veterinaria de la carne. Pp 395-476. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- CHACIN, 1998. Análisis de regresión y superficie de respuesta. Facultad de Agronomía UCV. Comisión de biblioteca, información, documentación y publicaciones. Maracay, Venezuela.
- CIRIA, J. y ASENJO, B. 2000. Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA: Ganadería nº 1. Madrid, España.
- COLMENAREZ, D. 2003. Estudios de los factores intrínsecos que afectan el pH de la carne de mestizos Brahman. Trabajo presentado para alcanzar la suficiencia investigadora en la Universidad de Valladolid España. Departamento de ciencias agroforestales.
- DEPETRIS, J. 2000. Calidad de la carne. Disponible: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos_/12-calidad_de_la_carne_vacuna.htm.
- DUBUC, W. 1991. Zootecnia general. Editorial DUMAR. Caracas, Venezuela.
- GALLO, C. 2004. Carne de corte oscuro en bovinos. Instituto de ciencia y tecnología de la carne de la universidad de austral de Chile. Disponible:http://www.veterinaria.org/asociaciones/vetuy/articulos/artic_tec_al/006/006bas.
- JOURNE, H.E. y TESSIER, J.H. 1982. Caracteristiques et qualité de la viande de bovine. *Tecn. Agric.* 3392:1.
- MONIN, G. 1988. Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec. Méd. Vét.*, 16410: 835-842.
- SÁNCHEZ, B., SÁNCHEZ, L., DE LA CALLE, B. y MONSERRAT, L. 1997. Influencia de factores de variación de pH y color de la terneza gallega. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA, 766-768.
- SCHRAMA, J.W.; VAN DER HEL, W.; HENKEN, A.M.; GORSSSEN, J.; VERSTEGEN, M.W.A. 1994. Transport of farm animals: the thermal environment. 40th ICoMST, The Hague. Netherlands.
- OSORO, K.; BARRIADA, M.; MARTINEZ, A. y CASTRO, P. 1995. Manejo post-destete de los terneros procedentes de vacas de cría para la producción de carne de calidad. *Bovis* 67: 51-68.
- WARRIS, P.D., 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Anim. Behaviour Sci.*, 28, 171-186.

EVOLUCIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA SUBCUTÁNEA DE CERDOS IBÉRICOS, DURANTE LA MONTANERA, SEGÚN CLASE DE CAPA Y NIVEL DE ALIMENTACIÓN ADMINISTRADO DURANTE LA PREMONTANERA.

Daza, A¹ ; Rey, A.^{1,2} ; López Carrasco, C³ ; López Bote, C.J².

1 Departamento de Producción Animal. E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

2 Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

3 CIA “Dehesón del Encinar”. Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Oropesa. Toledo.

INTRODUCCIÓN

Las proporciones de ácidos grasos en la grasa subcutánea de cerdos Ibéricos, en el momento del sacrificio, para la campaña 2004 – 2005, acordados por ASICI (2004) para los cerdos de bellota han sido menores o iguales del 21,7%, 10,1% y 10% para los ácidos palmítico, esteárico y linoleico respectivamente y mayor o igual al 53,5% para el ácido oleico. El acuerdo es especialmente riguroso y exigente en lo que concierne a la proporciones de ácido oleico y linoleico, de modo que cuando la proporciones de estos ácidos grasos sean inferiores o superiores al 51,7% y 11% respectivamente los cerdos serán considerados como de cebo (pienso). En el presente experimento se estudia la evolución de las proporciones de ácidos grasos a lo largo de la montanera según clase de capa subcutánea (externa vs interna) y nivel de alimentación recibido (alto vs bajo) por los animales durante el periodo de premontanera, considerando el tiempo mínimo de montanera necesario para que se satisfagan las proporciones requeridas de los ácidos grasos precitados.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la finca “El Dehesón del Encinar”, perteneciente a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Oropesa (Toledo). Se utilizaron 22 cerdos Ibéricos, machos castrados, de la estirpe Torbiscal. El nivel de alimentación administrado a los cerdos durante el periodo de premontanera respondió al indicado en una comunicación previa (Daza et al., 2005) de manera que 11 cerdos entraron en la montanera con un peso medio de 83,1kg (nivel bajo de alimentación durante la premontanera) y los 11 restantes con 117,9 kg (nivel alto de alimentación durante la premontanera). El tiempo de permanencia de ambos grupos de animales en montanera exclusiva y controlada fue de 95 días alcanzando al final de la misma 138,4 y 166,2 kg respectivamente. Se realizaron biopsias al comienzo de la montanera y los días 9, 31, 50, 72 y 95 días (final de la montanera). Las biopsias se realizaron mediante la utilización de una pistola checa provista de una cánula adaptable, con diámetro diferente según la edad de los animales, que permitiera alcanzar la profundidad suficiente para la extracción de la grasa de las capas externa e interna del tejido adiposo subcutáneo. Las muestras de grasa obtenidas se conservaron a –20°C hasta que fueron analizadas. La separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se llevó a cabo mediante un cromatógrafo Hewlett-Packard 6890 equipado con un inyector de “split” (1/50), un detector de ionización de llama (FID) y una columna capilar Innowax con fase estacionaria polietileno-glicol Hewlett-Packard (30 m x 0,32 mm x 0,25 µm) (López Bote et al., 1997). Los datos obtenidos fueron analizados mediante regresión simple considerando como variable

independiente el tiempo de montanera expresado en días y como variable dependiente la proporción media de cada ácido graso. Las pendientes de los términos cuadrático y lineal de las ecuaciones de regresión calculadas se compararon mediante la prueba “t” de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las ecuaciones de regresión que aparecen reflejadas en la Tabla 1, tanto en la capa externa como en la interna de grasa subcutánea las proporciones iniciales de ácido palmítico y linoleico se redujeron linealmente durante la fase de montanera, mientras que la proporción de ácido oleico aumentó linealmente. Sin embargo, la evolución del ácido esteárico, en ambas capas, se ajustó mejor a funciones cuadráticas que a lineales. La clase de capa no tuvo influencia sobre la velocidad de cambio en los cuatro ácidos grasos principales considerados. Sin embargo, según los resultados que aparecen reflejados en la Tabla 2 la velocidad de reducción del ácido linoleico durante la montanera fue significativamente superior ($P < 0,05$) en los cerdos que recibieron durante la premontanera el nivel de alimentación bajo, debido a que la proporción de este ácido graso en la grasa subcutánea fue superior, al final de dicho periodo, que la de los cerdos que recibieron el nivel de alimentación alto, fenómeno que, en cambio, no aconteció significativamente para los ácidos palmítico y esteárico. El nivel de alimentación administrado durante la premontanera no afectó significativamente a la velocidad de aumento del ácido oleico durante la montanera.

El incremento de la velocidad de descenso de la proporción de ácido linoleico conforme aumenta su proporción inicial ha sido observado en diversos experimentos, realizados con cerdos selectos, referenciados por López Bote et al (1999, 2001), aunque la proporción final alcanzada de ácido linoleico estaba relacionada positivamente con la proporción inicial. Esta relación positiva, sin embargo, no ha sido detectada en este experimento, de manera que los cerdos que comenzaron la montanera con la proporción más elevada de ácido linoleico (los alimentados con el nivel bajo de alimentación durante la premontanera) tuvieron al final de la misma una proporción estadísticamente similar a la de los cerdos que fueron alimentados durante la premontanera con el nivel alto de alimentación y que, por lo tanto, iniciaron la montanera con una proporción significativamente más baja de ácido linoleico (Daza et al., 2005). En este experimento el tiempo de montanera necesario para lograr las proporciones requeridas de ácido palmítico y de ácido esteárico, tanto en los cerdos alimentados en premontanera con el nivel alto como con el nivel bajo fue inferior o igual a 35 días. Sin embargo para lograr las proporciones exigidas de ácido oleico se necesitaron 91 y 88 días en los cerdos alimentados con el nivel de premontanera alto y bajo respectivamente, mientras que las proporciones requeridas de ácido linoleico se obtuvieron a los 78 y 87 días en los cerdos que recibieron el nivel de alimentación alto y bajo durante la premontanera respectivamente. Según los resultados obtenidos en este experimento, con las proporciones de partida de ácido oleico y linoleico de la grasa dorsal subcutánea de los cerdos al comienzo de la montanera (medias de las proporciones de las capas externa e interna), que pueden obtenerse sustituyendo el valor de $t = 0$ en las ecuaciones de regresión de la Tabla 2, se necesitan alrededor de tres meses de montanera para que el perfil global de los principales ácidos grasos satisfaga el requerido.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión entre la proporción de los principales ácidos grasos de las capas externa e interna de grasa subcutánea y la duración de la montanera (t en días) .

CAPA	Ácido graso %	Ecuación de regresión	R ²	P<
Externa	PALMÍTICO	21,935 – 0,0413 . t	0,99	0,001
Interna		22,207 – 0,0357 . t	0,99	0,001
Externa	ESTEÁRICO	0,0003 . t ² – 0,0572 . t + 10,699	0,98	0,001
Interna		0,0002 . t ² – 0,0383 . t + 11,539	0,98	0,001
Externa	OLEICO	43,654 + 0,1238 . t	0,96	0,01
Interna		41,740 + 0,1185 . t	0,96	0,01
Externa	LONOLEICO	13,085 – 0,0405 . t	0,95	0,01
Interna		13,814 – 0,0413 . t	0,95	0,01

Tabla 2. Ecuaciones de regresión entre la proporción media [(capa externa + capa interna) / 2] de los principales ácidos grasos y la duración de la montanera (t en días) según nivel de alimentación administrado en premontanera (NAP).

NAP	Ácido graso %	Ecuación de regresión	R ²	P<
Alto	PALMÍTICO	22,629 – 0,0417 . t	0,99	0,001
Bajo		21,512 – 0,0352 . t	0,95	0,01
Alto	ESTEÁRICO	0,0003 . t ² – 0,0524 . t + 11,605	0,98	0,001
Bajo		0,0002 . t ² – 0,0431 . t + 10,634	0,96	0,01
Alto	OLEICO	43,795 + 0,1066 . t	0,98	0,001
Bajo		41,599 + 0,1357 . t	0,96	0,01
Alto	LINOLEICO	11,980 – 0,0253 ^a . t	0,96	0,01
Bajo		14,919 – 0,0565 ^b . t	0,95	0,01

Según ácido graso, pendientes con distintos superíndices difieren P<0,05.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado por el proyecto INIA RTA01 - 018

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.S.I.C.I. 2004. [www.iberico.com/laboratorio ASICI](http://www.iberico.com/laboratorioASICI); **Daza, A** ; Rey, A.I ; López Carrasco, C ; López Bote, C.J. 2005. XI Jornadas sobre Producción Animal . A.I.D.A. Zaragoza. Mayo de 2005.; **López Bote, C.J** ; Isabel, B ; Rey, A.I. 1999. XV Curso de Especialización F.E.D.N.A. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid 4 y 5 de Noviembre de 1999, pp 225-252.; **López Bote, C.J** ; Rey, A.I ; Isabel, B. 2001. Porcino Ibérico: aspectos claves (coord. C. Buxadé y A. Daza). Ed Mundi Prensa. Madrid. Pp 215- 246.

EFFECTO DEL NIVEL DE ALIMENTACIÓN DURANTE LA PREMONTANERA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA SUBCUTÁNEA DE CERDOS IBÉRICOS.

Daza, A.¹; Rey, A.I.²; López Carrasco, C.³; López Bote, C.J.²

1. Departamento de Producción Animal. E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040. Madrid
2. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040. Madrid
3. C.I.A "Dehesón del Encinar". Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Oropesa. Toledo.

INTRODUCCIÓN

Las canales de cerdo Ibérico se cotizan en el mercado según el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea, de manera que, en los últimos años, los Contratos Homologados entre productores e industriales se han mostrado crecientemente exigentes en lo que respecta a las proporciones en la misma de ácido palmítico, esteárico, oleico y linoleico (De Pedro, 2001). El contenido de ácidos grasos de la grasa subcutánea de los cerdos acabados en montanera que se obtiene al sacrificio depende de un conjunto amplio de factores inherentes al tipo genético, sexo, peso y edad iniciales de entrada y finales de salida de los animales en montanera y producción de la montanera (López Bote, 1998). El nivel de alimentación administrado en la fase previa a la montanera, por sus efectos sobre el peso de los cerdos, composición corporal y contenido en ácidos grasos de la grasa subcutánea al comienzo de la montanera, puede tener influencia sobre el crecimiento durante la montanera, características de la canal y perfil final de ácidos grasos de la grasa subcutánea. Como quiera que la influencia de este factor ha sido poco tratado por la investigación porcina, en el presente experimento se estudia su efecto sobre los aspectos señalados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 22 cerdos Ibéricos, machos castrados, de la estirpe Torbiscal pertenecientes al C.I.A "El Dehesón del Encinar" de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Oropesa, Toledo). Un grupo de 11 animales con 54,75 kg de peso inicial recibieron en estabulación 2,0 kg de pienso al día (nivel alto de alimentación A) durante la fase de premontanera que tuvo una duración de 164 días (mayo- noviembre) y otro grupo de 11 cerdos, con un peso inicial de 55,4 kg, recibieron 1,0 kg de pienso al día (nivel de alimentación bajo B) durante el mismo periodo. El pienso único utilizado contenía 13,05 MJ de ED/kg, 16,03% de proteína bruta, 0,77% de lisina, 4,94% de grasa (A.O.A.C., 1990) y 0,06, 0,77, 6,10, 14,97 y 0,81 g/kg de ácido palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1n-9), linoleico (C18:2n-6) y linoléico (C18:3 n-3) respectivamente. El periodo de cebo, bajo montanera exclusiva, duró 95 días adoptándose durante el mismo una carga ganadera próxima a 0,7 cerdos/ha. Al comienzo de la montanera y al sacrificio se obtuvieron biopsias de cada cerdo, recabadas de la región lumbar, mediante una pistola provista de una cánula adaptable conservándose las muestras recabadas a -20°C. Ambos grupos de cerdos se sacrificaron con 16 meses y 166,2 kg de peso vivo el grupo con nivel alto de alimentación (A) y 138, 4 kg el grupo con nivel bajo de alimentación (B), obteniéndose de la canal el peso de jamones, paletas lomos y solomillo. A nivel de la última costilla se determinaron el área del músculo *Longissimus dorsi*, el espesor graso tomado perpendicularmente a la línea media dorsal (GD1), el obtenido a 6 cm fuera de la línea media (GD2), el comprendido entre la piel y el extremo distal más alejado de la línea media dorsal del músculo *Longissimus dorsi* (GD3) y el área grasa encerrada entre la piel,

el *Longissimus dorsi* y las líneas GD1 y GD3. Los ácidos grasos del pienso de premontanera fueron extraídos y cuantificados de acuerdo con Sukhija y Palmquist (1998) y los ácidos grasos de la grasa subcutánea fueron identificados por cromatografía gaseosa, mediante un cromatógrafo 6898 Hewlett Packard, según López Bote et al (1997). Los datos obtenidos se estudiaron mediante análisis de varianza utilizando el paquete estadístico S.A.S (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la premontanera el crecimiento medio diario de los cerdos A y B fue 385,4 y 168,9 g respectivamente (dem=30,0) ($P<0,001$) y durante la montanera 508,4 y 582,1 g (dem=28,2) ($P<0,05$), exhibiendo los cerdos B, durante esta fase, un crecimiento compensatorio derivado del bajo nivel de alimentación recibido en premontanera resultados que concuerdan con los obtenidos por Daza et al (2003) en cerdos selectos. Introduciendo en el modelo estadístico como covariables el peso al sacrificio para el peso canal y el peso canal para las características de la misma únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas para el peso canal (Tabla 1), aunque, evidentemente, cuando se retiraba del modelo la covariable peso canal, el rendimiento a la canal, la cantidades de jamón, paletas, lomos y partes nobles y los espesores grasos y superficie grasa medidos a nivel de la última costilla eran significativamente superiores ($P<0,05$) en los cerdos A que en los B, no evidenciándose, sin embargo, diferencia significativa para el área del *Longissimus dorsi*. Los porcentajes de jamón paleta, lomo, solomillo y partes nobles respecto al peso canal se reducían significativamente ($P<0,001$) a medida que se incrementaba el peso canal resultados que concuerdan con los obtenidos por Latorre et al (2004) en cerdos selectos pesados.

En la Tabla 2 aparecen reflejadas las proporciones de los principales ácidos grasos de la capa externa de grasa subcutánea obtenidas al inicio de la montanera y al sacrificio según el nivel de alimentación administrado a los cerdos durante la fase de premontanera. El nivel alto de alimentación (A) generó en premontanera una mayor síntesis endógena de C16:0, mayores proporciones de C18:0 y de C18:1(n-9) y menores de los ácidos grasos esenciales C18:2 (n-6) y C18:3 (n-3) que el nivel de alimentación bajo (B) resultados acordes con los obtenidos por Bee et al (1999). Sin embargo los cerdos B que recibieron un nivel bajo de alimentación durante el periodo de premontanera tuvieron proporciones más elevadas al sacrificio de C18:1 (n-9) y de C18:3(n-3) en la capa externa subcutánea que los cerdos A tendiendo además ($P<0,09$) la proporción de C18:2(n-2) a ser menor en los cerdos B que en los A. La relación de ácidos grasos Σ (n-6)/ Σ (n-3) obtenida en la capa externa de la grasa subcutánea fue significativamente inferior ($P<0,05$) en los cerdos B que en los cerdos A. El menor grado de engrasamiento de los cerdos B al comienzo de la montanera junto con el crecimiento compensatorio, fundamentalmente graso, experimentado por estos animales durante las primeras tres semanas de montanera y, posiblemente, el mayor consumo de bellota por kg de peso vivo a lo largo del periodo de acabado son los factores que pueden haber contribuido a que la calidad de la grasa subcutánea de los cerdos B haya sido superior que la de los cerdos A. Sin embargo, los resultados productivos y comerciales de los cerdos A han sido más favorables que la de los cerdos B debido a la severa restricción alimenticia a la que fueron sometidos los cerdos B durante la premontanera.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto INIA RTA01- 018

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Arlington, VA.
 Bee, G., Messikommer, R., Gebert, S. 1999. Fett/Lipid, 101:336-342
 Daza, A., Rodríguez, I., Ovejero, I., López Bote, C. 2003. Spanish Journal of Agriculture Research, 1 (4):3-8.
 De Pedro, E. 2001. En: Porcino Ibérico: aspectos claves. Ed Mundi Prensa, pp 589-621
 Latorre, A., Lázaro, R., Valencia, D., Medel, P., Mateos, G. G. 2004. J. Anim. Sci, 82 : 526-533.
 López Bote, C., Rey, A., Ruiz, J., Isabel, B., Sanz Arias, R. 1997. Anim Sci, 64: 177-186
 López Bote, C. J. 1998. Meat. Sci, 49 : 17-27.
 Sukhija, P. S., Palmquist, D. L. 1998. J. Agric. Food. Chem, 36: 1202-1206.

Tabla 1. Características de la canal según nivel de alimentación administrado durante la premontanera.

Variable	Nivel de alimentación		Desviación estándar de la media
	Alto (A)	Bajo (B)	
Peso canal (kg)	121,06 ^a	117,91 ^b	0,44
Rendto canal (%)	78,32	78,30	0,18
Peso jamones (kg)	21,06	20,52	0,55
Peso paletas (kg)	14,00	13,83	0,39
Peso lomos (kg)	3,45	3,46	0,087
Peso solomillo (kg)	0,492	0,482	0,014
Peso p. nobles (kg)	39,01	38,30	1,01
Jamones (%)	17,72	17,28	0,25
Paletas (%)	11,77	11,63	0,17
Lomos (%)	2,91	2,92	0,07
Solomillo (%)	0,41	0,41	0,017
Partes nobles (%)	32,84	32,25	0,46
Área <i>L. dorsi</i> (cm ²)	24,96	25,32	0,73
GD1 (cm)	7,12	7,16	0,26
GD2 (cm)	6,26	6,45	0,34
GD3 (cm)	7,59	8,14	0,28
AG (cm ²)	91,87	93,76	4,66

Medias con distintos superíndices difieren P<0,05.

Tabla 2. Proporciones al inicio de la montanera y al sacrificio de los principales ácidos grasos en la capa externa de grasa subcutánea según nivel de alimentación administrado durante el periodo de premontanera.

Ácido graso	Proporciones iniciales (%)			Proporciones al sacrificio (%)		
	Nivel de alimentación premontanera			Nivel de alimentación premontanera		
	Alto (A)	Bajo (B)	dem	Alto (A)	Bajo (B)	dem
C16:0	22,43 ^a	21,51 ^b	0,24	17,99	17,67	0,16
C18:0	11,15 ^a	10,31 ^b	0,18	8,77	9,19	0,25
C18:1n-9	43,98 ^a	41,32 ^b	0,50	55,05 ^a	55,98 ^b	0,27
C18:2n-6	11,91 ^a	15,36 ^b	0,59	9,42	8,68	0,35
C18:3n-3	0,55 ^a	0,72 ^b	0,034	0,47 ^a	0,54 ^b	0,017
Σn-6/Σn-3				14,81 ^a	12,80 ^b	0,62

Medias con distintos superíndices difieren P<0,05. dem = desv estándar de la media.

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE DIFERENTES ACEITES Y ANTIOXIDANTES EN LA DIETA SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO BLANCO GRASO ENVASADA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Rubio, B¹; Martínez, B¹; González-Fernández, C¹; Mingoarranz, F.J.¹; Rodríguez, A.²; Jaime, I.³; Rovira, J.³.

(1) Estación Tecnológica de la Carne. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. C/ Filiberto Villalobos s/n. 37770 Guijuelo (Salamanca).

(2) Centro de Pruebas de Porcino. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Hontalbilla (Segovia).

(3) Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Burgos. Plaza Misael Bañuelos s/n. 09001 Burgos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una clara disposición a obtener productos naturales que influyan positivamente en la salud del consumidor. En este sentido, los estudios tienden a la búsqueda de nuevas estrategias de alimentación (modificación del perfil de ácidos grasos de la grasa del cerdo, empleo de suplementos de vitamina E en la dieta, etc.) y de conservación (envasado con atmósferas modificadas) que permitan mantener la calidad de la carne y prolongar su vida útil sin la necesidad de utilizar aditivos ni conservantes.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la incorporación de diferentes aceites y vitamina E en la dieta de cerdos blancos grasos, sobre la evolución de los parámetros que determinan la calidad de la carne envasada en diferentes atmósferas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se utilizaron cerdos pertenecientes a la genética (Large White x Pietrain) x (Large White x Landrace) con un peso medio de $19 \pm 1,5$ Kg a los que se suministró la misma dieta hasta que alcanzaron un peso en vivo de aproximadamente 70Kg, momento elegido para el comienzo de la administración de las 4 dietas experimentales. Para ello, se seleccionaron los animales machos del mismo peso que se dividieron en 4 grupos en función de la dieta. Los animales fueron alimentados "ad libitum" hasta llegar a un peso de sacrificio de 125Kg. Las características diferenciales de cada una de las dietas de acabado se muestran en la tabla 1.

Una vez que los animales alcanzaron los 125 Kg aproximadamente, se sacrificaron y tras 24 h de oreo a 4°C, se seleccionaron al azar 8 canales (2 por tratamiento) de las que se separó el músculo *Longissimus*.

Tabla 1. Características de las dietas experimentales.

DIETA	TIPO DE ACEITE	ANTIOXIDANTE
Control	—	Basal
Alto oleico	4% aceite girasol	Basal
Alto linoleico	4% aceite soja	Basal
Alto linoleico y antioxidante	4% aceite soja	Basal+ 0,03% antioxidante

Cada uno de los lomos fue loncheado en filetes de 1,5 cm de espesor que se dispusieron en bandejas para su posterior envasado en las dos atmósferas seleccionadas (aire y atmósfera modificada: 20% CO₂/80% O₂).

Para el envasado en aire las bandejas se cubrieron con un film plástico con elevada permeabilidad a los gases y baja al vapor de agua, y para el envasado en atmósfera modificada las bandejas se colocaron en bolsas de plástico con una permeabilidad al oxígeno de 30/40 cc/m² /24h/ bar a 23 °C y 50% HR y una permeabilidad al vapor de agua de 2,5 g/m² d a 23 °C y 50% HR. El envasado se realizó con una envasadora de campana tipo EVT-7CD (Tecnotrip) conectada a un mezclador de gases de tres componentes KM 100-3M (WITT-Gasetechnik, Witten, Alemania). En primer lugar se realizó el vacío y luego se inyectó un volumen de gas dos veces superior a la muestra mediante dos boquillas situadas en un lateral de la cámara de envasado.

Los análisis instrumentales fueron realizados a los 0, 5, 10, 15 y 20 días de envasado, determinándose: la composición química de la carne (humedad, grasa y

proteína) mediante espectroscopia de infrarrojo cercano por transmitancia (NIT), el perfil de ácidos grasos de la carne mediante cromatografía de gases (Perkin-Elmer AutoSyst-XL); el contenido de vitamina E de la carne por HPLC, el pH por homogenización de la muestra en agua mediante un pH-metro 507 Crison provisto de un electrodo de pH estándar, la capacidad de retención de agua calculando las pérdidas por presión (Grau y Hamm, 1953) y cocción (Lee *et al.*, 1978), el color (L^* , a^* y b^*) por espectrocolorimetría y la oxidación lipídica de acuerdo con el método propuesto por Maraschiello *et al.* (1999).

A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y en aquellos casos en que existían diferencias significativas, se utilizó el test de Tukey HSD (honest significant difference) para la separación de las medias. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con un nivel de confianza del 95% y se utilizó el programa STATISTICA 6.0 (Statsoft).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química, el perfil de ácidos grasos y el contenido en vitamina E se muestran en la tabla 2. En cuanto al contenido de vitamina E, cabe destacar que los grupos a los que no se les ha adicionado vitamina E (alto oleico y alto linoleico) presentaron valores superiores que el grupo control. Esto puede ser debido a que en las dietas suplementadas con aceites, el mayor contenido de grasa favorece la absorción de la vitamina E por ser una vitamina liposoluble (Jensen *et al.*, 1998)

Tabla 2. Características químicas de las muestras analizadas en el día 0 de envasado.

	Control	Alto oleico	Alto linoleico	Alto linoleico y antioxidante
Humedad (%)	74,0±1,4	74,1±0,1	70,8±2,5	74,7±0,4
Proteína (%)	22,4±0,4	24,0±1,0	21,8±0,6	23,5±0,2
Grasa (%)	1,9±0,8	2,3±0,8	6,6±2,4	3,5±1,1
AGS (%)	41,03±0,35	37,50±1,46	37,78±0,94	36,53±1,07
AGI (%)	56,14±0,97	62,34±1,34	62,00±2,05	63,31±1,17
AGM (%)	41,12±0,23	44,89±1,44	42,94±1,03	40,11±3,57
AGPI (%)	15,00±1,20	17,45±0,10	18,94±3,08	22,89±4,74
Vitamina E ($\mu\text{g } \alpha\text{-tocoferol/g carne}$)	1,99±0,25	2,83±0,21	2,03±0,42	3,51±0,22

En los resultados obtenidos para la evolución del pH se observó que permanecía constante (5,16-5,64) a lo largo del tiempo, en los 4 grupos de lomos envasados en atmósfera modificada, mientras que experimentaba un aumento significativo a los 20 días de envasado en aire (6,11-6,28). Este aumento puede ser debido a la degradación de los aminoácidos de la carne por la flora microbiana. Por el contrario, en los lomos envasados con atmósfera modificada, no se produjo este aumento a consecuencia del efecto bacteriostático del CO₂. Por otro lado, la capacidad de retención de agua (datos no mostrados) no se modificó ni a lo largo del tiempo de almacenamiento ni por el método de envasado, tampoco se encontraron diferencias entre los diferentes grupos coincidiendo con los resultados aportados por Jensen *et al.* (1997 y 1998).

En cuanto al color, la luminosidad (L^*) y el índice de amarillo (b^*) permanecieron constantes a lo largo del tiempo de envasado y no presentaron diferencias ni entre atmósferas ni entre grupos. Los valores del índice de rojo (a^*) tampoco presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) a lo largo del tiempo de envasado, pero dicho parámetro sí fue superior para los lomos envasados en atmósfera modificada que para los envasados en aire a partir de los 10 días (figura 1). Además, el grupo control presentó valores de a^* significativamente inferiores ($p < 0,05$) a los encontrados para los lomos de los grupos alto oleico y alto linoleico, siendo estos resultados similares a los aportados por Jensen *et al.* (1998). El grupo alto linoleico con antioxidante no presentó valores diferentes del resto de los grupos, lo que coincide con Zanardi *et al.* (1999) quienes afirman que el aumento de vitamina E no

ejerce ningún efecto sobre la estabilidad del color en carne de cerdo a diferencia de lo que ocurre en la carne de ternera.

Por último, los valores de TBARS de los cuatro grupos (figura 2) fueron constantes a lo largo del tiempo en aire, mientras que en atmósfera modificada dichos valores aumentaron. El grupo con valores más bajos de TBARS, fue el grupo alto linoleico con antioxidante, siendo éstos significativamente más bajos que en el resto de grupos cuando se encontraban envasados en atmósfera modificada, mientras que hasta el día 10 se observa una menor tendencia a la oxidación lipídica en el control que en los grupos suplementados con ácidos grasos insaturados, especialmente en el altolinoleico. Por tanto, en la suplementación con aceites insaturados se ha de plantear la incorporación de antioxidantes.

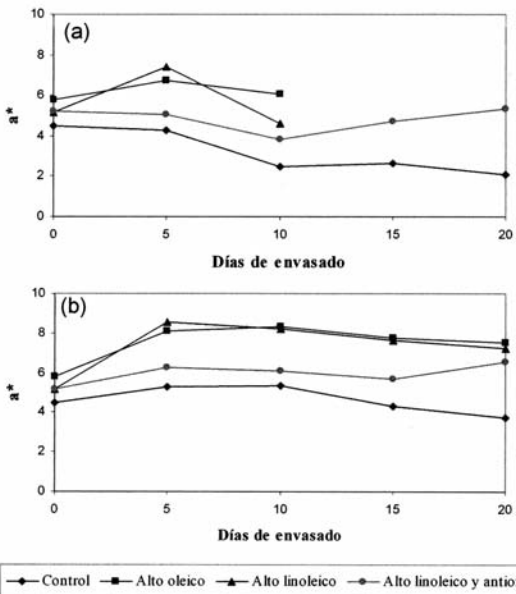


Figura 1. Evolución del índice de rojo (a^*) a lo largo del tiempo de envasado de los 4 grupos de lomos (control, alto oleico, alto linoleico y alto linoleico con antioxidantes) (a) en aire y (b) en atmósfera modificada.

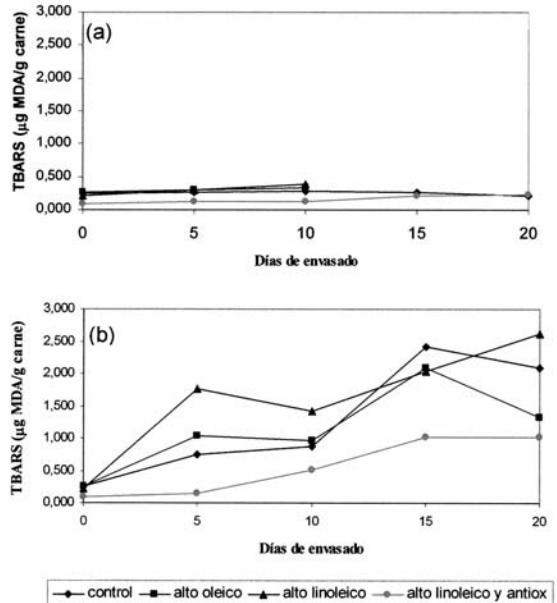


Figura 2. Evolución del índice de oxidación lipídica (TBARS) a lo largo del tiempo de envasado de los 4 grupos de lomos (control, alto oleico, alto linoleico y alto linoleico con antioxidantes) (a) en aire y (b) en atmósfera modificada.

BIBLIOGRAFÍA

- Grau, R. y Hamm, R. 1953. In: Muscle as Food, Ed by Bechtel PJ. Food Science and Technology
- Jensen, C.; Flensted-Jensen, M.; Skibsted, L.H. y Bertelsen, G. 1998.. Meat Science, 50, 211-221.
- Jensen, C.; Guidera, J.; Skovgaard, I.M.; Staun, H.; Skibsted, L.H.; Jensen, S.K.; Møller, A.J.; Buckley, J. y Bertelsen, G. 1997. Meat Science, 45, 491-500.
- Lee, Y.B.; Rickansrud, D.A.; Hagberg, E.C. y Forsythe, R.A. 1978. J. Food Sci. 43: 35,51.
- Maraschiello, C.; Sarraga, C. y García Regueiro, J.A. 1999.. J. Agric. Food Chem., 47: 867-872.
- Zanardi, E.; Novelli, E.; Ghiretti, G.P.; Dorigoni, V. y Chizzolini, R. 1999.. Food Chemistry, 67, 163-171.

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CERDO IBÉRICO ENVASADA EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Martínez, B; Rubio, B; Molinero, C; González-Fernández, C; García-Cachán MD
Estación Tecnológica de la Carne. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. C/ Filiberto Villalobos s/n. 37770 Guijuelo (Salamanca).

INTRODUCCIÓN

El aspecto visual de la carne es un factor que no solo influye notablemente en la decisión de compra del consumidor, sino que refleja sus expectativas de calidad, así, el consumidor asocia un color rojo brillante a una mayor frescura de la carne. En este sentido, el envasado en atmósferas modificadas, tiene como objeto tanto prolongar la vida útil del producto desde el punto de vista microbiológico, como mantener las características sensoriales. Dentro del envasado en atmósferas, los gases más empleados son el CO₂, por sus propiedades antimicrobianas, y el O₂, por estabilizar el color rojo de la carne fresca. Sin embargo, elevadas concentraciones de O₂ pueden incrementar la oxidación lipídica y favorecer la rancidez en la carne. Por ello, numerosos autores han considerado que la inclusión de CO en bajas proporciones (Sorheim *et al.*, 1999; Luño *et al.*, 2000; Krause *et al.*, 2003; John *et al.* 2005), puede representar una alternativa al uso del O₂. El objetivo de este estudio ha sido estudiar la evolución de las características sensoriales de la carne de cerdo ibérico envasada en atmósferas con un alto porcentaje de O₂ y en atmósferas que incluyen CO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio, se envasaron dos productos frescos procedentes de cerdo ibérico (filetes de lomo y chuletas) en dos atmósferas modificadas diferentes: 20%CO₂/80%O₂ (atmósfera 1) y 30%CO₂/69,9%Ar/0,1%CO (atmósfera 2), utilizándose una envasadora TECNOVAC modelo Linvac 40.0 El envasado se realizó en bandejas de poliestireno que, tras la eliminación del aire y posterior inclusión de la mezcla de gas seleccionada, fueron recubiertas con film alta barrera de 25 µm de espesor con una permeabilidad al oxígeno de 1,8 cc/m²/24h/atm a 20°C y 65% HR. Las bandejas se almacenaron durante 14 días a 5°C procediéndose a la recogida de muestra los días 0, 3, 7, 10 y 14.

En cada uno de los puntos de muestreo un panel de catadores entrenados evaluó el color de la carne envasada (1=rojo, 2=rojo-rosado, 3=ligeramente marrón, 4=marrón, 5=extremadamente marrón), y tras realizar una pequeña abertura en el film de la bandeja, evaluó la presencia de olores desagradables (1=ausencia, 2=ligero, 3=moderado, 4=fuerte, 5=extremo). En ambos parámetros sensoriales aquellas muestras con puntuaciones iguales o mayores a 3 fueron consideradas inaceptables. Por último, una vez abierto el envase, se procedió al análisis instrumental del pH (por homogeneización), del color (L*, a*, b*) (Minolta CM-2002), y de la textura (Honikel, 1998) (sonda de Warner-Bratzler, texturómetro TA.XT2). Para el tratamiento estadístico de estos datos, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) (p<0,05) y, en aquellos casos en que existían diferencias significativas, se utilizó el test de Tukey HSD para la separación de medias (Statistica 6.0, Statsoft).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por el panel de catadores en la evolución de los parámetros sensoriales (color y presencia de olores desagradables) en los productos envasados se muestran en la Tabla 1. Puede observarse que en los productos envasados en la mezcla de gases 20% CO₂/80% O₂, a los 7 días el lomo y a los 14 días la chuleta, la carne mostró un color marrón no aceptado por los catadores

Tabla 1.- Resultados obtenidos con el panel de catadores en la evaluación de las características sensoriales a lo largo del envasado en las atmósferas estudiadas (Atm 1: 20%CO₂/80%O₂; Atm. 2: 30% CO₂/69,9%Ar/0,1%CO).

		COLOR ¹					OLOR ²				
		0 días	3 días	7 días	10 días	14 días	0 días	3 días	7 días	10 días	14 días
Lomo	Atm 1	2	2	3	4	5	1	1	2	3	4
	Atm 2	4	1	2	2	2	1	1	2	3	4
Chuleta	Atm 1	1	2	2	2	4	1	1	1	2	2
	Atm 2	4	1	1	1	1	1	1	1	3	4

¹Escala de color : 1= rojo, 2= rojo-rosado, 3= ligeramente marrón, 4= marrón, 5= extremadamente marrón.

²Presencia de olor desagradable : 1= ausencia, 2= ligero, 3= moderado, 4= fuerte, 5= extremo.

Tabla 2.- Efecto del tipo de atmósfera (Atmósfera 1: 20%CO₂/80%O₂; Atmósfera 2: 30% CO₂/69,9%Ar/0,1%CO) en el color (L* a* b*) de la carne y su evolución.

		Tiempo envasado	Lomo		Chuleta	
			Atmósfera 1	Atmósfera 2	Atmósfera 1	Atmósfera 2
L*		0 días	a49,3±2,1 ^A	a49,6±3,3 ^A	a39,6±2,8 ^A	a43,2±2,3 ^A
		3 días	a46,7±1,3 ^A	a45,4±1,2 ^A	a42,5±5,1 ^A	a45,7±1,1 ^A
		7 días	a47,3±1,4 ^A	a46,6±1,6 ^A	a42,9±4,9 ^A	a41,1±1,1 ^A
		10 días	a50,1±1,4 ^A	a47,±0,8 ^A	a45,0±1,7 ^A	a42,4±1,6 ^A
		14 días	a46,5±2,5 ^A	a53,6±4,2 ^A	a48,0±3,1 ^A	a44,4±4,1 ^A
a*		0 días	a10,9±0,3 ^B	a8,8±1,3 ^A	a12,3±1,3 ^B	a6,7±0,7 ^A
		3 días	a13,6±1,3 ^A	b12,1±0,6 ^A	a12,0±2,7 ^A	a8,1±1,4 ^A
		7 días	a13,4±1,5 ^A	ab11,3±2,7 ^A	a11,4±1,1 ^A	a11,1±1,3 ^A
		10 días	a10,3±0,9 ^A	ab10,7±1,3 ^A	a11,1±1,8 ^A	a7,8±0,8 ^A
		14 días	a11,3±1,4 ^A	ab9,7±1,3 ^A	a8,9±2,7 ^A	a7,5±1,7 ^A
b*		0 días	a14,9±0,4 ^A	a14,0±1,2 ^A	a13,7±0,9 ^B	a9,6±1,7 ^A
		3 días	a15,0±0,5 ^B	a14,6±0,6 ^A	a15,1±0,9 ^B	a11,3±2,4 ^A
		7 días	a16,8±1,5 ^B	a13,0±0,7 ^A	a11,9±1,2 ^A	a11,8±1,1 ^A
		10 días	a15,5±0,5 ^B	a13,1±0,2 ^A	a13,8±1,2 ^B	a9,9±1,2 ^A
		14 días	a13,7±1,7 ^A	a14,0±1,0 ^A	a11,6±1,0 ^A	a9,4±1,7 ^A

Superíndices con letras minúsculas (a, b) iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas (p>0,05) entre tiempos de almacenamiento para una misma atmósfera de envasado.

Superíndices con letras mayúsculas (A, B) iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas (p>0,05) entre las dos atmósferas de envasado para un mismo tiempo de almacenamiento.

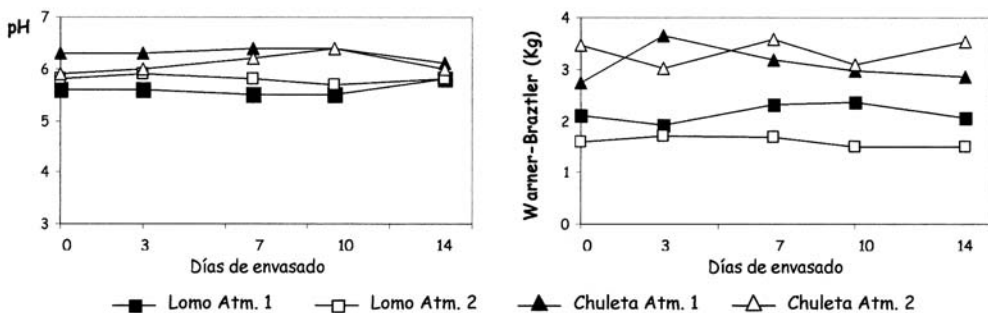


Figura 1.- Evaluación del pH y la textura a lo largo del envasado en las atmósferas estudiadas (Atm 1: 20%CO₂/80%O₂; Atm. 2: 30% CO₂/69,9%Ar/0,1%CO).

(puntuación ≥ 3). Por el contrario, en los productos envasados en la atmósfera 30% CO₂/69,9%Ar/0,1%CO, fue en el día 0 cuando las muestras no fueron aceptadas por el color marrón, mientras que después este color se transformó en rojo y se mantuvo durante el envasado. Este comportamiento es debido a que la carboxihemoglobina, formada a partir de la unión del CO a la mioglobina, aunque se genera más lentamente que la oximioglobina, formada a partir de la unión del O₂ a la mioglobina, es más resistente a la oxidación, de ahí que se mantenga un color más atractivo durante el envasado (Wolfe, 1980). En relación al olor, los catadores consideraron inaceptables las muestras a partir del día 10, excepto la chuleta envasada en 20%CO₂/80%O₂ que presentó un olor aceptable durante el estudio. Es importante indicar que en el momento en que la descomposición puede ser detectada por el olor, la mayoría de los alimentos contienen más de 10⁶ufc/g (ICMSF, 1983). Por ello, a la hora de establecer la vida útil de los productos envasados en la atmósfera 2, se debe tener en cuenta que el CO proporciona una estabilidad en el color que puede exceder la vida útil microbiológica, enmascarando el deterioro de la carne.

En relación a los parámetros instrumentales, para las dos atmósferas analizadas, se debe considerar que el pH (Fig. 1) se mantuvo constante a la largo del almacenamiento en los productos estudiados. Por otro lado, los valores obtenidos en el estudio de la evolución del color (Tabla 2) indican que para las dos atmósferas analizadas, la luminosidad (L*) y el índice de amarillo (b*) se mantuvieron constantes a la largo del almacenamiento, no existiendo diferencias (p<0,05) entre atmósferas en la luminosidad. Un comportamiento similar se observó para el índice de rojo (a*), excepto en el caso de las muestras envasadas en el día 0, en las que el índice de rojo fue menor en las muestras envasadas en la atmósfera 30% CO₂/69,9% Ar/0,1% CO lo que corrobora los resultados obtenidos con el panel. Estudios realizados por otros autores (Sorheim *et al.* 1999; Krause *et al.*, 2003) muestran que el índice de rojo es significativamente mayor en carne de cerdo envasada en atmósferas que incluyen CO que en atmósferas aerobias. Sin embargo en el presente estudio excepto en el día 0, no se encontraron diferencias entre atmósferas, lo puede ser debido a que se utilizaron concentraciones de CO más bajas y a que la carne de cerdo ibérico presenta un mayor contenido de mioglobina, hierro y de antioxidantes naturales (Estevez *et al.*, 2003). Por último, en los productos estudiados, en las dos atmósferas utilizadas, la resistencia al corte no varió (p>0,05) a lo largo del periodo de envasado (Fig. 1). Sin embargo, comparando las dos atmósferas entre sí, en el lomo se observaron diferencias entre ellas a partir del 7º día de envasado, en el que la resistencia al corte fue mayor (p<0,05) en las muestras envasadas en 20% CO₂/80% O₂. Posiblemente este comportamiento es debido a la variabilidad propia del músculo como indicaron Hansen *et al.* (2004).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Julián Martín S.A., la cesión de los datos utilizados en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Estevez, M; Morcuende, D; Morcuende, MR y Cava, C 2003. Eurocarne 113: 71-79.
Honikel, K. O. 1998. Meat Science 49: 447-457.1998
Hansen, S, Hansen, T Aaslyng, MD y Byrne, DV. ICOMST, pp 87.
ICMSF (International Commission Microbiological Specifications Foods), 1983. Ed. Acribia.
John, L; Cornforth, D; Carpenter, CE *et al.* 2005. Meat Sci. 69: 445-449.
Krause, TR; Sebranek, JG; Rust, RE; Hoeyman, MS 2003. J. Food Sci. 68: 2596-2603.
Luño, M; Roncales, P; Djenane, D; Beltrán, JA 2000. Meat Sci.55: 413-419.
Sorheim, O; Nissen H; Nesbakken, T 1999. Meat Sci. 52: 157-164.
Wolfe, Sk.1980. Food Technol.34: 55-63.

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO DE DETERMINACIÓN IN-VIVO DEL CONTENIDO Y COMPOSICIÓN DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN PORCINO A PARTIR DE UNA BIOPSIA

Bosch, L.⁽¹⁾, Tor, M.⁽²⁾, Villalba, D.⁽²⁾, Puigvert, X.⁽¹⁾, Reixach, J.⁽³⁾, Estany, J.⁽²⁾

(1) Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària. Universitat de Girona. 17071 Girona.

(2) Departament de Producció Animal. Universitat de Lleida. 25198 Lleida.

(3) Selecció Batallé, S.A. 17421 Riudarenes.

INTRODUCCIÓN

El interés creciente por la calidad de la carne y de la grasa ha traído consigo la necesidad de desarrollar métodos de valoración de sus componentes constitutivas. Dos de ellas, de especial relevancia en el mercado de curados de cerdo, son el contenido y la composición de la grasa intramuscular. En algunas situaciones, es conveniente valorarlas sobre animal vivo, por ejemplo cuando se prevé que se utilicen como criterio de selección en programas de mejora genética o cuando se precise conocer su evolución con la edad, como en el caso de ensayos de alimentación (Webb, 1995; Baas *et al.*, 1998). El objetivo del presente trabajo es el de evaluar un método de determinación del contenido y composición de la grasa intramuscular a partir de muestras obtenidas in-vivo mediante una biopsia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material animal y toma de muestras: Se ha realizado un experimento (E1) para contrastar la técnica en laboratorio y otro (E2) para evaluar su practicabilidad en vivo. En E1 se contó con 63 cerdos (DU: Duroc, n=24; DUxLD: Duroc x Landrace, n=16; (Pi x LW) x LD: (Pietrain x Large White) x Landrace, n=23), de cuyas canales se obtuvo una sección de lomo de 1 Kg en la zona de inserción de la última costilla. En E2 participaron 246 cerdos Duroc, que sirvieron para obtener 341 biopsias. Las biopsias se extrajeron entre los 155 y 214 días de edad, a 6 cm de profundidad, a la altura de la última costilla y a 5 cm de la línea media, y se practicaron mediante un equipo con muelle incorporado (PPB-U Biotech, Nitra, Eslovaquia) al que se acopló una cánula de 8 mm (Bosch *et al.*, 2003). Una vez separada la grasa subcutánea, la muestra de músculo de la biopsia se conservó a -80°C. De la canal de 88 cerdos de E2, sacrificados a 221 días de edad, se tomó una sección de lomo de idénticas características que en E1, que se conservó a -20°C hasta analizarse.

Métodos de laboratorio y estadísticos: El contenido de grasa intramuscular (GRIN) en lomo se determinó por duplicado en una homogeneizado de lomo por el método Soxhlet (SX), utilizado como método de referencia (AOAC, 2000), y por determinación cuantitativa de los ácidos grasos mediante cromatografía de gases en columna capilar (CG), según se describe en Bosch *et al.* (2003). El GRIN se expresó como porcentaje sobre materia seca y los ácidos grasos saturados (SFA: C14:0; C16:0; C18:0; y C20:0), monoinsaturados (MUFA: C16:1; C18:1; y C20:1) y poliinsaturados (PUFA: C18:2; C18:3; C20:2; y C20:3) como porcentaje relativo. Las biopsias obtenidas en E2 se analizaron por duplicado mediante CG. En E1 se calculó la precisión de CG, así como su linealidad y exactitud respecto de SX; la precisión se evaluó como la correlación entre réplicas; la linealidad como el

coeficiente de correlación entre CG y SX; y la exactitud como la diferencia media entre CG y SX. En E2 se evaluó, además de la precisión, la exactitud de la metodología en vivo, lo que se hizo estimando la diferencia entre CG de la biopsia y CG del lomo homogeneizado ajustado a una edad de 185 días y un peso de muestra de 160 mg. Para ello los datos se describieron según un modelo mixto, en el que los efectos fijos fueron el lote (3 niveles), la metodología de obtención de la muestra (biopsia, lomo), el peso de la muestra analizada y su transformada cuadrática, y la edad del animal y su transformada cuadrática. El animal y el residual fueron los efectos aleatorios. Los datos se analizaron usando los procedimientos REG y MIXED del SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precisión y la linealidad de CG fueron altas, con una repetibilidad media de 0.95 y un coeficiente de correlación global de 0.96 (Tabla 1), contrastándose que la linealidad se confirma que es superior a 0.93 ($p < 0.05$). El coeficiente de regresión de CG sobre SX fue inferior a la unidad, salvo en DUxLD, tipo genético en el que se observó la repetibilidad más baja. Este resultado puede explicarse atendiendo a que la fracción lipídica extraída con SX es diferente a la obtenida en la transesterificación directa de los ácidos grasos previa al análisis por CG. Aunque globalmente la media de CG no difirió de la de SX, CG fue inferior a SX en DU, el tipo genético más graso; además de forma consistente, pues lo fue en 19 de las 24 muestras. En los otros dos tipos genéticos CG fue superior a SX en aproximadamente la mitad de las muestras y viceversa. Los coeficientes de regresión al forzar la recta a pasar por el origen se situaron entre 0.93, para DU, y 1.02, para DUxLD. Se constata que el método CG es lineal y preciso, pero que tiende a dar valores inferiores a SX, especialmente en cerdos grasos, cuyo extracto etéreo parece contener una parte significativa de componentes que no son ácidos grasos.

Tabla 1. Linealidad, exactitud y precisión del método CG respecto a SX

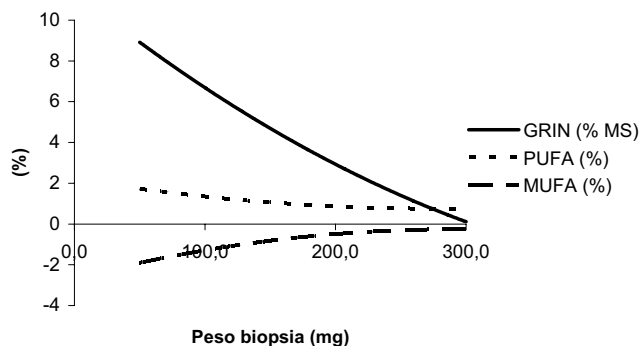
Tipo Genético	N	CG	CG- SX	a	b	R	r
DU	24	16.13 (3.28)	-0.98*	3.41*	0.74 ± 0.03	0.99	0.98
DU x LD	16	13.85 (3.50)	0.23	0.22	1.00 ± 0.12	0.91	0.88
(Pi x LW) x LD	23	11.07 (3.03)	0.19	3.10*	0.73 ± 0.05	0.95	0.92
Total	63	13.70 (3.89)	-0.25	2.69*	0.79 ± 0.03	0.96	0.95

CG: GRIN por cromatografía de gases, expresado en porcentaje sobre materia seca (desviación típica); CG-SX: diferencia de GRIN entre CG y SX; a(b, R): término independiente (coeficiente de regresión y correlación) de CG sobre SX; r: repetibilidad entre réplicas: * $P < 0.05$

La precisión de CG en vivo también fue alta (0.97), a pesar de que el tamaño de la muestra de músculo extraída por biopsia fue pequeño (162.2 mg, dt 66.5). El peso de la biopsia de músculo disminuyó conforme aumentó el espesor de grasa dorsal (-4.8 ± 0.8 mg/mm), lo que trajo como consecuencia que el tamaño de la biopsia disminuyera con la edad (-0.7 ± 0.2 mg/día). El que el tamaño de la muestra sea pequeño es más un problema de contaminación a partir de la grasa subcutánea que analítico. Se ha observado que GRIN aumenta con la edad y el espesor de grasa dorsal (Bosch *et al.*, 2005), pero también que su valor depende del peso de la muestra y de su relación con la grasa dorsal. En la figura 1 se describe el efecto del

tamaño de muestra sobre GRIN y su composición en MUFA y PUFA. A pesos de muestra bajos se sobreestima GRIN y PUFA. Así, una muestra de 100 mg tiene un 2.4% y un 0.3% más de GRIN y PUFA respectivamente, que una muestra de 160 mg, sobre una valor medio de GRIN de 12.3% y de PUFA de 13.2%. A pesos superiores a 300 mg este efecto tiende a desaparecer y de hecho dejó de ser significativo cuando se consideraron sólo las muestras superiores a 200 mg. Que en muestras de biopsia pequeñas sean los PUFA los que se sobreestimen y los MUFA los que se infraestimen abunda en la hipótesis de que son las muestras pequeñas las más sensibles a contaminarse por grasa subcutánea. Los PUFA están en mayor porcentaje en la grasa subcutánea (Estany *et al.*, 2002) y tienen un punto de fusión más bajo, lo cual explicaría su mayor presencia en GRIN. La diferencia entre GRIN de una biopsia, referida a un peso de muestra de 160 mg, y GRIN de una muestra representativa de lomo fue 4.32% ($p < 0.01$). Para PUFA fue de 1.23% ($p < 0.01$). No hubo diferencias para SAFA y MUFA. Se constata que la determinación de GRIN en biopsia es precisa pero sobrestima su valor en muestras inferiores a 300 mg, tamaño difícil de conseguir en cerdos grasos. Así, cuando sea el caso, y se requiera conocer el valor con exactitud, se recomienda, a fin de corregir el correspondiente sesgo, analizar también algunas muestras de mayor tamaño tomadas sobre la canal.

Figura 1. Efecto del peso de la biopsia sobre GRIN, MUFA y PUFA



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC International (2000). Gaithersburg, MD, USA.
 Baas *et al.* (1998). Final Research Grant Project. Iowa State Univ..
 Bosch *et al.*. (2003), ITEA (2003) Vol.Extra Nº 24. Tomo I, 193-195
 Bosch *et al.*. (2005). XI Jornadas sobre Producción Animal
 Estany, J. *et al.* (2002). J. Anim.Sci. 80:2566-2573
 SAS Institute, Inc. (1999). SAS Institute, Inc., Cary, NC.
 Webb, A.J. (1995). Animal Breeding Abstracts 63(10): 731-736

Agradecimientos. Trabajo financiado por el proyecto CICYT AGL2001-0648. Agradecemos a Teresa Giró y Anna Naco su colaboración en la realización de los análisis de laboratorio.

VALIDEZ DE LAS MEDIDAS DE COMPOSICIÓN CORPORAL OBTENIDAS “IN VIVO” MEDIANTE ULTRASONIDOS EN EL CERDO IBÉRICO.

Daza, A¹ ; Mateos, A¹ ; Rey, A. I² ; Ovejero, I¹ ; López Bote, C. J²

1 Departamento de Producción Animal. E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. 2 Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

La tecnología ultrasónica se ha venido utilizando en ganado porcino desde 1950 (Zhang et al., 1993) con el fin de estimar las características de la canal del animal vivo siendo, por lo tanto, una herramienta útil para la alimentación y la selección y para la clasificación de las canales antes del sacrificio. Los aparatos de ultrasonidos realizan medidas de espesor de grasa dorsal, de profundidad y anchura del músculo y de áreas de músculo y de grasa, de manera que la exactitud de los aparatos se determina comparando las medidas in vivo obtenidas con ellos y las medidas reales correspondientes de la canal recabadas mediante calibradores, cintas métricas, planimetría, etc. Para estudiar la precisión de los aparatos se utilizan diversos criterios estadísticos entre los cuales son frecuentemente utilizados el coeficiente de correlación y la regresión lineal, de modo que la precisión de las medidas obtenidas con los aparatos aumenta a medida que se incrementan los coeficientes de correlación (r) y los valores de los coeficientes de determinación R^2 de las ecuaciones de regresión y disminuyen los valores residuales (rsd) de la desviación típica de las mismas. En ganado porcino los coeficientes de correlación obtenidos entre las medidas obtenidas con los aparatos de ultrasonidos y las obtenidas en la canal han sido muy variables (entre $r = 0,27$ y $r = 0,93$) según modelo de aparato utilizado, tipo y localización de la medida, tipo genético sexo, peso al sacrificio de los animales y grado de entrenamiento y habilidad del operador (Houghton y Turlington, 1992). La precisión de los aparatos de ultrasonidos ha sido estudiada repetidamente en cerdos selectos sacrificados con pesos ligeros y escaso grado de engrasamiento. Sin embargo, en cerdos Ibéricos se dispone de escasa información al respecto por lo que en el presente experimento se estudia la precisión obtenida de un aparato de ultrasonidos de tiempo real (RTU), para diversas medidas de grasa dorsal y del músculo *Longissimus dorsi*, en tres experimentos sucesivos así como el efecto que puede tener la dinámica de trabajo del operador u operadores en los valores de las variables ultrasónicas obtenidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En tres experimentos sucesivos que incluían 12, 43 y 82 cerdos Ibéricos machos castrados de la estirpe Torbiscal, pertenecientes al C.I.A “El Dehesón del Encinar” de la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha, Oropesa (Toledo), que se sacrificaron con 109,25, 155,62 y 152,01 kg de peso vivo medio respectivamente, se utilizó, 16 horas antes del sacrificio, un aparato de ultrasonidos de tiempo real RTU con pantalla incorporada Krtez Technick, INC, SA 600-V232, Sonoret (Austria). Previamente lavada la región lumbar de los cerdos el cabezal emisor de ondas del aparato, impregnado en gel, era colocado por un operador, perpendicularmente a la línea media a nivel de la última costilla, con su extremo posterior coincidiendo con el raquis, al tiempo que un segundo operador, previa visión de la pantalla, iba almacenando en el aparato las imágenes ultrasónicas obtenidas. Con las imágenes almacenadas, mediante el “software” del aparato un único operador en los

experimentos 1 y 3 y dos operadores distintos A y C y el operador A en dos momentos distintos, 1 y 2 , en el experimento 2 determinaron las medidas siguientes: GD1= espesor grasa dorsal en mm entre la piel y el músculo *Longissimus dorsi* tomado perpendicularmente a la apófisis espinosa (suma del GD1 de la capa interna y del GD1 de la capa externa); GD2= espesor grasa total en mm entre la piel y el *Longissimus dorsi* tomado a 6 cm de la línea media (suma del GD2 de las capas externa, interna y subinterna adyacente al *L. dorsi*; GD3= espesor grasa en mm entre la piel y el *L. dorsi* tomado sobre el extremo distal más alejado del citado músculo de la línea media; AG= área de grasa en mm² limitada por la cara superior del *L. dorsi*, la cara interna de la piel y las líneas correspondientes a los espesores grasos GD1 y GD3; Profundidad, anchura y área del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la última costilla. Las mismas medidas fueron tomadas de la chuleta mediante calcado en papel vegetal. El dibujo de cada chuleta fue escaneado y llevado mediante soporte informático a un ordenador portátil convencional donde las medidas obtenidas fueron calculadas mediante el programa Autocad- AG (2002). El ajuste de ángulos y distancias entre las medidas ultrasónicas y las reales de la chuleta se realizó previa digitalización, traslado y análisis de las imágenes ultrasónicas en el ordenador convencional precitado mediante el programa Autocad AG (2002). La precisión del aparato de ultrasonidos se estudió mediante el cálculo de los coeficientes de correlación entre las medidas ultrasónicas y las reales tomadas en la chuleta. Las medidas ultrasónicas determinadas, en el experimento 2, por los dos operadores distintos y por un único operador en dos momentos sucesivos se cotejaron mediante las pruebas t de Student (variables con distribución normal) o de rango de signos de Wilcoxon (variables con distribución no normal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados reflejados en la Tabla 1 el aparato de ultrasonidos no fue preciso para las medidas tomadas en el músculo *Longissimus dorsi* en ninguno de los tres experimentos, mientras que la precisión para las medidas de grasa fue superior en las medidas GD2 y AG que en las medidas GD1 y GD3 en los tres ensayos realizados. La precisión que se logra con los aparatos de ultrasonidos para las medidas de grasa es superior que la que se obtiene para las medidas inherentes al músculo (Houghton y Turlington, 1992 ; Pomar et al., 2001). Como en este trabajo, Bak y Denaburski (2002) en cerdos de 100 kg de peso vivo al sacrificio muy engrasados detectaron correlaciones muy bajas entre espesores ultrasónicos y reales del músculo *Longissimus dorsi*. La mayor precisión del aparato para las medidas de grasa se obtuvo en el experimento 1 en el que el peso al sacrificio de los cerdos fue menor, resultados que concuerdan con los obtenidos por Zhang et al (1993). El efecto que puede tener sobre la precisión del aparato la persona que determina los valores de las medidas proporcionadas por el mismo puede inferirse de los resultados aportados en la Tabla 2. Cuando los valores de las medidas ultrasónicas fueron determinados por dos personas distintas (C vs A) y entre los resultados obtenidos por ellas se observaron, para la mayoría de las medidas (en 11 de un total de 13) (C vs A₁) o en la totalidad de las mismas (C vs A₂), según el momento de trabajo del operador A, diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, cuando las medidas eran determinadas por un solo operador en dos momentos distintos (A₁ vs A₂) se detectaron diferencias significativas en seis medidas de las 13 determinadas. A tenor de los resultados obtenidos en este trabajo el aparato de ultrasonidos utilizado no es preciso, en el cerdo Ibérico, para las medidas del *Longissimus dorsi*, aunque logra una precisión aceptable para las

medidas de grasa GD2 y AG. Parece así mismo recomendable que las medidas ultrasónicas sean determinadas por un solo operador.

Tabla 1. Coeficientes de correlación entre las medidas ultrasónicas y las medidas reales tomadas en la chuleta.

	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2	EXPERIMENTO 3
Nº DE CERDOS	12	43	82
PESO (KG)	109,25±23,52	155,62±10,92	152,01±12,16
INTERVALO (KG)	67-127,5	122-182	130-173
GD1	0,83**	0,24	0,13
GD2	0,91***	0,52***	0,54***
GD3	0,88**	0,27	0,43***
AG	0,94***	0,37*	0,45***
Anchura L. <i>dorsi</i>	-0,19	0,15	0,05
Profundidad L. <i>dorsi</i>	0,29	-0.018	0,22
ÁREA L <i>dorsi</i>	-0,47	-0,036	0,10

* P<0,05. ** P<0,01. *** P<0,001.

Tabla 2. Prueba de hipótesis de igualdad de las medidas ultrasónicas determinadas por dos observadores distintos (A y C) o por el mismo observador en días diferentes (1 y 2) (Experimento 2)

Variable	C vs A ₁		C vs A ₂		A ₁ vs A ₂	
	P (1)	P (2)	P (1)	P (2)	P (1)	P (2)
Área elipse	0,0001		0,0001		0,0017	
Área L <i>dorsi</i>	0,0001		0,0001		0,4068	
Anchura L <i>dorsi</i>	0,0001		0,0001		0,0001	
Profundid L <i>dorsi</i>	0,0001		0,0001			0,3023
GD1 INTERNA	0,683		0,0001			0,0001
GD1 EXTERNA	0,0015		0,0001			0,3184
GD2 S-INTERNA	0,0043			0,0001	0,0802	
GD2 INTERNA		0,0089	0,0025			0,1994
GD2 EXTERNA	0,0001		0,0001			0,7641
GD1	0,0383		0,0001			0,0001
GD2	0,5823		0,0440		0,0456	
GD3		0,0001	0,0001			0,3056
Area GRASA	0,0001		0,0001		0,0067	

Nº de animales = 43. (1) test de Student. (2) test de Wilcoxon.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado gracias al proyecto AGL2001 – 1162 de la CICYT

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

* Autocad AG. 2002. Autodesk AG. Publication M386IG.CH3. * Bak,T; Denaburski,J.2002. In: Materialy Konferencji: miesnose swinw Polsce doskonalenie i ocena. Jastrzebiec (Poland),13:7-15. (Ed by Piotrowski, J and Siwec, D.J). * Houghton, P.L; Turlington, L.M. 1992. J. Anim. Sci, 70 : 930-941.* Pomar, C; Rivest, J; Jean Dit Baillleul, P; Marcoux, M. 2001. Can .J. Anim Sci, 81 (4) : 429-434.* Zhang, W ; Huiskes, J.H ; Ramaekers, P.J.L. 1993. Pigs News and Information, 14 (4) :177N-180N.

USO DE LA TECNOLOGÍA NIRS EN EL CONTROL DE CANALES DE CERDO IBÉRICO A NIVEL DE LA LÍNEA DE SACRIFICIO

Nieves Núñez Sánchez¹, Emiliano De Pedro Sanz², Juan García Olmo¹, David Aparicio Oliver³, M^a Isabel Campos León¹, Dolores Pérez Marín¹, Víctor Manuel Fernández Cabanás¹ y Ana Garrido Varo²

¹ NIRSoluciones S.L. Avda. Gran Capitán 47, 14006 Córdoba.

² Departamento de producción animal. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.
Apartado 3.048, 14080 Córdoba.

³ S.C.A. Corsevilla. Ctra. Guadalcanal, 1, Cazalla de la Sierra, 41370 Sevilla.

INTRODUCCIÓN

La industria del cerdo Ibérico ha establecido programas de control de calidad para determinar el régimen alimenticio de los animales, especialmente durante el período final de crecimiento. Estos programas incluyen inspección de los animales en campo y análisis de composición de ácidos grasos en grasa subcutánea.

En los últimos años, la normativa oficial establecida para dicho control ha incluido el porcentaje de los ácidos grasos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) de la grasa subcutánea, determinados mediante cromatografía de gases, como método para la clasificación de los cerdos Ibéricos dentro de las tres categorías comerciales existentes (“Bellota”, “Recebo” y “Cebo”). El elevado coste y el tiempo requerido en la recogida y tratamiento de las muestras de grasa subcutánea líquida y su posterior análisis mediante cromatografía de gases impiden que estos programas de control puedan ser aplicados a todos los animales sacrificados en la industria. Por todo ello, se analiza únicamente un número representativo de animales de cada lote, muestreando para ello entre el 20 y 50% de los cerdos. Por este motivo, la industria del cerdo Ibérico necesita métodos rápidos, precisos y de bajo coste que permitan controlar la calidad de todos los cerdos y sus productos derivados de alto valor.

Años de investigación en la Universidad de Córdoba (De Pedro *et al.*, 1992; Hervás *et al.*, 1994; De Pedro *et al.*, 1995; De Pedro *et al.*, 2001; García-Olmo, 2002, Garrido *et al.*, 2004) han mostrado el potencial de diferentes modos de análisis para la clasificación de canales de cerdo Ibérico dentro de las categorías comerciales, de acuerdo con su régimen alimenticio. Sin embargo, en comparación con otras industrias (ej. piensos) la implantación de esta tecnología a nivel de la industria del sector del Ibérico es aún muy limitada, siendo necesario aunar esfuerzos de I + D con dicha industria, que permitan determinar los modelos predictivos, la instrumentación y modo de análisis más apropiados para la generalización de su uso.

El objetivo de este trabajo es mostrar la metodología que ha sido desarrollada en cooperación con la S.C.A. Corsevilla para la implementación, a nivel de la línea de sacrificio, de un instrumento NIRS provisto de una sonda de fibra óptica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha empleado un colectivo formado por un total de 224 muestras de grasa subcutánea de cerdo Ibérico procedentes de la S.C.A. “Corsevilla. Los espectros

NIRS se obtuvieron por interactancia-reflectancia en un equipo monocromador Foss-NIRSystemS 6500 System II equipado con una sonda de fibra óptica de reflectancia remota de 1,5 m de longitud y provista de una ventana cuadrada de cuarzo de 5 x 5 cm (NRef. R6539). Los datos espectrales se recogieron cada 2 nm en el rango espectral de 800 a 2200 nm, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes y haciendo uso del software WinISI ver.1.5 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA).

Las muestras de grasa líquida necesarias para la determinación de los análisis de referencia se obtuvieron tras fundir en microondas las muestras de tejido adiposo (De Pedro *et al.*, 1996). La determinación de la composición en ácidos grasos de las muestras de grasa líquida se realizó mediante cromatografía de gases.

Se hizo uso del software WinISI ver. 1.50 (ISI, 2000) para el análisis quimiométrico de los datos NIRS. La metodología de desarrollo y validación de calibraciones empleada fue la descrita por Mark y Workman (1991) y Shenk y Westerhaus (1995 y 1996). Los estadísticos usados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron el error típico de validación cruzada (ETVC) y el coeficiente de determinación en validación cruzada (r^2).

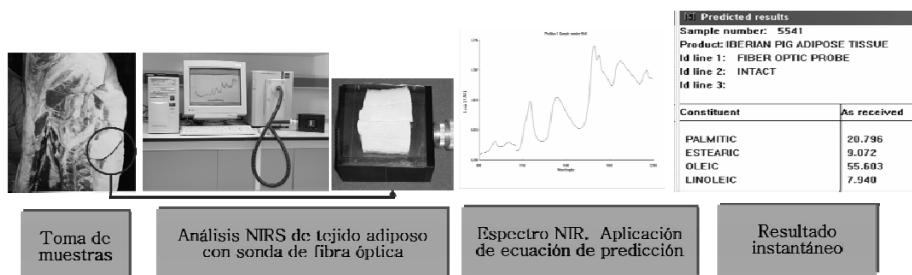
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron ecuaciones de calibración para la predicción de los ácidos grasos C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2 en tejido adiposo de cerdo ibérico. Las ecuaciones de calibración fueron desarrolladas a partir de los datos espectrales NIRS y de la composición en ácidos grasos obtenida en laboratorio, como datos de referencia, de muestras de tejido adiposo pertenecientes a animales criados en diferentes regímenes de alimentación.

Los estadísticos usados para la evaluación de las ecuaciones de calibración obtenidas (ETVC y r^2) mostraron elevada precisión y exactitud para los ácidos grasos C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2, con valores de r^2 de 0,87; 0,78; 0,86 y 0,91 y valores de ETVC de 0,38; 0,36; 0,59 y 0,23 respectivamente. Los valores del ETVC son muy inferiores a los obtenidos anteriormente en el laboratorio del Dpto. de Producción Animal de la UCO, utilizando una sonda de interactancia-reflectancia de forma cilíndrica, pero con una superficie de ventana muy inferior, aproximadamente 1 cm de diámetro (NR-6775) y también incluso a las obtenidas por otros autores con muestras de grasa fundida analizadas en doble transmisión (Garrido *et al.*, 2004).

Esta metodología (Figura 1) consiste en la toma de muestras de tejido adiposo de la canal, a nivel de la línea de sacrificio. La colocación de las muestras de tocino sobre la sonda se indica en la citada figura. Una vez obtenido el espectro NIRS de la muestra, se predice de forma instantánea el contenido en ácidos grasos de la misma haciendo uso de las ecuaciones de calibración desarrolladas.

Figura 1. Metodología para la predicción NIRS del perfil de ácidos grasos de canales de cerdo Ibérico en matadero.



Toma de muestras

Análisis NIRS de tejido adiposo con sonda de fibra óptica

Espectro NIR. Aplicación de ecuación de predicción

Resultado instantáneo

La precisión y exactitud obtenidas con estas ecuaciones ha permitido implementar, a nivel industrial, una metodología para el pago a los productores conforme a las tres categorías comerciales establecidas (“Bellota”, “Recebo” y “Cebo”), evitando el paso previo de fusión de la grasa necesario para el análisis NIRS mediante doble transmisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Pedro, E., Garrido, A., Bares, I., Casillas, M. y Murray, I. 1992. Application of near infrared spectroscopy for quality control of Iberian pork industry. En *Near infrared spectroscopy. Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications*. Hildrum, K.I., Isaksson, T, Naes, T. y Tandberg, A. (eds.). Ellis Horwood, Chichester, UK. p. 345-348.

De Pedro, E., Garrido A., Lobo, A., Dardenne, P. y Murray, I. 1995. Objective classification of Iberian pig carcasses: GC versus NIR. En *Leaping ahead with near infrared spectroscopy*. Batten, G.D., Flinn, P.C., Welsh, L.A. y Blakeney, A.B. (eds.). NIR Spectroscopy Group. Royal Australian Chemistry Institute, Melbourne, Australia. p. 291-295.

De Pedro, E., Núñez, N., A. Garrido, J. García, L. Silió, M.C. Rodríguez y J. Rodríguez. 2001. Qualitative analysis of NIRS spectral data to identify Iberian pig feeding types. En *Proceedings of the 6th Int. symposium of food authenticity and safety*. Eurofins Scientific (ed.). Eurofins Scientific, Nantes, France. p. 12.

García-Olmo, J. 2002. Clasificación y autenticación de canales de cerdo Ibérico mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS). Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España.

Garrido, A., García, J. y Pérez M.D. 2004. Application in the Analysis of Fat and Oils. *NIRSpectroscopy in Agriculture*. Cap. XIX. C.Roberts, J. Workman and J. Reeves, eds. American Society of Agronomy (ASA), Crop Science Society of America (CSSA) and Soil Science Society of America (SSSA). P. 487-558.

Hervás, C., Garrido, A., Lucena, B., Garcia, N. y De Pedro, E. 1994. Near infrared spectroscopy of Iberian pig carcasses using an artificial neural network. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 2:177-184.

Mark H. y Workman, J. 1991. *Statistics in Spectroscopy*. Academic Press, Inc. NY.

ISI. 2000. The complete software solution using a single screen for routine analysis, robust calibrations, and networking. Manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.p. 239.

Shenk, J. S. y Westerhaus, M.O. 1995. Routine operation, calibration, development and network system management manual. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring, MD 20904, PN IS-0119.

Shenk, J.S. y Westerhaus, M.O. 1996. Calibration the ISI way. En *Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves*. Davies, A.M.C. y Williams, P.C. (eds). NIR Publications. Chichester. UK p. 198-202.

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NIRS PARA ESTIMAR PARÁMETROS QUÍMICOS INDICATIVOS DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO

N. Prieto, S. Andrés, P. Lavín, F.J. Giráldez y A.R. Mantecón
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080. León

INTRODUCCIÓN

Las crisis alimentarias que han tenido lugar en los últimos años han provocado una gran preocupación por la seguridad de los productos de origen animal destinados al consumo humano. Asimismo, cada vez es mayor la población que demanda, además, información sobre las características físico-químicas, indicadores de la calidad sensorial y nutritiva, de los productos que consume. Esto ha repercutido en un aumento del control de los productos con el fin de asegurar la trazabilidad y calidad de los productos de origen animal en general y de la carne en particular.

Las normativas legales definen una serie de métodos para este tipo de análisis que, en general, requieren demasiado tiempo para su determinación, así como material y reactivos específicos que encarecen y complican el proceso (Calvo *et al.*, 1997). Por todo ello, es necesario buscar procedimientos alternativos que subsanen estas deficiencias. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad predictiva de la tecnología NIRS para estimar parámetros químicos de la carne de bueyes y terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio se emplearon muestras de carne procedentes de un total de 53 bueyes y 67 terneros, pertenecientes ambos tipos de animales a la marca de calidad "Valles del Esla".

Una vez sacrificados dichos animales, las canales se mantuvieron en refrigeración a 2 ° C durante 3 días en el caso de los terneros, y durante 7 en el de los bueyes. Transcurrido este periodo de tiempo, de la media canal izquierda se extrajeron las chuletas correspondientes a la región comprendida entre la 5ª y 7ª costilla. El músculo *longissimus thoracis* de la chuleta correspondiente a la 6ª costilla se picó y a continuación se recogió el espectro de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR). Para ello se empleó un espectrofotómetro InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe GmbH, Norderstedt, Germany) utilizando cápsulas circulares abiertas. Las muestras se irradiaron con luz IR a longitudes de onda comprendidas entre los 1100 y 2500 nm, con el fin de obtener una medida de absorbancia cada 2 nm. De cada muestra se recogieron 4 espectros, empleándose para las calibraciones el promedio de los mismos. Una vez recogidos los espectros NIR, las muestras de carne se liofilizaron para determinar el contenido de materia seca (MS). Sobre la muestra seca, una vez molida, se determinaron los contenidos de proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), energía bruta (EB) y cenizas, siguiendo la metodología propuesta por la AOAC (2003), así como el contenido de mioglobina, según Hornsey (1956).

Con el fin de seleccionar, a partir de los datos de absorbancia de los espectros NIR, un conjunto de muestras de carne representativo de la población total, se utilizaron los programas CENTER y SELECT contenidos en el software NIRS2 versión 4.0 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA). Los espectros de las muestras seleccionadas se utilizaron para estimar las ecuaciones de predicción

de los parámetros de interés con el programa *SESAME* versión 1, proporcionado por Bran+Luebbe®. Previamente se aplicaron distintos tratamientos matemáticos de los espectros [(derivadas con diferentes tamaños de gap y segmento de suavizado, con y sin la utilización previa de la transformación MSC (Multiplicative Scatter Correction)] con el fin de optimizar la extracción de información útil a partir de ellos. Las ecuaciones se obtuvieron mediante regresión sobre mínimos cuadrados parciales tipo I (RMCP 1) y finalmente se validaron con las muestras restantes. En este trabajo sólo se presentan los estadísticos de las ecuaciones de predicción que tuvieron los errores estándar de predicción (EEP) más bajos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los datos de composición química de las muestras de carne empleadas para la obtención y validación de las ecuaciones de predicción.

Tabla 1. Rango, media y desviación estándar de las muestras de carne empleadas en la calibración y validación

Parámetro	Muestras de calibración				Muestras de validación			
	n _c	Rango	Media	DE	n _v	Rango	Media	DE
PB (g/kg MS)	63	589 – 900	772	88,1	54	636 – 893	820	64,2
GB (g/kg MS)	63	39 – 360	162	87,3	54	35 – 284	110	66,0
EB (Mcal/kg MS)	63	5,4 – 6,9	6,0	0,37	54	5,4 – 6,5	5,8	0,28
Cenizas (g/kg MS)	63	34 – 58	43	4,9	54	32 – 57	44	4,2
MS (g/kg)	55	240 – 331	287	25,5	47	245 – 325	270	20,8
Mioglobina (g/kg)	62	3,0 – 10,4	6,0	1,92	51	3,1 – 8,4	5,2	1,55

DE: desviación estándar n_c, n_v: número de muestras de calibración y validación, respectivamente

En la tabla 2 pueden observarse los estadísticos correspondientes a las mejores ecuaciones de predicción de la composición química.

Tabla 2. Estadísticos de calibración y validación de las ecuaciones de predicción desarrolladas a partir de los espectros NIR de las muestras de *longissimus thoracis*

Parámetro	Tratamiento	p	CALIBRACIÓN			VALIDACIÓN		
			EEC	R ²	EE _{vc}	1-VR	EEP	RPD
PB (g/kg MS)	2,5,5	4	20,90	0,947	22,16	0,903	20,77	3,09
GB(g/kg MS)	MSC+2,5,5	4	14,89	0,972	15,93	0,960	13,54	4,87
EB (Mcal/kg MS)	MSC	4	0,13	0,887	0,14	0,936	0,07	3,99
Cenizas (g/kg MS)	MSC+2,15,5	5	3,94	0,412	4,18	0,477	3,05	1,36
MS (g/kg)	Absorbancia	7	5,33	0,962	6,15	0,923	5,71	3,63
Mioglobina (g/kg)	1,15,5	9	0,74	0,872	1,01	0,838	0,62	2,51

MSC: Multiplicative Scatter Correction; p: número de términos en la ecuación; EEC: error estándar de calibración; R²: coeficiente de determinación; EE_{vc}: error estándar de validación cruzada; 1-VR: coeficiente de determinación para el procedimiento de validación; EEP: error estándar de predicción; RPD: cociente entre la DE del grupo de validación y el EEP

En concordancia con los resultados obtenidos por otros autores (Oliván *et al.*, 2001; Solís *et al.*, 2001), las ecuaciones de predicción del contenido de PB, GB, EB y MS presentaron valores de R² y RPD superiores a 0,88 y 3, respectivamente.

En cuanto a la estimación del contenido de mioglobina, el estadístico RPD apenas superó el valor de 2,5 establecido por Williams y Sobering (1993) para considerar aceptable la capacidad predictiva de una ecuación. La peor predicción de

este parámetro, en comparación con los anteriormente mencionados, probablemente guarde relación con la menor precisión de la técnica de referencia.

En lo referente al contenido de cenizas, como cabría esperar, la tecnología NIRS no permitió obtener estimaciones con una exactitud aceptable ($R^2 = 0,41$, RPD = 1,36). Estos resultados coinciden con los señalados en estudios previos (Alomar *et al.*, 2003), y son debidos, fundamentalmente, a que los minerales no absorben radiación en el infrarrojo cercano (Shenk y Westerhaus, 1995).

A partir de estos resultados, podemos concluir que la tecnología NIRS permitió estimar, con gran exactitud, el contenido de PB, GB, EB y MS presente en muestras de carne de bueyes y terneros. En cuanto al contenido de mioglobina, la tecnología NIRS no permitió obtener estimaciones tan exactas como con el resto de parámetros, sin embargo, sí que aportó valores aproximados que podrían ser útiles en monitorizaciones de calidad o controles en línea. Finalmente cabe destacar que este procedimiento analítico no resultó adecuado para estimar el contenido de cenizas de las muestras de carne estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del contrato de investigación entre el CSIC y la empresa "Núcleo de Explotaciones Agropecuarias de León, NEAL, S.A." (Proyecto CDTI nº 03-0347). N. Prieto disfrutó de una beca predoctoral del CSIC - UNIDADES ASOCIADAS UNIVERSIDADES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (2003). Official Methods of Analysis, 17th Edition. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.

Alomar, D.; Gallo, C.; Castañeda, M. and Fuchslocher, R. (2003). Chemical and discriminant analysis of bovine meat by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Meat Science* **63**: 441-450.

Calvo, C.; López, M.; Sánchez, B.; Dios, A. y Sánchez L. (1997). Predicción de las características de composición de la carne de ovino gallego mediante espectroscopía infrarroja cercana. *ITEA* **18** (2): 658-660.

Hornsey, H.C. (1956). The colour of cooked cured pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **7** (8): 534-540.

Oliván, M.; de la Roza, B.; Martínez, M.J. y Mocha, M. (2001). Predicción de la composición química y el contenido de pigmentos de la carne de vacuno por transmitancia en el infrarrojo cercano. *ITEA* **22** (2): 601-603.

Shenk, J. and Westerhaus, M. (1995). The application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to forage analysis. In: *Forage Quality, Evaluation and Utilization* (Eds: Fahey, G.C.Jr.; Mosser, L.E.; Mertens, D.R. and Collins, M.): pp. 406-449. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, Estados Unidos.

Solís, M.; de Pedro, E.; Garrido, A.; Silió, J.G.L.; Rodríguez, C. y Rodríguez, J. (2001). Evaluación de la composición del lomo de cerdo ibérico mediante la tecnología NIR. *ITEA* **22** (2): 613-615.

Williams, P.C. and Sobering, D.C. (1993). Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **1**: 25-32.

RELACIÓN ENTRE LA NOTA DE CONFORMACIÓN Y DIFERENTES MEDIDAS MORFOLÓGICAS REALIZADAS MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN EN CANALES BOVINAS DE DIFERENTES CONFORMACIONES

Mendizabal J.A., Legarra A., Purroy A.

ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia, 31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La conformación es uno de los principales criterios a la hora de establecer la calidad y el precio de las canales bovinas. Para asignar la nota de conformación a las canales se utiliza el sistema SEUROP (reglamento CEE 2237/91), que se basa en el uso de patrones fotográficos para clasificar las canales en 6 categorías. Con objeto de hacer más objetiva dicha calificación se están desarrollando en estos últimos años sistemas de clasificación rápidos y automatizados basados en la utilización del vídeo y del análisis de imagen en la cadena de sacrificio de los mataderos (p.e. BCC2 en Dinamarca; Normaclass en Francia; VBS-2000 en Alemania y Viascan en Australia). Estos sistemas se fundamentan en la utilización de ecuaciones de predicción a partir de diferentes medidas realizadas en la canal para predecir el rendimiento carnicero de la misma. No obstante, dependiendo de factores como la especie, el genotipo, etc. la precisión de dichas ecuaciones podrá variar de forma que las ecuaciones más precisas para un mercado determinado no lo sean para otro distinto (Allen y Finnerty, 2000). En este contexto, en el presente trabajo se estudia, en canales bovinas representativas del mercado español y que corresponden a las 6 notas de conformación establecidas en el sistema SEUROP, la relación entre la nota de conformación y diversas medidas morfológicas obtenidas mediante análisis de imagen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado 60 canales bovinas, correspondientes a cada una de las notas de conformación de la escala SEUROP (10 canales por cada una de las letras de la escala), realizada por los clasificadores oficiales del matadero La Protectora de Pamplona. Las 20 canales correspondientes a las letras P y O procedían de vacas adultas de desvieje de raza Frisona y las 40 canales restantes correspondían a las clases comerciales ternera y añojo y procedían mayoritariamente de terneros de raza Pirenaica y en menor medida de las razas Limousin, Blonde d'Aquitaine y Charolais. Los pesos y edades de las canales de cada uno de los grupos de conformación se muestran en la Tabla 1.

En la cadena de sacrificio se tomaron dos fotografías (cámara digital Sony DSC-S75-S85) de cada canal, una desde la cara lateral izquierda y otra desde la cara dorsal (Figura 1). A partir de las medidas anatómicas descritas por De Boer *et al.* (1974) para caracterizar las canales bovinas, se determinaron en las dos fotografías mediante un programa de análisis de imagen (Optimas V. 6.5; Media Cybernetics, USA) diferentes longitudes, perímetros, áreas y diámetros, completando un total de 32 medidas.

Mediante un análisis de regresión *stepwise* se estudió la relación entre la nota de conformación establecida para cada canal (escala SEUROP, transformada a 1-18) y las diferentes medidas obtenidas mediante análisis de imagen, definiendo la combinación de medidas que mejor predecían la nota de conformación asignada a las canales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que utilizando 4 de los parámetros medidos en la totalidad de las canales estudiadas (7 teniendo en cuenta que algunas son relaciones entre varias medidas) se puede explicar el 93% de la variabilidad presente en las notas de conformación asignadas a las canales mediante el sistema de clasificación SEUROP, con una RSD de 1,38 unidades en una escala 1-18 (Tabla 2). De las 7 medidas contempladas en la ecuación de predicción (Tabla 2, Figura 1) 4 de ellas (L, P₁, h y d) correspondieron a la imagen lateral de la canal, 2 a la dorsal (P₂ y A₁), siendo la variable restante el peso de la canal fría (PCF).

Cuando esta misma predicción se realizó en dos grupos separados, uno que abarcaba las canales de ternera y añojo (Tabla 3) y el otro de vacuno mayor (Tabla 4), en ambos casos se obtuvo un coeficiente de determinación $r^2=0,83$, lo que indicaría que con las medidas utilizadas se explicaría un 83% de la variabilidad presente en las notas de conformación asignadas a estas canales. Aunque los valores de RSD fueron menores que los obtenidos para el conjunto de 60 canales (1,31 y 0,62 para las clases ternera-añojo y vacuno mayor, frente a 1,38) hay que tener en cuenta que el rango de las escalas en estos dos grupos de animales fue menor que para la totalidad de las canales.

Otro resultado remarcable es que en las tres regresiones realizadas la relación h/d entra a formar parte de las ecuaciones de predicción más precisas. De igual forma, en las tres regresiones también aparece contemplada el área del tercio posterior (A₁); en las correspondientes al conjunto de las 60 canales y al grupo de vacuno mayor, incluida en la fórmula de la compacidad del tercio posterior y en el grupo ternera-añojo como numerador del cociente entre dicha área y la del rectángulo que la abarcaría (A₂), lo que constituye otra forma de medir la compacidad de esta región anatómica. Por último, en el grupo de canales de vacuno mayor fue la medida P₃ (perímetro de la abertura caudal) la primera que se incluyó en el modelo de predicción (Tabla 4). Es evidente por tanto, que es en esta región donde se encuentran las medidas más determinantes para predecir la conformación de la canal, lo que está en consonancia con que sea ésta la parte de la canal con mayor valor carnicero y con el hecho de que los clasificadores se detengan fundamentalmente en esta localización a la hora de establecer la nota de conformación.

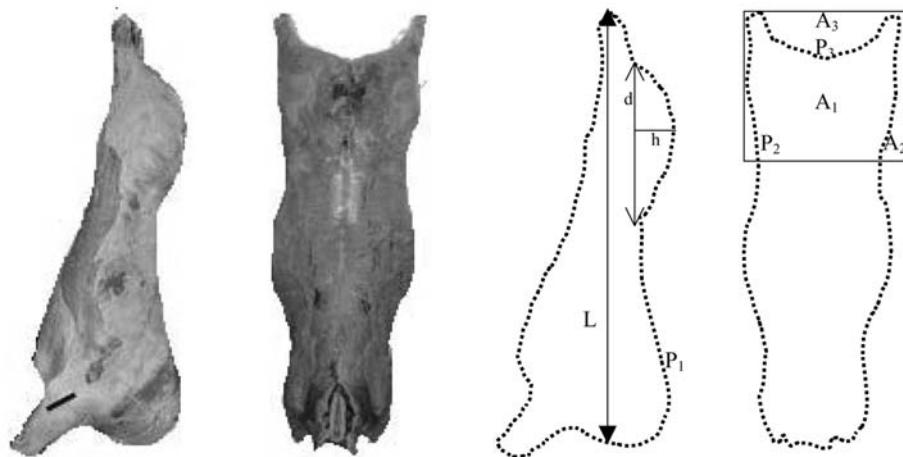
Finalmente, entre las medidas que corresponden a la canal entera la relación entre el peso y la longitud de la canal (PCF/L) ha sido la más discriminante, siendo la primera variable incluida en el modelo del grupo ternera-añojo y la segunda en el modelo del conjunto de las canales (Tabla 3 y Tabla 2, respectivamente).

En definitiva, con los resultados obtenidos se podría concluir que la técnica de análisis de imagen ofrece buenas perspectivas para su utilización en la clasificación de las canales, si bien en trabajos posteriores habría que confirmarlo relacionando las medidas morfológicas realizadas con el rendimiento carnicero de las canales, fin último de los sistemas de clasificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Boer, H., Dumont, B.L., Pomeroy, R.W., Winiger, J.H., 1974. *Livest. Prod. Sci.*, 1, 151-154.
- Allen P., Finnerty N., 2000.. The National Food Center. Irlanda.

Figura 1.- Medidas más representativas obtenidas en la imagen dorsal y lateral de las canales bovinas (Ver Tablas 2, 3 y 4).



A₁: área del tercio posterior; A₂: área del rectángulo que engloba el tercio posterior; A₃: área de la abertura caudal
 P₁: perímetro de la canal; P₂: perímetro del tercio posterior; P₃: perímetro de la abertura caudal.
 L: longitud de la canal; d: distancia entre extremos de la curvatura del tercio posterior; h: altura hasta el vértice del tercio posterior.

Tabla 1.- Peso de la canal fría (PCF) y edad de las canales (medias±desviación estándar) en función de su nota de conformación (escala SEUROP).

Nota C	n	PCF (kg)	Edad (d)
S	10	376±53,1	521±84,9
E	10	395±55,7	431±158,9
U	10	280±70,8	353±31,1
R	10	207±29,2	366±15,0
O	10	270±35,7	2706±753,4
P	10	233±33,5	2599±928,6

Tabla 2.- Regresión *stepwise* entre la nota de conformación (variable y) y las diferentes medidas morfológicas (variables x) del total de canales estudiadas (n=60).

Step	V. Independiente (x)	r ²	RSD
1	Compacidad _{TP}	0,82	2,13
2	PCF/L	0,89	1,65
3	P ₁	0,91	1,52
4	h/d	0,93	1,38

Compacidad_{TP}: $0,28 \cdot P_2 / \sqrt{A_1}$ (P₂: perímetro tercio posterior; A₁: área del tercio posterior); PCF: peso canal fría; L: longitud de la canal; P₁: perímetro de la canal; d: distancia entre extremos de la curvatura del tercio posterior; h: altura hasta el vértice del tercio posterior.

Tabla 3.- Regresión *stepwise* entre la nota de conformación (variable y) y las diferentes medidas morfológicas (variables x) de las canales de tipo ternera y añojo (n=40)

Step	V. Independiente (x)	r ²	RSD
1	PCF/L	0,74	1,58
2	h/d	0,81	1,39
3	A ₁ /A ₂	0,83	1,31

PCF: peso canal fría; L: longitud de la canal; d: distancia entre extremos de la curvatura del tercio posterior; h: altura hasta el vértice del tercio posterior; A₁: área del tercio posterior; A₂: área del rectángulo que engloba el tercio posterior.

Tabla 4.- Regresión *stepwise* entre la nota de conformación (variable y) y las diferentes medidas morfológicas (variables x) de las canales de vacuno mayor (n=20)

Step	V. Independiente (x)	r ²	RSD
1	P ₃	0,68	0,79
2	Compacidad _{TP}	0,77	0,68
3	h/d	0,83	0,62

P₃: perímetro abertura caudal; Compacidad_{TP}: $0,28 \cdot P_2 / \sqrt{A_1}$ (P₂: perímetro tercio posterior; A₁: área del tercio posterior); d: distancia entre extremos de la curvatura del tercio posterior; h: altura hasta el vértice del tercio posterior.

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LOS PERFILES EN LA CALIFICACIÓN SEUROP DE LAS CANALES BOVINAS MEDIANTE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

F. Goyache^{a*}, P. Alberti^b, I. Fernández^a, G. Ripoll^b, F. Lahoz^b, J.L. Olleta^c, B. Panea^c, C. Sañudo^c, A. Bahamonde^d y J. Díez^d

^aSERIDA-Somío, C/ Camino de los Claveles 604, 33203 Gijón; ^bCITA de Aragón, Apdo. 727. 50080 Zaragoza; ^cDepartamento de Producción Animal. Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza; ^dCentro de Inteligencia Artificial. Universidad de Oviedo en Gijón, Campus de Viesques, 33271 Gijón *e-mail: fgoyache@serida.org

INTRODUCCIÓN

Las reglas de calificación SEUROP de la conformación de las canales bovinas son de utilización obligatoria en todo el territorio de la Unión Europea. Análisis previos (DÍEZ et al., 2003) han demostrado que los criterios para su aplicación práctica no son los mismos para todo el rango de pesos en el que está prevista su utilización y que el comportamiento para la clasificación de canales bovina es altamente no lineal. Por otra parte, la necesidad de evaluar los perfiles de la canal provoca que la clasificación no pueda realizarse de forma totalmente objetiva, lo que puede afectar a la confianza de los mercados e impide la normalización de los productos. Las técnicas de Aprendizaje Automático (AA) permiten analizar el comportamiento de los calificadores ante la canal (GOYACHE et al., 2001). Por otra parte, DÍEZ et al. (2004) consideran que la no linealidad de la calificación de productos alimentarios se debe tanto a la heterogeneidad de los productos a evaluar como a las diferencias entre evaluadores, por lo que la congruencia de los criterios de calificación debe realizarse en conjuntos homogéneos diseñados para reducir las diferencias entre evaluaciones. El presente trabajo pretende obtener información sobre la influencia de los perfiles de las canales bovinas en la calificación de la conformación de canales bovinas SEUROP. Este trabajo ha sido financiado mediante los proyectos INIA-RTA01-106 y MEC-FEDER-TIC2001-3579.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 101 canales de añajos de 7 razas bovinas españolas: Asturiana de la Montaña (15), Asturiana de los Valles (16), Avileña-Negra Ibérica (19), Morucha (3), Parda Alpina (3), Pirenaica (38), Retinta (3) y Rubia Gallega (3). El cebo de los animales fue *ad libitum* con paja de cereales y concentrado. La calificación de la conformación SEUROP (\pm) se obtuvo por consenso de dos calificadores expertos. Cada clase de conformación se puntuó numéricamente de 1 (P) a 6 (S). Los signos + y - se consideraron como +0,25 o -0,25 puntos de conformación respectivamente, sobre la puntuación de la clase correspondiente. Se realizaron tres fotografías digitales de cada canal en vistas dorsal, medial y lateral. Esas fotografías se procesaron mediante la aplicación informática descrita en DÍEZ et al. (2003) marcándose en cada canal 21 puntos y 5 perfiles para obtener las siguientes dimensiones y perfiles de cada canal: anchura del muslo, longitud del muslo, longitud de la pierna, longitud de la espalda, anchura de la espalda, altura lateral de la espalda, longitud del lomo, anchura anterior del lomo, anchura posterior del lomo, anchura lateral del lomo en la cadera, anchura lateral del lomo en la cruz,

profundidad del pecho, profundidad del flanco, longitud de la canal, perfil de la pierna, perfil de la espalda, perfil de la tapa, perfil de la cadera, perfil del muslo y perfil del morrillo. Estos 20 atributos, con la adición o no del peso de la canal, se utilizaron para el aprendizaje la nota de conformación.

La linealidad de la nota de conformación en la base de datos se probó mediante la comparación de la regresión lineal con los algoritmos de AA Cubist (2000) y M5' (Quinlan, 1993). El rendimiento de los métodos de aprendizaje se estimó por validación cruzada y los resultados se interpretaron como desviación absoluta media (*mad*) de la función *f* aprendida mediante regresión calculada

como
$$mad = \frac{1}{|TS|} \sum |f(x) - x_{class}| \quad \forall x \in TS$$
, donde *TS* es el conjunto de prueba. La relevancia de los atributos se probó para encontrar el conjunto de aprendizaje con la mejor ratio entre error de predicción y número de atributos utilizados. Para ello se redujo gradualmente el número de atributos mediante la eliminación del menos relevante en cada iteración. Los nuevos conjuntos de aprendizaje se probaron mediante validación cruzada interpretada como *mad*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis preliminares (Tabla 1) mostraron la linealidad de la respuesta al aprendizaje de la nota de conformación, por lo que posteriormente los conjuntos de entrenamiento se probaron exclusivamente mediante regresión lineal. La Figura 1 muestra la variación de la *mad* obtenida con los conjuntos de entrenamiento que incluían o no el peso de la canal cuando el atributo menos relevante era eliminado. Los errores fueron mayores cuando no se consideraba el peso de la canal. Las menores *mad* se obtuvieron con conjuntos de entrenamiento de 5 atributos incluyendo el peso canal (*mad* = 0.289) y con 6 y 5 atributos en los conjuntos que no lo incluían (respectivamente, 0.374 y 0.375). La Tabla 2 describe los 5 atributos utilizados en los 'mejores' conjuntos de entrenamiento. Cuando se incluía el peso de la canal en el conjunto de entrenamiento, éste resultó ser el más relevante mientras que cuando no se consideró el atributo más relevante fue la anchura del muslo. En todo caso no se utilizaron perfiles para el aprendizaje de la nota de conformación, por lo que se apunta la posibilidad de diseñar sistemas objetivos de clasificación para las canales de añojo. Será necesario profundizar en los umbrales que permiten separar canales de diferentes categorías.

Tabla 1: Errores absolutos medios y número de funciones seleccionadas para la realización de predicciones de casos desconocidos de calificación SEUROP de canales bovinas mediante regresión lineal y dos algoritmos de Aprendizaje Automático. Los resultados, computados como desviación absoluta media (*mad*) se han obtenido mediante validación cruzada.

Método	<i>mad</i>	Número medio de funciones utilizadas
Regresión lineal	0,316	1,0
Cubist	0,336	2,6
M5'	0,315	1,0

Figura 1: Desviación absoluta media (*mad*) obtenida mediante el análisis de los conjuntos de entrenamiento que incluían el peso de la canal (círculos) o no (cuadrados) cuando el atributo menos relevante era eliminado del conjunto de entrenamiento.

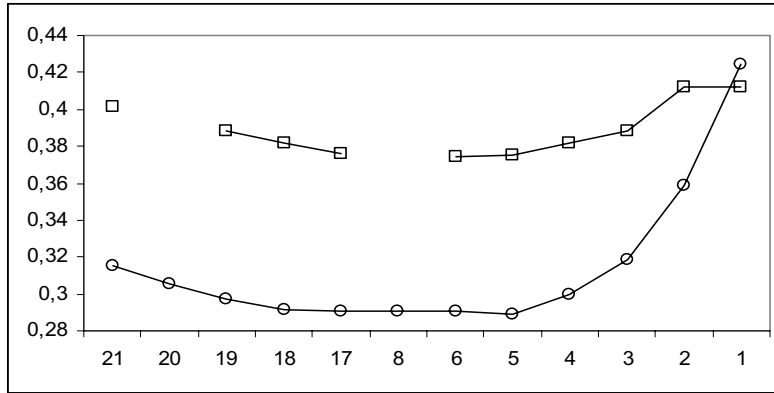


Tabla 2: Descripción de los atributos utilizados en el aprendizaje de la nota de conformación cuando solo se consideraron 5 atributos en los conjuntos de aprendizaje.

Conjunto de entrenamiento	Lista de atributos	mad
Con peso de la canal	Anchura del muslo, Longitud del muslo, Profundidad del pecho, Longitud de la canal, Peso de la canal	0,289
Sin peso de la canal	Anchura del muslo, Anchura lateral del lomo en la cadera, Anchura lateral del lomo en la cruz, Anchura de la espalda, Profundidad del pecho	0,375

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUBIST (2000): Release 1.09, <http://www.rulequest.com/cubist-info.html>
- DÍEZ, J., BAHAMONDE, A., ALONSO, J., LÓPEZ, S., DEL COZ, J.J., QUEVEDO, J.R., RANILLA, J., LUACES, O., ALVAREZ, I., ROYO, L.J., GOYACHE, F. 2003 Artificial Intelligence techniques point out differences in classification performance between light and standard bovine carcasses. *Meat Science*, 64:249-258.
- DÍEZ, J., BAYÓN, G.F., QUEVEDO, J.R., DEL COZ, J.J., LUACES, O., ALONSO, J., BAHAMONDE, A. 2004 Discovering relevancies in very difficult regression problems: applications to sensory data analysis. *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI '04)*, Valencia, Spain, 22-27 August.
- GOYACHE, F., BAHAMONDE, A. ALONSO, J., LÓPEZ, S., ALONSO, J., DEL COZ J.J., QUEVEDO, J.R., RANILLA, J., LUACES, O., ALVAREZ, I., ROYO, L.J., DÍEZ J. 2001. The usefulness of Artificial Intelligence techniques to assess subjective quality of products in the food industry. *Trend in Food Science & Technology*, 12: 370-381.
- QUINLAN, J. R. (1993): Combining instance-based and model-based learning. En *Proceedings Tenth International Machine Learning Conference*. Amherst, MA: Morgan Kaufmann.

CEBO DE TERNEROS EN PRADERAS DE ALFALFA: EFECTO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS DE MANEJO SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

M. Blanco, G. Ripoll, J. Margalef, P. Albertí, I. Casasús, M. Joy

Unidad de Tecnología en Producción Animal.
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Apdo. 727,50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La incorporación de forrajes en las dietas de cebo de ganado vacuno puede modificar diferentes aspectos de calidad del producto, con distintas repercusiones sobre los eslabones de la cadena de comercialización, desde el productor hasta el consumidor. Blanco et al. (2005) han presentado los efectos de tres alternativas de manejo de terneros de raza Parda de Montaña en cebo sobre sus rendimientos técnicos y económicos. En este trabajo, se presentan los efectos de dichos manejos sobre la calidad de la canal y de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 21 terneros de raza Parda de Montaña, de igual edad y peso al inicio del ensayo. Tras el destete, los animales se repartieron en tres lotes, con diferente manejo durante todo el periodo de cebo. Un grupo de animales se cebó de forma convencional en establo, con pienso comercial y paja a voluntad (lote INT). Otro lote se mantuvo hasta el sacrificio en praderas de alfalfa, con una suplementación de 2 kg de cebada/cabeza/día (lote ALF). El tercer lote permaneció en pastoreo en idénticas condiciones, y tuvo una fase de acabado en establo de 60 días, con pienso comercial y paja a voluntad (lote ALF+ACB).

Los animales se sacrificaron en un matadero comercial al alcanzar el peso objetivo de 450 kg. Tras 24 horas de refrigeración, se determinaron el estado de engrasamiento (escala de 1⁻ a 5⁺) y la conformación de la canal (escala SEUROP, transformada a 18 puntos). En este momento se midió el color de la grasa subcutánea en la zona lumbar con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d (luminosidad L*, índice de rojo a* e índice de amarillo b*), a partir de los cuales se calcularon la Saturación (C*) y el Tono (H*). Se cortó una pieza de la 5^a a la 13^a costilla torácica, de la cual se extrajo la 10^a costilla completa para realizar la disección, y el músculo *longissimus thoracis* del resto de las costillas, fileteado para los distintos análisis instrumentales.

El pH último (24h) de la carne se midió en un filete de *longissimus thoracis*. El cálculo de las pérdidas por goteo se realizó en un filete de 1.5 cm de grosor envuelto en una malla plástica, dentro de una bolsa de plástico y suspendido durante 24 h a 4^o C en frigorífico. La evolución del color del músculo se midió en dos filetes de 2.5 cm de espesor alojados en una bandeja, cubiertos con un film permeable al oxígeno y refrigerados a 4^oC en oscuridad. En ellos se registró el color en el corte y a los 15 minutos, 4, 24 y 48 horas, 4, 7, 11 y 14 días de oxidación. La dureza de la carne se analizó mediante una célula Warner-Bratzler en un filete de 3.5 cm de espesor, envasado al vacío, madurado 1, 8 y 15 días y cocido en baño maría (70^oC, 45').

Sobre la 10^a costilla se determinó el área del músculo (cm²) con un planímetro digital, y la composición tisular mediante disección. La composición química de la carne se determinó sobre muestras de músculo liofilizadas y molidas.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (proc GLM) (SAS v.

8.02, SAS Inst. Inc, Cary, NC, EE.UU.), considerando el lote como efecto fijo. Se presentan las medias mínimo-cuadráticas y el error standard de la diferencia (e.s.d.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de las canales producidas se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas en el peso al sacrificio ni en el peso, rendimiento, conformación (U) o estado de engrasamiento de las canales (2), aunque hubo una tendencia a un menor engrasamiento de las canales procedentes de pasto ($p=0.13$). El color de la grasa subcutánea fue significativamente diferente entre lotes, más blanca en los animales del lote INT y más crema/amarillenta en los animales de los lotes que habían pastado (ALF+ACB y ALF), como resultante de una mayor concentración de pigmentos como los carotenos, de carácter lipófilo, que se encuentran en alta proporción en el pasto verde.

Los parámetros de calidad instrumental de la carne se presentan en la Tabla 2. No hubo diferencias entre lotes en el pH último ni en las pérdidas de agua. Tampoco las hubo en la textura, ya que la dureza presentó valores similares y se redujo al mismo ritmo durante la fase de maduración, aunque en otros trabajos (Geay et al., 2001) se indica que la carne procedente del pasto puede ser más dura.

Tampoco hubo diferencias en color del músculo en ningún momento, observándose un mismo ritmo de reducción de la luminosidad y aumento del tono durante la maduración. Estos resultados contrastan con los indicados por Priolo et al. (2001), que refieren un color más oscuro y menos brillante en animales cebados en pasto, debido principalmente a diferencias en pH y contenido en grasa intramuscular, o la indicación de Geay et al. (2001) de una mayor estabilidad del color originada por los antioxidantes naturales del pasto.

La composición tisular de la 10ª costilla y la composición química del músculo se presentan en la Tabla 3. Los animales de lote ALF presentaron una menor proporción de grasa subcutánea e intermuscular que los del lote INT, con una mayor proporción de hueso y valores algo superiores de músculo, siendo los datos del lote ALF+ACB más similares a los de cebo convencional.

El contenido en grasa intramuscular también fue inferior en el lote ALF, mientras que en los terneros que recibieron un acabado (ALF+ACB) el contenido en grasa fue similar a los de cebo convencional (INT). Sin embargo, esta diferencia no tuvo consecuencias sobre el color o la terneza de la carne. Estos valores se encuentran en el rango descrito por Serra et al. (2004) para animales de esta raza.

En conclusión, el cebo de terneros en praderas de alfalfa permite la producción de canales muy similares a las de cebo intensivo en conformación y engrasamiento, si bien se observan diferencias en el color de la grasa subcutánea (más amarillenta) que pueden ser útiles para la identificación del sistema de producción. El menor contenido en grasa y la ausencia de diferencias en la calidad instrumental de la carne pueden suponer una oportunidad para la diferenciación de esta carne natural más magra. La realización de un periodo de acabado tras el pastoreo origina una carne de características intermedias en diversos aspectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco M. et al., 2005. XI Jornadas AIDA Producción Animal.
Geay Y. et al., 2001. *Reproduction Nutrition Development* 41: 1-26.
Priolo A. et al., 2001. *Animal Research* 50: 185-200.
Serra X. et al., 2004. *Meat Science* 66: 425-436.

Tabla 1. Características de la canal.

	INT	ALF	ALF+ACB	e.s.d.	Sign.
Peso sacrificio, kg	455	444	458	16.3	NS
Peso canal, kg	255	251	258	9.9	NS
Rendimiento canal, %	55.9	56.4	56.4	0.96	NS
Conformación (escala 1-18)	11.3	11.9	12.1	0.74	NS
Engrasamiento (escala 1-15)	6.4	5.7	6.0	0.41	NS
Color de la grasa subcutánea					
Luminosidad (L*)	76.05 ^a	73.39 ^b	71.86 ^b	1.09	***
Tono (H*)	82.11 ^a	77.65 ^b	74.91 ^b	2.46	**
Saturación (C*)	10.28 ^c	17.22 ^a	13.18 ^b	1.35	***

Tabla 2. Calidad instrumental de la carne.

	INT	ALF	ALF+ACB	e.s.d.	Sign.
Pérdidas de agua, %	1.16	0.56	1.12	0.45	NS
pH 24 h	5.59	5.54	5.58	0.05	NS
Dureza WB, kg/cm ²					
1 d	2.54	2.40	2.53	0.78	NS
8 d	2.17	2.10	2.14	1.17	NS
15 d	1.88	1.82	1.95	1.04	NS
Luminosidad (L*)					
1 d	42.99	43.31	40.93	1.85	NS
8 d	41.61	42.96	40.25	1.50	NS
15 d	40.65	41.28	39.34	1.64	NS
Tono (H*)					
1 d	44.40	44.58	45.43	2.02	NS
8 d	42.99	42.31	45.34	1.98	NS
15 d	10.93	44.58	43.13	1.86	NS

Tabla 3. Composición tisular de la 10^a costilla y composición química del músculo.

	INT	ALF	ALF+ACB	e.s.d.	Sign.
Area del lomo, cm ²	83.01	78.48	78.99	7.64	NS
Composición tisular					
Hueso, %	14.38 ^b	16.84 ^a	15.97 ^a	0.81	**
Grasa subcutánea, %	2.41 ^b	1.45 ^c	3.46 ^a	0.57	**
Grasa intermuscular, %	12.23 ^a	8.74 ^b	12.15 ^a	1.47	*
Músculo total, %	68.59 ^{ab}	70.68 ^a	65.89 ^b	2.55	0.1
Deshechos, %	2.39	2.28	2.51	0.60	NS
Composición química					
Materia seca, %	24.78 ^{ab}	23.95 ^b	25.36 ^a	0.50	**
Grasa, %	1.84 ^a	0.98 ^b	2.22 ^a	0.43	**
Proteína, %	22.75	22.64	22.65	0.74	NS
Cenizas, %	0.47	0.44	0.5	0.03	NS

Agradecimientos: al personal laboral del CITA, de Mercazaragoza y de BIMARCA S.A., por su colaboración técnica. Financiación procedente de INIA (proyecto RTA 03-031), MCYT (proyecto AGL 2002-00027) y Gobierno de Aragón (Grupo Consolidado "Calidad y Tecnología de la Carne").

EFFECTO DEL DESTETE PRECOZ SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE TERNEROS PRODUCIDOS EN CONDICIONES DE MONTAÑA

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

Unidad de Tecnología en Producción Animal

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Apdo 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El destete precoz se ha planteado como una alternativa para mejorar el crecimiento y la calidad de la canal y la carne de vacuno (Myers *et al.*, 1999). Sin embargo, esta mejora no ha sido confirmada en otros estudios (Schoonmaker *et al.*, 2001). Blanco *et al.* (2005) han presentado los rendimientos técnico-económicos del destete precoz y tradicional de terneros nacidos en primavera en zonas de montaña. En este trabajo se presentan las consecuencias del destete precoz de los terneros sobre la calidad de la canal y la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 terneros machos nacidos en primavera, que se destetaron a la edad de 90 (lote D90, n=7) o 180 días (lote D180, n=8). Los terneros del lote D90 recibieron concentrado de iniciación a voluntad durante la lactación, mientras que los del lote D180 no lo recibieron y durante el verano pastaron con sus madres en puertos de montaña (90 a 180 d). Después del destete, todos los terneros se cebaron según el sistema clásico del valle de Ebro y en gran parte de España, con paja y concentrado a voluntad hasta la edad de un año.

- Se registraron los pesos en vivo en el día de sacrificio y también los de la canal fría tras el faenado y un día de oreo para determinar el rendimiento canal
- Se valoraron visualmente el estado de engrasamiento en una escala de 1 a 5 y la conformación de la canal según la escala SEUROP (R. CEE nº 2930)
- Se determinaron el color de la grasa subcutánea y el pH del músculo *Longissimus thoracis* 24 h después del sacrificio, y la evolución del color del mismo músculo al corte y a los 15 minutos, 4, 24 y 48 horas, 5 y 7 días después del corte con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d.
- Se evaluó la textura instrumental de la carne después de una maduración de 7 días con una célula Warner-Bratzler.
- Se determinó la composición química del músculo: contenido en materia seca, proteína, grasa y cenizas según la metodología de la AOAC (1995).

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (proc GLM) (SAS v. 8.02, SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE.UU.), considerando el lote como efecto fijo. Se presentan las medias mínimo-cuadráticas y el error estándar de la diferencia (e.e.d.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de la canal se muestran en la Tabla 1. No aparecieron diferencias significativas en el peso al sacrificio (503 vs. 479 kg, lote D90 y lote D180, respectivamente). Sin embargo los terneros que no habían pastado (lote D90) tuvieron mayor rendimiento canal, dando lugar a canales más pesadas, al igual que lo encontrado por Williams *et al.* (1975) en terneros destetados precozmente. Cuando se sacrificaron los terneros a espesor de grasa fija Myers *et al.* (1999) también encontraron un mayor rendimiento canal en los terneros destetados precozmente y que habían pastado menos tiempo. Estos resultados contrastan con

los datos de Schoemaker *et al.* (2001), que no encontraron diferencias en el rendimiento canal ni en el peso canal. En el presente estudio no aparecieron diferencias significativas en el engrasamiento y conformación de la canal, aunque Myers *et al.* (1999) y Williams *et al.* (1975) encontraron que el destete precoz mejoraba la conformación de las canales.

Tampoco aparecieron diferencias en el color y el tono de la grasa subcutánea (Tabla 2) o el pH final del músculo (Tabla 3), como en los terneros en compensación y crecimiento continuo estudiados por Muir *et al.* (2001).

El Gráfico 1 muestra la evolución de la luminosidad (L^*) y tono de la carne (H^*). Desde el momento de corte hasta las 4 horas la luminosidad no mostró diferencias significativas, ya que se apreció una gran variabilidad. Sin embargo, a partir de las 24 horas se uniformizaron los valores, y se mantuvo una mayor luminosidad en los terneros destetados a 180 días. El tono de la carne presentó diferencias durante todo el periodo, con valores superiores en el lote D180, mientras que no aparecieron diferencias ni en el índice de rojo (a^*), en el índice de amarillo (b^*) ni en la saturación de la carne. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Barker-Neef *et al.* (2001).

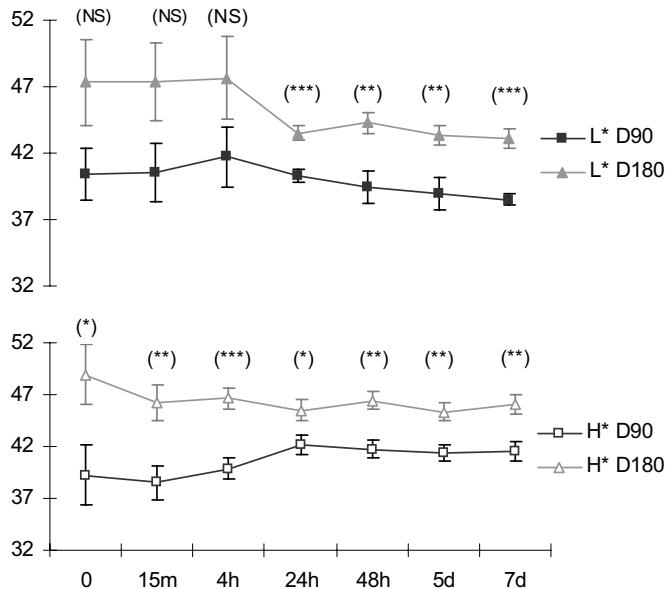


Gráfico 1. Evolución de la luminosidad (L^*) y el tono (H^*) de la carne

Con respecto a la dureza del músculo y su composición química, tampoco el destete precoz produjo diferencias significativas (Tabla 3). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Ryan *et al.* (1993) y Schoonmaker *et al.* (2001). En composición química, Cerdeño *et al.* (2001) no encontraron diferencias debidas a la edad de destete en terneros Pardos en materia seca, proteína y cenizas, aunque encontraron una tendencia a un mayor porcentaje de grasa en los terneros destetados a 7 meses, confirmando lo encontrado por Barker-Neef *et al.* (2001).

En conclusión, el destete precoz, aunque modifica las pautas de crecimiento, no afecta de manera significativa a la calidad de la canal y de la carne en los terneros Pardos de Montaña criados en zonas de montaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (1995). Assoc. Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, VA. EE.UU.
 Barker-Neef *et al.* (2001) J. Anim. Sci 79: 2762-2769.
 Blanco *et al.* (2005). XI Jornadas sobre Producción Animal de AIDA.
 Cerdeño *et al.* (2001). ITEA 22: 523-525.
 Muir *et al.* (2001). Anim. Sci. 72: 297-308.
 Myers *et al.* (1999). J. Anim. Sci. 77: 300-310.
 Ryan *et al.* (1993). Austr. J. Agric. Res. 44: 1623-1633.
 Schoonmaker *et al.* (2001). J. Anim. Sci. 79: 1074-1084.
 Williams *et al.* (1975). J. Anim. Sci. 41: 1525-1531.

Tabla 1. Características de la canal

Lote	D90	D180	e.e.d.	Efecto
Peso canal (kg)	290	270	10.4	0.07
Rendimiento canal (%)	56.9	55.2	0.65	*
Conformación (1-5)	3.7	3.7	0.24	NS
Engrasamiento (1-5)	2.0	2.0	0.00	NS

Tabla 2. Color de la grasa subcutánea medida a las 24 horas del sacrificio

Lote	D90	D180	e.e.d.	Efecto
L*	74.83	76.00	1.21	NS
A*	1.85	0.99	0.46	NS
B*	10.39	10.11	0.73	NS
Tono	80.44	84.33	2.14	NS
Saturación	10.58	10.17	0.77	NS

Tabla 3. Características de la carne

Lote	D90	D180	e.e.d.	Efecto
pH 24h	5.74	5.69	0.08	NS
Dureza (kg/cm ²)	2.09	1.98	0.16	NS
Esfuerzo (kg/cm ²)	5.86	6.83	0.82	NS
Composición química (% MF)				
Materia seca	27.39	27.34	0.30	NS
Grasa bruta	2.65	2.19	0.31	NS
Proteína bruta	23.79	23.51	0.50	NS
Cenizas	0.27	0.26	0.00	NS

Agradecimientos: al personal de la Finca Experimental La Garcipollera, la Sociedad Cooperativa Limitada Agropecuaria del Sobrarbe, Mercazaragoza y BIMARCA S.A., por su colaboración técnica. Financiación procedente de Gobierno de Aragón (Ayudas a la Transferencia de Tecnología Agraria), INTERREG IIIA y MCyT (proyecto AGL 2002-00027).

EFFECTO DEL ACABADO EN TERNEROS ECOLÓGICOS RETINTOS Y CHAROLÉS X RETINTO SOBRE LOS PARÁMETROS DE ENGRASAMIENTO

García Torres, S.; López Parra, M^a M.; Espejo Díaz, M.; Robles Lobo, A.; Blanco Martín, T. e Izquierdo Cebrián, M.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca "La Orden". 06071-Guadajira (Badajoz)

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ecológica en España han tenido un gran desarrollo desde el año 1995 habiéndose incrementado notablemente la superficie dedicada a ésta (MAPA, 2000). Según ésta misma fuente, Extremadura que es la Comunidad con mayor número de productores ecológicos. Los sistemas de producción extensivos tradicionales, la climatología y el patrimonio genético de razas autóctonas, rústicas y adaptadas al medio, hacen que el desarrollo de la ganadería ecológica sea de fácil implantación dado que el ecosistema natural de dehesa posibilita la conversión a un sistema ecológico y por tanto la producción de carne ecológica es una opción interesante para el desarrollo económico de la región.

Considerando que hay factores importantes que deben ser estudiados, como son la composición de la dieta, la capacidad de ingestión del animal, el índice de conversión del pienso, etc., y considerando también, el ajustado margen económico y el alto riesgo que supone el cebo de terneros, nuevos estudios deben realizarse al objeto de optimizar el proceso de cebo, teniendo en cuenta todas las razas de la dehesa y que en los acabados a hierba las canales están faltas de grasa se planteó como objetivo estudiar la fase final de cebo para mejorar el engrasamiento pues este es un defecto que los mataderos achacan a los terneros alimentados a pasto (Zea y Díaz, 1990).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispusieron en una dehesa ecológica parcelada un total de 38 terneros en dos rebaños diferentes: el rebaño 1 formado por 20 hembras procedentes de cruce industrial Charolés x Retinto y el rebaño 2 formado por 18 machos Retintos puros. Todos los animales dispusieron de hierba y de un tolva con pienso ecológico *ad libitum* como suplemento. Una vez que alcanzados los 360 kg de peso los animales se acabaron con pienso ecológico: la mitad de forma restringida y la otra mitad dispusieron de pienso ecológico *ad libitum*. Una vez alcanzado el peso fijado, (460 para el rebaño 1 y 500 kg para el rebaño 2) se procedió al mismo sacrificio siguiendo la normativa vigente por desangrado. Las canales se almacenaron en cámara a 2-3°C durante 7 días, tiempo mínimo recomendado para la maduración de la carne de vacuno (Campos, 1999). A las 24 horas del sacrificio se extrajo y se pesó la grasa pélvica de ambas medias canales, se clasificó la canal en cuanto a conformación y engrasamiento siguiendo la normativa SEUROP, y se determinó el color de la grasa subcutánea de forma subjetiva y física mediante colorímetro Minolta CR-200 (L* a* b*). Tras 7 días de maduración de la canal, se procedió al despiece de la canal calculándose el porcentaje de grasa tanto del cuarto delantero como del cuarto trasero. Posteriormente, se valoró la cantidad de grasa intramuscular de la carne del *longissimus thoracis* siguiendo la normativa ISO R-1443. Toda la metodología utilizada se encuentra descrita en Cañeque y Sañudo (2001). Los datos fueron analizados usando el procedimiento GLM (SAS, 1998). En el modelo se analizó el efecto del sistema de acabado, Restringido y *Ad libitum* en cada uno de los rebaños estudiados así como el efecto del rebaño en las diferentes variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los parámetros cuantitativos referidos a la grasa (tabla 1), se observa que en todos hay diferencias altamente significativas entre rebaños, siendo mayores los valores encontrados en el rebaño 1, que corresponde a los terneros hembras de Retintos cruzados con Charolés. En este sentido está ampliamente documentado en la bibliografía que las hembras dan lugar a canales más engrasadas que los machos (López et al. 1986; Brea et al. 1998; Montserrat et al, 2002; Carballo et al., 2003). Los resultados obtenidos para el rebaño 2 en cuanto a porcentaje de sebo tanto del

cuarto delantero como trasero están acordes con los obtenidos en Retintos ecológicos anteriormente en nuestro equipo (García-Torres et al., 2002). Se observa que los sistemas de acabados propuestos, tanto restringido como *ad libitum*, favorecieron estos parámetros como se observa al compararlos con resultados obtenidos en terneros ecológico sin suplemento de pienso (García-Torres et al., 2002, 2003). Por otra parte, el sistema de acabado mostró diferencias significativas en la cantidad de grasa de riñonada ($p < 0,001$) que fue superior en los animales acabados *ad libitum*, así como en la valoración del grado de engrasamiento ($p < 0,01$; 3+ vs 3). También mostraron diferencias significativas tanto en el porcentaje de sebo del cuarto delantero como del cuarto trasero. En ambos parámetros los porcentaje fueron superiores en los terneros acabados *ad libitum*. En cuanto al porcentaje de grasa intramuscular se repite la misma diferencia aunque en este caso la significación es menor. Al estudiar las posibles interacciones, únicamente se encontraron diferencias significativas en la cantidad de grasa de riñonada ($p < 0,01$) y en el porcentaje de sebo del cuarto delantero ($p < 0,01$). Los resultados se presentan en los gráficos 1 y 2. Los resultados obtenidos sobre los parámetros del color (Tabla 2) mostraron diferencias significativas entre los rebaños estudiados. Así la apreciación subjetiva del color de la grasa subcutánea mostró un color de la grasa cremoso en las canales del rebaño 1 frente a las del rebaño 2 cuya grasa subcutánea se calificó cremosa aunque más clara. Esta apreciación se ve refrendada por la medición física del color de la grasa subcutánea y así, resulta que la luminosidad (L^*) es mayor en el rebaño 2 y el índice de amarillo (b^*) es mayor en el rebaño 1. En cuanto a las diferencias entre los sistemas de acabado únicamente se encuentran diferencias en el índice de rojo (a^*), que resulta mayor en los animales acabados con el sistema *ad libitum*. Dado que la producción de carne ecológica da lugar a una escasa de grasa, que es necesaria para obtener unos buenos resultados en cuanto a palatabilidad, aroma y ternura de la carne, factores todos que son sumamente apreciados por el consumidor, el acabado de los terneros con pienso, siempre dentro de la normativa ecológica, mejora las deficiencias antes mencionadas, obteniéndose mejores resultados en los terneros acabados con pienso *ad libitum*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ◆ Brea, T.; García, J.; Montserrat, L.; Sánchez, L. y Carballo, J.A. (1998). "Modelización, crecimiento y rendimiento potencial de machos y hembras de raza Rubia Gallega". Memoria CIAM 94-96. Ed: Cosellería de Agricultura. Xunta de Galicia:313-329. ◆ Carballo, J.A.; Oliete, B.; Moreno, T.; Varela, A.; Montserrat, L.; Sánchez, L.(2003). "Caracterización de las canales de los añojos acogibles a la IGP "Tertera Gallega": Efecto de la conformación". ITEA vol. Extra, nº 24-Tomo I, 16-18.
- ◆ Campo, M.M.; Sañudo, C.; Panea, B.; Alberti, P., Santolaria, P. (1999). Meat Science 51:383-390 ◆ Cañeque, V. y Sañudo, C. (2001). "Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes." Monografías INIA: Ganadera nº1. ◆ García- Torres, S.; Robles Lobo, A.M^a; López Parra, M^aM.; Espejo Díaz, M. y Izquierdo Cebrián, M. (2002). "Estudio comparativo del rendimiento cárnico en vacuno de dehesa bajo sistemas de producción ecológico y convencional". V Congreso de la SEAE. I Congreso Iberoamericano de Agroecología. Pp. 1179-1189. ◆ García- Torres, S., López Parra, M^aM.; Robles Lobo, A.M^a, Izquierdo Cebrián, M. y Espejo Díaz, M. (2003). "Despiece y características de la canal de terneros de razas rústicas de la dehesa en dos sistemas de producción". ITEA vol. Extra, nº 24-Tomo I, 13-15. ◆ López de Torre, G.; Benito, J.; Vasco, P.; García, L.J.; Albarran, F. (1986). "Efecto del peso de sacrificio sobre el índice de conversión y de las características de la canal en terneros de raza Retinta y CharolaisxRetinta". ITEA, 64: 68-76. ◆ MAPA (2000). "Agricultura ecológica en España". Dirección gral. De Alimentación pp.23. ◆ Montserrat, L.; Carballo, J.A.; Sánchez, L.; Varela, A.; Oliete, B. (2002). "Composición de la canal de los terneros de raza Rubia Gallega sacrificados sin destetar: Efecto de la extensificación del manejo". Actas IX Congr. FeMeSPRum.: 175-179. ◆ Zea, J. y Díaz, M^a D. (1990). Producción de carne con pastos y forrajes".Ed. Mundi-Prensa, pp 389.

Tabla 1. Medias y error estándar de los diferentes parámetros referidos a la cantidad de grasa de terneros ecológicos en dos sistemas de acabado

Parámetros	Rebaños		Sistemas de Acabado		Niveles de significación		
	Rebaño 1	Rebaño 2	Restringido	Ad libitum	Rebaños	Sist. acabado	Interacciones
Grasa de riñonada (kg)	4,28±0,30	1,93±0,28	2,14±0,26	4,16±0,32	***	***	**
Grado de engrasamiento	10,05±0,32	6,71±0,34	7,77±0,31	9,00±0,36	***	***	ns
% grasa cuarto delantero	4,22±0,16	2,10±0,19	2,80±0,19	3,57±0,16	***	***	**
% Grasa cuarto trasero	4,99±0,26	2,71±0,29	3,25±0,25	4,46±0,3	***	***	ns
%Grasa intramuscular	1,65±0,11	1,063±0,098	2,14±0,26	4,16±0,32	***	*	ns

Tabla 2. Medias y error estándar de los diferentes parámetros del color de la grasa de terneros ecológicos en dos sistemas de acabado

Parámetros	Rebaños		Sistemas de Acabado		Niveles de significación		
	Rebaño 1	Rebaño 2	Restringido	Ad libitum	Rebaños	Sist. acabado	Interacciones
Color grasa	3,18±0,13	2,79±0,14	3,03±0,13	2,94±0,14	*	ns	ns
L*	57,04±1,95	63,37±2,06	60,56±1,89	59,85±2,11	*	ns	ns
a*	9,63±1,92	6,54±2,02	5,07±1,86	11,10±2,07	ns	*	ns
b*	13,19±0,75	9,75±0,79	10,93±0,73	12,02±0,81	**	ns	ns

Gráfico 1. Cantidad de grasa de riñonada (kg)

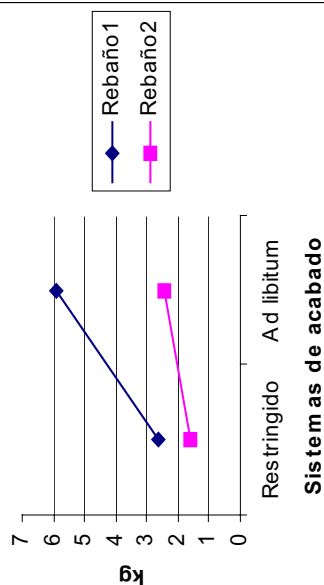
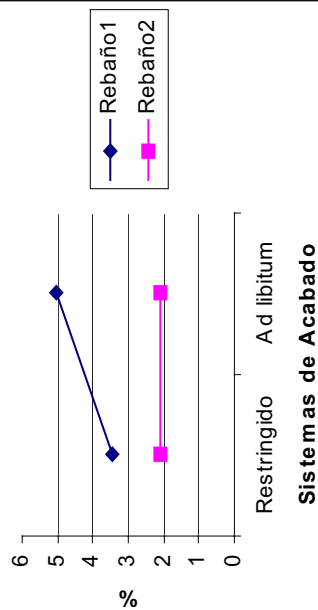


Gráfico 2. Porcentaje de grasa del cuarto delantero de la canal



ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CONDICIÓN SEXUAL SOBRE EL PH Y TEMPERATURA DE LA CARNE DE MESTIZOS BRAHMAN A LAS 0 Y 24 HORAS POSTSACRIFICIO

Colmenarez, D¹.; Pargas, H¹.; Meléndez, S¹.; Ciria, J².

¹ Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela. ² Área de Producción Animal. Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria. Universidad de Valladolid.42004-Soria. España. jciria@agro.uva.es

INTRODUCCIÓN

La calidad de la canal y de la carne de los rumiantes esta influenciada por numerosos factores, tales como: transporte (tipo de vehículo, densidad de animales, duración), descarga, permanencia de los animales en los mataderos, tipo de corrales, clima, raza, entre otros. En tal sentido, Ciria y Asenjo (2000), tras una amplia revisión, señalan que el tipo genético, alimentación, sexo, edad, manejo durante la cría y en la fase previa al sacrificio, estación del año, etc., afectan dicha calidad. En Venezuela, el bajo control de estos factores amenazan constantemente a la calidad organoléptica, tecnológica y sanitaria de la carne de los animales de abasto, por cuanto no existen regulaciones o leyes conducentes a brindarles a dichos animales unas condiciones mínimas previo al sacrificio, tal como sucede en la Unión Europea y en USA mediante la aplicación del "Bienestar Animal" y la "Ley de matanza Humanitaria (Humane Slaughter act)", respectivamente. Lara, región de Venezuela, en la cual se desarrolló este trabajo, no escapa de esta realidad, caracterizándose por tener un clima semiárido, una temperatura media anual entre 22° y 28° Celsius, precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales y una humedad relativa que fluctúa entre 77-85% (Oficina Central de Información).

Estas condiciones previo al sacrificio desencadenan algunos síndromes, en los cuales están comprometidos, entre otros, el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua de la carne, afectando considerablemente la calidad tecnológica de la misma. En cuanto al transporte, Van De Water et al, (2003), afirman que es un fenómeno altamente estresante para los bovinos. Por último, en Venezuela existe una gran participación del Bos Indicus, especialmente líneas de alto mestizaje Brahman, que son fácilmente excitables por tener un temperamento nervioso, haciéndolos mas susceptibles a sufrir de estrés.

Con el fin de evaluar en el trópico venezolano la influencia de los parámetros presacrificio sobre la calidad de canal y de carne de mestizos Brahman se están llevando a cabo una serie de experimentos. En este estudio se midió el pH y la temperatura inicial y final de los diferentes tipos de animales que llegan al matadero: toretes, vacas, novillas y novillos.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 78 mestizos Brahman machos y hembras. De los machos 38 eran toretes (machos enteros) de 2,5 a 3,5 años y pesos promedio en media canal de 135,6 Kg, 15 novillos (machos castrados) de 2,5 a 3,5 años y pesos promedio de 134,4 Kg. De las hembras 12 eran novillas de 2,5 años y pesos

promedio en media canal de 83,4 Kg, y 13 vacas de 3 a 6 años y pesos promedio de 95,8 Kg. Fueron cargados entre las 2:30 a 5 pm y el tiempo de transporte fue de 4 a 6 horas. La descarga en matadero fue realizada entre las 8:00 y 8:30 pm. Los animales fueron colocados por lotes de descarga en corrales separados por barandas metálicas con libre disponibilidad de agua. El tiempo de espera en matadero fue de 11 a 12 horas.

Tras un duchado con agua fría, los animales fueron aturdidos con pistola de bala cautiva en la región craneal.

Se estimó edad cronológica por las características dentales, y aproximadamente 25 minutos después del aturdimiento del animal, se procedió a tomar el pH y la temperatura inicial (pH 0 y Temp 0). A las 24 horas de refrigeración se repitieron estas medidas (pH 24 y Temp 24) en el músculo Gracilis de la media canal izquierda, mediante un pHmetro 3030N Neukum con electrodo de penetración y sensor de temperatura.

Los datos fueron analizados mediante el modelo lineal general de análisis de varianza del programa SPSS, versión 10.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

La canales de toretes presentaron Temp 0 más bajas ($p < 0,01$) que las vacas, novillas y toretes; diferencias que pueden ser causadas por el estrés presacrificio que afecta de manera diferente a machos y hembras. Sañudo (1992) explica que las hembras de carácter más tranquilo, al sufrir estrés en el momento previo al sacrificio aumentan la temperatura corporal acelerando la degradación del glucógeno y la glucólisis. La cobertura de grasa de las canales puede afectar a la temperatura inicial y final al evitar la dispersión del calor, ya que según Aalhus *et al*, (2001), las canales que tienen coberturas de grasa mas gruesas se enfrían mas lentamente, y los machos enteros por su condición hormonal tienden a depositar menos grasa. Por otro lado, en novillos y vacas la Temp 24 fue más alta ($p < 0,01$) con relación a las novillas y toretes.

Tabla 1.- Valores de pH 0, pH 24, Temp 0, y Temp 24 en mestizos Brahman de distinta condición sexual

	Toretos	Vacas	Novillas	Novillos	SIGNIFICACION
pH 0	6,66 a ±0,21	6,52 a,b ±0,26	6,48 b ±0,15	6,51 b ±0,21	**
pH 24	5,90 a ±0,20	5,85 a ±0,14	5,64 b ±0,08	5,63 b ±0,19	**
Temp 0	35,01 a ±2,22	38,38 b,c ±1,91	37,59 b ±0,60	39,50 c ±0,99	**
Temp 24	3,86 a ±2,36	6,58 b ±1,79	3,09 a ±0,58	9,58 c ±1,93	**

** Diferencias significativas ($p < 0,01$). Letras diferentes en la misma fila implican diferencias significativas entre toretes, vacas, novillas y novillos. ($p < 0,01$)

Los toretes presentaron pH 0 y pH 24 más altos ($p < 0,01$) que el resto de los grupos. Esto podría ser debido a que son físicamente más activos, con un mayor consumo de glucógeno antes del sacrificio (Mojo *et al*, 1998), quizás

justificado por su mayor excitabilidad y por la acusada contracción muscular e hipersecreción de catecolaminas antes del sacrificio (Tarrant, 1981). En animales muy fatigados al sacrificio, el pH desciende poco y lentamente, ya que el glucógeno ha sido utilizado, resultando un pH final elevado (Sañudo, 1992).

Los novillos y novillas presentaron valores más bajos de pH 24 ($p < 0,01$) con relación a las vacas y toretes, sin embargo, la media total de pH 24 (5,79) es superior a la observada en otros estudios (Page *et al*, 2001), lo cual podría estar indicando que las condiciones presacrificio estarían afectando de manera importante las reservas de glucógeno muscular en este grupo de animales.

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio, podemos concluir que la condición sexual tiene influencia en el pH y la temperatura inicial y final de la carne de mestizos Brahman.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALHUS, J. L., JANZ, J.A.M., TONG, A.K.W., JONES, S.D.M., Y W.M. ROBERTSON. 2001. The influence of chilling rate and fat cover on beef quality. *Can. J. Anim. Sci.* 81: 321-330.
- CIRIA, J.; ASENJO, B. 2000. Factores a considerar en el presacrificio y post sacrificio. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA: Ganadera N° 1, pp: 19-45.
- MOJTO, J., DUBRAVICKY, J., PALANSKA, O., LAHUCKY, R. Y K. ZAUJEC. 1998. Comparison of physical activity of socially unstable bulls and steers before slaughter and its effect on meat quality. *Proceedings of the International Congress of Meat Science and Technology (Barcelona, España)*, 44:1044-1045.
- PAGE, J.K., WULF, D.M. Y T.R. SCHWOTZER. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.* 79:678-687.
- SAÑUDO, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina SIA, Zaragoza
- TARRANT, P.V. 1981. The occurrence causes and economic conséquences of dark-cutting in beef. A survey of current information. En: *The problem of dark-cutting beef*. Editado por Hood D.E., Tarrant P.V., Martinus Nijhoff. La Haya. Holanda pp 3-34.
- VAN DE WATER, G., VERJANS, F Y R. GEERS. 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livest. Prod. Sci.* 82: 171–179

AGRADECIMIENTO

A la junta directiva y personal del Matadero Centro Occidental C.A. por la gentileza de permitir que este trabajo se realizara en sus instalaciones, muy especialmente al Sr. Bernardo Riera Ortega.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE AÑOJOS RETINTOS CRIADOS A PASTO Y SACRIFICADOS A 480 Y 550 Kg DE PESO VIVO.

M. Espejo Díaz, S. García Torres, M. M. López Parra y M. Izquierdo Cebrián.
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca "La Orden".
Apartado 22. 06080-Badajoz

INTRODUCCIÓN

La calidad de la canal y de la carne de los terneros están ligadas a la raza y al sistema de producción. Para su estudio se han realizado en el Centro de Investigaciones Agrarias de Extremadura una serie de experimentos sobre los sistemas de acabado de los terneros de la dehesa, entre los que el peso de sacrificio tiene gran importancia (Robles Lobo y col. 1999). El trabajo presente, que se realizó dentro del programa INTERREG II, compara los terneros criados a campo sacrificados a dos pesos usuales en el mercado español. Del mismo, ya se publicó un avance de los resultados sobre los crecimientos y rendimientos (García Torres y col., 1997).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este ensayo se utilizaron 15 terneros machos Retintos puros (8 sacrificados a 460 Kg de peso vivo y 7 a 550 Kg), que fueron destetados a los 200 Kg de peso, y criados a pasto, para lo que se llevaron a una parcela de Dehesa de unas 25 ha. En las épocas de escasez de pasto dispusieron de un suplemento limitado con un 63.64% cebada y un 36.36% de alfalfa.

Los terneros se sacrificaron cuando el peso medio del lote alcanzó el valor previsto en el protocolo. Se utilizó la metodología descrita por Cañeque y Sañudo (2001): En el matadero se pesó la canal caliente y fría, se midieron las canales, se determinó la conformación y el engrasamiento según la clasificación EUROP, se estimó el color de la carne y de la grasa por apreciación visual, y este último mediante colorímetro Minolta. En el laboratorio se determinaron la materia seca, la capacidad de retención de agua, las pérdidas por cocinado y la resistencia al corte determinada por la Carga Máxima mediante un texturómetro Instron 6021 y una célula Warner-Bratzler. Se determinó el color del músculo con colorímetro.

Los datos se analizaron utilizando el programa GLM del SAS. El nivel de significación de las diferencias se presenta en los cuadros con la siguiente nomenclatura: N.S.= No significativas; += $p < 0.10$; *= $p < 0.05$; **= $p < 0.01$ y ***= $p < 0.001$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como indican Zea y Díaz (1991) los factores que más influyen en la calidad de la canal y de la carne son el estado de engrasamiento y el peso.

El cuadro 1 muestra los resultados del estudio de las canales. En él se observa que el peso de sacrificio influyó en la conformación y en el estado de engrasamiento, que fueron superiores en los terneros de 550 Kg, probablemente por estar más próximos

a su madurez fisiológica. La tendencia a incrementarse el engrasamiento y mejorar la conformación con el aumento de peso está en concordancia con resultados obtenidos en esta raza por Robles y col. (1999). Por el contrario, los terneros de 480 Kg tuvieron mejor rendimiento, lo que puede ser debido a un mayor desarrollo del sistema digestivo en los terneros de más edad.

Cuadro 1. Características de las canales

Peso de sacrificio	Rendimiento	Conformación	Engrasamiento	Color de la carne	Color de la grasa
480 Kg	54,38%	7.63 (R)	5.50 (2+)	Rojo Claro	Crema
550 Kg	52,86%	8.71 (R)	7.86(3)	Rojo Claro	Blanco-Crema
Nivel Sig.	*	*	***	N.S.	N.S. (+)

Respecto a las medidas de las canales (cuadro 2) observamos que los animales más pesados presentaron mayores dimensiones, excepto para la longitud y la anchura de la pierna, en las que no se encontraron diferencias significativas, posiblemente debido a que el tamaño de la muestra fue pequeño.

Cuadro 2. Medidas de las canales (cm)

Peso de sacrificio	Longitud de la canal	Profundidad de pecho	Longitud de la pierna	Profundidad de la pierna	Anchura de la pierna	Perímetro de la pierna
480 Kg	135.75	44.00	80.75	39.88	25.25	106.25
550 Kg	141.86	46.14	81.33	47.67	21.00	115.33
Nivel Sig.	**	**	N.S.	***	N.S. (+)	**

En lo que concierne al color de la grasa medido con colorímetro (cuadro 3), se encontraron diferencias en la luminosidad (L*), alcanzando mayor valor en los terneros de 550 Kg, en ambas muestras. El índice de rojo (a*) solo fue significativo en la grasa de riñonada, siendo más elevado en los animales más pequeños. El índice de amarillo (b*) solo mostró diferencias en la grasa externa, siendo mayor también en los terneros de 480 Kg. El pH, se mantuvo a un nivel aceptable (<6), no encontrándose diferencias entre los dos lotes estudiados.

Cuadro 3. Color de la grasa de las canales

Peso de sacrificio	Grasa subcutánea			Grasa perirenal			pH
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
480 Kg	69.75	3.55	19.54	66.88	8.93	11.91	5.71
550 Kg	74.14	6.09	13.14	76.00	5.33	14.83	5.60
Nivel Sig.	**	N.S.(+)	***	*	*	N.S.(+)	N.S.

En las medidas instrumentales de calidad de la carne (cuadro 5) no se encontraron diferencias en la materia seca ni en la capacidad de retención de agua,

sin embargo en los terneros de 480 Kg las pérdidas por cocinado fueron superiores a los de 550 Kg. Los terneros pesados mostraron un mejor índice de terneza, aunque las diferencias solo fueron significativas al 10 %.

Cuadro 4. Medidas instrumentales de la calidad de la carne (%)

Peso de sacrificio	Materia seca	Capacidad de retención de agua	Pérdidas por cocinado	Carga Máxima (newtons)
480 Kg	25.31	18.48	25.01	82.00
550 Kg	24.96	21.96	16.37	62.41
Nivel Sig.	N.S.	N.S.(+)	***	N.S. (+)

Los parámetros de color determinados sobre el *Longissimus thoracis* con colorímetro (cuadro 5) reflejan que no hay diferencias en los índices L* y a*, sin embargo el índice b* (amarillo), fue superior en los terneros de 550 Kg.

Cuadro 5. Índices de Color de la carne en el *Longissimus thoracis*

Peso de sacrificio	L*	a*	b*
480 Kg	38.70	14.95	5.60
550 Kg	38.34	15.47	8.66
Nivel de Significación	N.S.	N.S.	***

De este estudio se deduce que el incremento del peso de sacrificio hasta alcanzar los 550 Kg influye en las características de la canal y de la carne de los terneros Retintos engordados en pastos de dehesa. Los de mayor peso produjeron canales mas pesadas, con mayores dimensiones, mejor conformación y mayor engrasamiento. Las diferencias en características de la carne no fueron muy relevantes. Sería conveniente realizar un estudio económico para conocer si en las condiciones actuales resulta rentable llevar los animales hasta ese peso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- V. CAÑEQUE y C. SAÑUDO, Editores. (2001): "Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes". Monografías INIA: Ganadería nº 1.
- S. GARCÍA TORRES, M. ESPEJO DÍAZ, M. M. LÓPEZ PARRA. M. IZQUIERDO CEBRIÁN Y P. VASCO PÉREZ. (1997). "Sistemas de acabado de terneros en Extremadura". ITEA Extra 18 (I):203-205.
- A. ROBLES LOBO, M. ESPEJO DÍAZ, S. GARCÍA TORRES, M. M. LÓPEZ PARRA, M. IZQUIERDO CEBRIÁN Y A. COSTELA ÁLVAREZ (1999). "Estudio de algunos parámetros de calidad de canal y carne en terneros Retintos sacrificados a distintos pesos" Actas Simposio Internacional sobre Caracterización de los Productos ganaderos de la Dehesa. Mérida, Oct. 1999.
- J. ZEA Y M. D. DÍAZ (1991). "Influencia de los sistemas de producción sobre la calidad de la canal". Bovis 39:29-57.

EFFECTO DEL USO DE GRASAS VEGETALES EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISONES. 1. CALIDAD DE LA CANAL.

Partida, J. A., Olleta, J. L., Campo M. M. y Sañudo, C.
 Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. C/Miguel Servet,
 177. 50013-Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, las grasas de origen animal han sido empleadas como un ingrediente común en la formulación de piensos para ganado. Sin embargo, por razones sanitarias, ha sido prohibido su uso, así como el de harinas y otros productos procedentes de animales en la elaboración de dietas para animales de abasto (BOE, 22 de Diciembre de 2000). De aquí la necesidad de utilizar grasas vegetales que pudieran sustituir las fuentes de lípidos tradicionales. No obstante, y dado que el uso de aceites vegetales en rumiantes puede tener efectos negativos sobre la composición lipídica de la canal y sobre algunas de las características organolépticas de la carne, se realizó el presente trabajo teniendo como **objetivo** determinar el efecto del uso de tres fuentes de grasa (ácidos grasos hidrogenados de aceite de palma y jabones cálcicos de ácidos grasos destilados de aceite de palma) sobre la calidad de la canal de terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 36 machos enteros de raza Frisona, con un peso inicial de 162.5 ± 30 kg y una edad promedio de 6.8 meses, que fueron distribuidos de forma aleatoria en 4 lotes de 9 individuos. Por diversos problemas durante el cebo, solo 31 animales fueron analizados. Los tratamientos experimentales consistieron en 4 dietas (isoenergéticas e isoproteínicas) con aproximadamente 1.03 UFC/kg y 15.46 % de proteína cruda, pero con diferente fuente de grasa (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de grasa incorporada a la dieta y porcentaje de ácidos grasos en los ingredientes evaluados.

Tratamiento	Tipo de grasa	C16	C18	C18:1	C18:2
T 1	Testigo*				
T 2	Ácidos grasos hidrogenados de aceite de palma	48	45	5	-
T 3	Jabón cálcico de ácidos grasos de aceite de palma	45	18	29	6
T 4	Jabón cálcico de ácidos grasos de aceite de palma	44	5	40	9

* Mezcla de sebo y manteca: entre 3 y 5 grados de acidez.

Todos los animales tuvieron libre acceso al agua de bebida, a paja de cereales y al pienso.

Los terneros fueron sacrificados con un peso promedio de 390.2 ± 30.6 kg. El faenado se realizó en el matadero de “MercaZaragoza” de acuerdo con la normativa vigente. Tras el sacrificio, las canales fueron conservadas durante 24 h en una cámara de refrigeración mantenida a una temperatura de $0-4$ ° C, después de lo cual se les tomaron las medidas morfológicas, siguiendo la metodología descrita en Cañeque y Sañudo (2000).

El índice de compacidad se obtuvo dividiendo el peso de la canal entre su longitud total. La medición del color de la grasa de la canal se realizó a las 24 h después del sacrificio en dos zonas diferentes: sobre la grasa subcutánea a la altura de la 6ª costilla y en la grasa perirrenal. Todas las mediciones del color se hicieron utilizando un colorímetro Minolta CR-200.

La conformación de la canal y el estado de engrasamiento se determinaron mediante apreciación visual (Reglamentos CEE 2237/91 y 2931/81) respectivamente. Los datos obtenidos se analizaron como un diseño completamente al azar usando el paquete estadístico SPSS 12.0 mediante un GLM para valorar la significación del efecto dieta; a su vez, las diferencias entre medias fueron comparadas mediante un test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de grasa incluida en la dieta no afectó de manera significativa la mayoría de los parámetros estudiados. Únicamente se produjeron diferencias estadísticas en el estado de engrasamiento de la canal, el espesor de la pierna y el color de la grasa.

Respecto al engrasamiento, se puede observar (Tabla 2) que el tratamiento T1 originó canales más grasas que el T4, pero no que los tratamientos T2 y T3. A su vez, los tres tratamientos que incluían grasa vegetal fueron similares entre sí. En términos generales, el estado de engrasamiento recayó en el tipo “2”, que significa “poco cubierto” y corresponde a una ligera cobertura de grasa con musculatura casi siempre aparente, lo cual es normal en animales de aptitud lechera sacrificados con pesos vivos de alrededor de 400 kg, y menor al estado de engrasamiento que se podría esperar en Frisones sacrificados en una etapa más cercana a la madurez, como lo observado por Sañudo *et al.* (2004) en animales sacrificados con 578 Kg.

Por su parte, el espesor de la pierna fue menor en las canales del tratamiento T3 que en las canales de los otros tres tratamientos, mostrando una reducción del 6.5 % en promedio.

También el color de la grasa fue afectado de forma significativa. El tratamiento T3 motivó un mayor tono (h^*) en la grasa perirrenal que los otros tres tratamientos.

En términos generales, la grasa perirrenal fue más clara (L^*), tuvo menos tono (h^*) y mostró más saturación (Ch^*) que la grasa subcutánea.

Tabla 2. Media, desviación típica y valores de F de parámetros de calidad de la canal.

Variables	T 1	T 2	T3	T 4	F	
n	9	8	6	8		
Peso Sacrificio (kg)	396.66 (39.30)	381.25 (19.23)	400.16 (21.10)	384.37 (35.79)	0.64	N S
Peso Canal Fria (kg)	217.02 (22.97)	210.85 (12.27)	217.85 (17.32)	206.98 (23.27)	0.52	N S
Rendimiento Canal (%)	54.69 (1.42)	55.29 (1.39)	54.40 (2.33)	53.79 (1.78)	1.06	N S
Índice Compacidad	0.86 (0.06)	0.85 (0.45)	0.86 (0.67)	0.84 (0.07)	0.22	N S
Conformación	5.11 (1.05)	4.00 (1.06)	4.67 (0.81)	3.50 (1.77)	2.67	N S
Engrasamiento	5.67 (0.70)a	5.25 (0.88)ab	5.33 (0.51)ab	4.62 (0.51)b	3.33	*
Longitud Canal (cm)	123.66 (3.80)	122.93 (3.22)	124.58 (4.07)	122.62 (4.39)	0.34	N S
Profund. Pecho (cm)	62.55 (2.75)	61.75 (2.97)	63.33 (2.48)	62.56 (2.06)	0.42	N S
Longitud Pierna (cm)	79.55 (2.40)	80.00 (1.92)	80.25 (1.47)	79.50 (1.38)	0.26	N S
Espesor Pierna (cm)	22.00 (0.43)a	22.56 (0.94)a	20.75 (0.93)b	22.06 (1.01)a	5.46	**
Profund. Pierna (cm)	41.72 (1.64)	41.50 (1.00)	42.66 (1.94)	40.18 (2.92)	1.87	N S
Circunf. Pierna (cm)	104.55 (3.70)	103.75 (2.87)	104.58 (3.35)	103.43 (4.79)	0.18	N S
Color Grasa SC						
L*	77.38 (3.10)	75.47 (2.70)	77.36 (2.80)	75.65 (1.34)	1.07	N S
a*	2.10 (1.41)	2.51 (1.30)	2.46 (0.89)	2.24 (1.57)	0.15	N S
b*	3.28 (0.72)	3.56 (1.12)	4.07 (1.76)	2.57 (1.83)	0.48	N S
h*	61.11 (5.11)	58.14 (15.11)	58.78 (5.66)	53.14 (11.61)	0.54	N S
Ch*	4.00 (1.26)	4.70 (1.27)	4.70 (1.38)	3.71 (2.12)	0.70	N S
Color Grasa PR						
L*	83.14 (2.86)	85.98 (2.13)	85.91 (3.85)	86.10 (2.19)	2.29	N S
a*	3.97 (1.34)	3.62 (0.88)	2.70 (0.88)	3.87 (1.12)	1.82	N S
b*	4.16 (1.03)	3.72 (0.86)	4.76 (1.18)	4.05 (0.64)	1.43	N S
h*	47.24 (11.58)b	45.82 (3.91)b	60.78 (4.59)a	46.93 (4.29)b	6.17	**
Ch*	5.85 (1.28)	5.20 (1.18)	5.49 (1.41)	5.26 (1.22)	0.37	N S

N S = no significativo; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.001$

Conformación: P- = 1; P = 2; P+ = 3; O - = 4; O = 5; O+ = 6

Engrasamiento: 1- = 1; 1 = 2; 1+ = 3; 2- = 4; 2 = 5; 2+ = 6

SC= Subcutánea

PR = Perirrenal

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cañeque, V. y Sañudo, C. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ed. INIA-MCT. Madrid, España.

Boletín Oficial del Estado. 2000. BOE No. 307. 2366 Real Decreto 3454/2000. 22 de Diciembre de 2000. Madrid. pp. 45550-45565.

Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J. L., Monsón, F., Sierra, I., Alberti P., Ertbjerg, P., Christiansen, M., Gigli, S., Failla, S., Gadini, A., Hocquette, J. F., Jailler, R., Nute, G. y Williams, J. 2004. Proc. 50th ICoMST. Helsinki, Finlandia. (pp. 516-519).

EFFECTO DEL USO DE GRASAS VEGETALES EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISONES. 2. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA 6ª COSTILLA Y PLANIMETRÍA DEL MÚSCULO Longissimus dorsi.

Partida, J. A., Olleta, J. L., Campo M. M. y Sañudo, C.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. C/Miguel Servet,
177. 50013-Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

En producción animal, la canal ha sido un elemento muy utilizado para determinar el efecto de diferentes variables sobre sus dimensiones, su conformación y la proporción de sus componentes físicos. Sin embargo, el hecho de trabajar con canales conlleva un proceso muy caro y laborioso que limita sustancialmente la investigación y experimentación, sobre todo en grandes especies. Por eso, desde hace mucho tiempo se han desarrollado métodos indirectos para estimar la composición en los animales de abasto y predecir la calidad de su canal (Carballo et al. 2000). Durante los últimos años, algunos de estos métodos han sido perfeccionados para mejorar su precisión y se han estandarizado para permitir comparaciones entre los diversos resultados generados por la experimentación (Carballo et al. 2000).

Considerando estos antecedentes, se realizó el presente trabajo, teniendo como objetivo determinar el efecto de cuatro diferentes tipos de grasa vegetal, descritos por Partida et al. (2005), sobre la composición de la 6ª costilla y las dimensiones del músculo Longissimus dorsi en terneros de raza Frisona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras el sacrificio de los animales y después de 24 h de oreo de las canales en una cámara de refrigeración mantenida a 0-4 ° C, fue extraída la 6ª costilla de la media canal izquierda; después, se procedió a la disección del músculo Longissimus dorsi para su pesaje y subsiguiente utilización en otras determinaciones.

El resto de la 6ª costilla fue envasada al vacío y congelada a -18° C para su posterior disección, que consistió en la separación y pesaje de cada uno de los siguientes componentes: hueso (tejido óseo y cartílago), grasa subcutánea, grasa intermuscular y tejido muscular, que incluyó las fascias.

Para realizar la planimetría del músculo Longissimus dorsi, se dibujó su perímetro en papel acetato utilizando un rotulador de punta fina y posteriormente se determinó su superficie con un planímetro digital Koizumi KP-82. Adicionalmente, se midió la distancia del diámetro mayor en sentido medio lateral (A) y del diámetro medio en sentido dorso-ventral (B) del músculo Longissimus dorsi.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente al azar usando el paquete estadístico SPSS 12.0 a través de un GLM para valorar la significación del efecto dieta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que la composición tisular de la 6ª costilla no fue afectada, en forma significativa, por el tipo de grasa empleada en la dieta, observándose valores muy parecidos en cada uno de sus componentes entre los 4 tratamientos evaluados (Tabla 2).

El porcentaje de músculo fue el constituyente más importante de la costilla y varió de 62.68 a 64.94 %, siendo en promedio un 10.3 % superior al encontrado por Monsón (2004) en terneros frisonos sacrificados a los 14 meses de edad con un peso vivo de 505 kg. Asimismo, superó en un 10.2% al observado por Sañudo et al (2004) en terneros frisonos sacrificados con 578 kg, equivalentes al 75 % de su peso maduro. No obstante, el porcentaje de músculo fue menor al determinado por Albertí et al. (2001) en terneros de siete razas de aptitud cárnica, que fueron sacrificados con pesos vivos de 321 y 461 kg, e incluso fue 4.4 puntos menor al obtenido por Serra et al. (2004) en terneros de raza Bruna dels Pirineus sacrificados con 541 kg.

Tabla 2. Medias, desviación típica y valores de F de los componentes de la 6ª costilla y de las medidas del músculo Longissimus dorsi.

Variable	T 1	T 2	T 3	T 4	F	
n	9	8	6	8		
Músculo (%)	62.68 (4.7)	64.21 (1.9)	64.82 (4.8)	64.94 (2.0)	0.70	N S
Hueso (%)	24.61 (4.3)	21.07 (1.9)	21.86 (6.4)	20.85 (0.9)	1.83	N S
Grasa Subcutánea (%)	1.35 (0.9)	1.06 (0.5)	1.18 (0.6)	1.19 (0.6)	0.29	N S
Grasa Intermusc. (%)	11.35 (3.3)	13.65 (2.2)	12.10 (2.7)	13.01 (1.6)	1.29	N S
Grasa Total (%)	12.70 (4.0)	14.71 (2.2)	13.28 (3.2)	14.20 (1.9)	0.74	N S
Músculo/hueso	2.63 (0.6)	3.06 (0.3)	3.40 (1.9)	3.12 (0.2)	0.96	N S
Músculo/grasa	5.41 (1.8)	4.47 (0.8)	5.08 (1.2)	4.67 (0.8)	0.94	N S
Diámetro (A) mayor L. dorsi (cm)	9.37 (0.9)	9.13 (0.5)	8.76 (0.5)	8.83 (0.5)	1.26	N S
Diámetro (B) menor L. dorsi (cm)	3.82 (0.4)	3.97 (0.4)	3.65 (0.5)	3.91 (0.3)	0.83	N S
Superficie L. dorsi (cm ²)	29.51 (4.4)	30.09 (3.0)	27.21 (3.8)	28.29 (1.9)	0.99	N S

N S = no significativo

El hueso tuvo un valor medio de 22.19 %, muy similar a los porcentajes obtenidos por Monsón (2004) y Sañudo et al. (2004) en frisonos sacrificados con pesos superiores, mientras que la cantidad de grasa fue menor a la obtenida en los mismos animales, resultado esperable pues la grasa es un tejido de deposición tardía.

Lógicamente, estas diferencias entre los tres componentes originaron relaciones músculo/hueso y músculo/grasa más amplias en este trabajo que en los referidos por los dos autores mencionados anteriormente, pero menores que en animales de doble propósito (Serra et al. 2004) o de aptitud cárnica (Albertí et al., 2001) por el menor desarrollo muscular y mayor contenido graso de los animales de aptitud lechera, como es la raza Frisona.

Las dimensiones del músculo Longissimus dorsi tampoco fueron afectadas por el tipo de grasa empleada en la dieta. A pesar de que el porcentaje de músculo en la costilla fue mayor al observado por Monsón (2004) y Sañudo et al. (2004), el tamaño del músculo Longissimus dorsi fue menor en ésta experiencia, debido a un reducido estado de engrasamiento y al escaso desarrollo muscular de los animales, por haber alcanzado solo el 53 % de su peso adulto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertí, P., Ripoll, G., Jahoz, F., Sañudo, C., Olleta, J. L., Panea, B. y Pardos, J. J. 2003. Estimación del porcentaje de carne de la canal a partir de la clasificación y de las medidas morfológicas de la canal de terneros y añojos de siete razas. ITEA. 24 Vol. Extra I, 80-81.

Carballo, J. A., Monserrat, L. y Sánchez, L. 2000. Composición de la canal bovina. En: "Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes" (Cañeque, V. y Sañudo, C.) Ed. INIA-MCT. Madrid, España. pp.103-117.

Monsón, F. 2004. Calidad de la carne en cuatro razas de vacuno a lo largo de la maduración. Tesis de Doctorado. Universidad de Zaragoza. pp. 97-101.

Partida, J. A., Olleta, J. L., Campo, M. M. y Sañudo, C. 2005. Efecto del uso de grasas vegetales en el cebo intensivo de terneros frisonos. 1. Calidad de la canal. ITEA 25 (En prensa).

Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J. L., Monsón, F., Sierra, I., Alberti P., Ertbjerg, P., Christiansen, M., Gigli, S., Failla, S., Gadini, A., Hocquette, J. F., Jailler, R., Nute, G. y Williams, J. 2004. Carcass quality of several european cattle breeds: Preliminary results. Proc. 50th ICoMST. Helsinki, Finlandia. (pp. 516-519).

Serra, X., Gil, M., Gispert, M., Guerrero, L., Oliver, M. A., Sañudo, C., Campo, M. M., Panea, B., Olleta, J. L., Quintanilla, R., Piedrafita, J. 2004. Characterisation of young bulls of the Bruna dels Pirineus cattle breed (selected from old Brown Swiss) in relation to carcass, meat quality and biochemical traits. Meat Science, 66, 425-436.

COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN TERNEROS DE RAZA RETINTA Y SUS CRUCES INDUSTRIALES

Indurain G.,* Rodríguez, I., Insausti K., Sarriés, V., Alberti, P.¹, Beriain, M.J., Purroy, A.

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía, 31006 Pamplona.

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria-Servicio de Investigaciones Agrarias (CITA-DGA). Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La raza Retinta forma el principal núcleo de ganado bovino autóctono del sudoeste español y está unida al aprovechamiento de los pastos de dehesa en régimen extensivo (Sánchez Belda, 1986). Los caracteres de una raza pueden modificarse mediante selección y/o cruzamiento. En la actualidad, las vacas de raza Retinta se cruza con toros de razas extranjeras mejoradas para la producción de carne, principalmente de las razas Charolés y Limusín, para producir animales con un mayor crecimiento, rendimiento y conformación, y un menor engrasamiento, de acuerdo con el gusto del consumidor español que demanda carnes magras (Ahumada, 1998). Existen razas autóctonas españolas como la Asturiana de los Valles y la Pirenaica que han alcanzado índices productivos cercanos a las razas extranjeras mejoradas y que podrían sustituir a éstas en el cruce industrial con la raza Retinta. En el presente trabajo se compara el efecto del genotipo sobre un parámetro de calidad para el consumidor como es la composición de la grasa, en animales retintos puros y animales producidos a través del cruce de hembras retintas con machos limusines, asturianos y pirenaicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han empleado 28 terneros machos de cuatro genotipos distintos: Retinta en pureza (RexRe) (n = 7), cruzados Retinta x Asturiana (RexAs) (n = 7), Retinta x Limusín (RexLi) (n = 8) y Retinta x Pirenaica (RexPi) (n = 6). Tras el destete, todos los animales fueron cebados en las instalaciones del C.I.T.A. (Zaragoza) con pienso concentrado y paja de cereal, ambos *ad libitum*, hasta alcanzar un peso de sacrificio aproximado de 480 kg. Los animales fueron trasladados al matadero el mismo día del sacrificio. Las canales fueron clasificadas de acuerdo al sistema de clasificación europeo (BOUE, 1991). Se extrajo una muestra del músculo *longissimus dorsi* (LD) de la media canal derecha, que fue envasada al vacío y tras ser madurada durante siete días (4°C) fue congelada hasta la realización de los análisis correspondientes. El contenido de grasa intramuscular en el músculo LD fue determinado por el método soxhlet (ISO 1443 (1973)). Los ácidos grasos totales fueron extraídos por el método de Bligh & Dyer (1959), metilados por el método de Morrison y Smith (1964) y analizados en un cromatógrafo de gases modelo HP 5890-II equipado con una columna Supelco SPTM-2560 (100m x 0,25mm x 0,20µm) y acoplado a un software HP 3365 series II Chem-Station. Se empleó un flujo de helio de 1mL/min, con una presión de cabeza de columna de 30psi. La identificación de los picos se basó en los tiempos de retención de una muestra de referencia (Nu-Check GLC referente standards 534). La cuantificación fue llevada a cabo por comparación con un patrón interno (ácido heneicosanoico, C21:0). El efecto del genotipo sobre la nota de engrasamiento (E), porcentaje de grasa intramuscular (%im) y el perfil de ácidos grasos del depósito intramuscular del músculo LD se determinó mediante análisis de varianza. También se calculó la correlación existente entre el perfil de ácidos grasos y el porcentaje de grasa intramuscular del músculo LD del conjunto de animales estudiados (Spss Inc., 2003. Advanced Statistics. Version 12.0. Windows)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran las medias y el error típico de la nota de engrasamiento y del porcentaje de grasa intramuscular del músculo LD para los cuatro genotipos estudiados. Los animales de RexLi y RexPi tuvieron una nota de engrasamiento media más baja que los animales RexRe y los cruzados RexAs ($p < 0,001$), debido a que los primeros únicamente presentaron notas de engrasamiento 2⁻ y 2, mientras que en los segundos sólo dos animales RexAs presentaron notas de engrasamiento 2, siendo el resto de canales clasificadas como 2⁺, 3⁻ o 3. Estas diferencias en la nota de engrasamiento no se reflejan en diferencias entre genotipos en el porcentaje de grasa intramuscular.

En la Tabla 2 se muestra el efecto del genotipo sobre el porcentaje de los ácidos grasos mayoritarios en la grasa intramuscular (de los 32 identificados y cuantificados), el sumatorio de las distintas familias de ácidos grasos e índices indicativos del valor nutritivo de la carne. El hecho de que el genotipo RexPi tuviera un mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y ácidos ω -6 ($p < 0,1$) que los animales RexLi y RexRe es debido a su mayor contenido en ácido linoleico (C18:2 ω -6), ($p < 0,05$). Por el contrario, el cruce RexPi tuvo un menor contenido en ácidos grasos monoinsaturados (AGM) que los genotipos RexRe y RexLi ($p < 0,05$), lo que estaría unido a una menor concentración de ácido oleico (C18:1 ω -9) que los animales RexRe ($p < 0,1$) y a una menor concentración de ácidos *trans* que los animales RexLi ($p < 0,001$). El porcentaje del sumatorio de AGM estuvo positivamente relacionado con el porcentaje de grasa intramuscular ($r = 0,39$; $p < 0,05$). Por el contrario, el porcentaje de AGP estuvo negativamente relacionado con el engrasamiento ($r = -0,35$; $p < 0,1$). Estos resultados están de acuerdo con la idea de que un aumento en el engrasamiento está ligado a un aumento del porcentaje de AGM y a una disminución de AGP, debido a los procesos celulares de acumulación de grasa (Eichhorn et al., 1986; Kazala et al., 1999; Mendizábal et al., 1999).

Ninguno de los genotipos alcanzaron el mínimo recomendado para la relación AGP/AGS (0,45) (Departamento de Salud del Reino Unido, 1994), siendo los animales REXPi los que mostraron un índice AGP/AGS más elevado (0,41). También es de destacar el mayor contenido en ácidos grasos *trans* en los terneros RexLi ($p < 0,001$). Estos ácidos *trans* tienen un efecto negativo y similar sobre la salud humana que los AGS, ya que se les relaciona con un incremento del nivel de colesterol en el plasma sanguíneo. El contenido en ácidos grasos *trans* esta determinado por el contenido en ácido vacénico (C18:1-t11), que es el principal de los isómeros *trans*-C18:1 originados en la biohidrogenación de los AGP en el rumen (Choi et al., 2000).

De los resultados obtenidos se puede concluir que: 1) La nota de engrasamiento no fue un buen indicador del porcentaje de grasa intramuscular. 2) El nivel de engrasamiento de la carne determinaría en buena medida las diferencias en el perfil de ácidos grasos entre los distintos genotipos. 3) Algunas de las diferencias encontradas en la composición de ácidos grasos indicarían diferencias entre genotipos en la actividad ruminal, que inciden en la formación de ácidos grasos *trans*.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se encuentra encuadrado dentro del proyecto de investigación RTA01-106-C2-1 financiado por el INIA y cofinanciado con fondos FEDER

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, A. (1998). Vacuno de carne aspectos claves. (II edición). Buxade, C., Coordinador. Ed. Mundiprensa. pp: 137-162. Zaragoza, España.
- BOUE (1991). Boletín Oficial de la Unión Europea. L 204, 27/07/1991. Regulación de la Comisión 2237/91 de 26 Julio de 1991.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Departamento de Salud y Seguridad Social del Reino Unido (1994). Health and social subjects. Ed. Her Majesty's Stationery Office. Londres, Reino Unido
- Eichhorn, J. M., Coleman, L. J., Wakayama, E. J., Blomquist, G. J., Baley, C. M. & Jenkins, T. G. (1986). *J. Anim. Sci.*, 63: 781-794.
- Choi, N. J., Enser, M., Wood, J. D. & Scollan, N. (2000). *Anim. Sci.*, 71: 509-519.
- Kazala, E. C., Lozeman, F. J., Mir, P. S., Laroche, A., Bailey, D. R. C. & Weselake, R. (1999). *J. Anim. Sci.*, 77: 1717-1725.
- Mendizábal, J. A., Alberti, P., Eguinoa, P., Arana, A., Soret, B. & Purroy, A. (1999). *Anim. Sci.*, 69: 115-121.
- Morrison, W. R. & Smith, L. M. (1964). *J. Lipid Res.*, 5: 600-608.
- Sánchez Belda, A. (1986). Catálogo de razas autóctonas españolas. II Especie bovina. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas y error típico de la nota de engrasamiento (E) y del porcentaje de grasa intramuscular. Diferencias entre los genotipos estudiados

	RexAs n=7	RexLi n=8	RexPi n=6	RexRe n=7	Sign
	Media (ET)	Media (ET)	Media (ET)	Media (ET)	
E ⁽¹⁾	6,43 (0,23) _b	5,00 (0,22) _a	4,83 (0,24) _a	6,00 (0,23) _b	***
%im	1,58 (0,19)	1,71 (0,17)	1,78 (0,20)	1,60 (0,19)	ns

1: notas de engrasamiento: 4: 2-; 5: 2; 6: 2+; 7: 3-

ns: p > 0,1; ***: p < 0,001

Tabla 2. Medias mínimo cuadráticas y error típico del perfil de ácidos grasos intramusculares. Efecto del genotipo.

	RexAs	RexLi	RexPi	RexRe	Sign
	Media (ET)	Media (ET)	Media (ET)	Media (ET)	
c14:0	2,69 (0,18)	2,73 (0,17)	2,35 (0,19)	2,38 (0,18)	ns
C16:0	26,13 (0,69)	25,78 (0,65)	24,70 (0,75)	25,44 (0,69)	ns
C16:1	2,65 (0,18)	2,82 (0,17)	2,36 (0,20)	2,39 (0,18)	ns
C18:0	16,10 (0,61) _a	17,21 (0,57)	17,66 (0,65)	18,95 (0,61) _b	*
C18:1 ω -9	27,95 (0,85)	27,79 (0,79)	26,09 (0,92) _a	28,72 (0,85) _b	+
C18:2 ω -6	11,40 (1,02)	9,28 (0,95) _a	13,11 (1,10) _b	8,90 (1,02) _a	*
C18:1-t11	3,08 (0,24) _a	4,47 (0,23) _b	3,34 (0,26) _a	3,62 (0,24) _a	**
Agtrans	5,06 (0,25) _a	6,67 (0,24) _b	5,18 (0,27) _a	5,45 (0,25) _a	***
AGS	46,61 (1,12)	47,68 (1,05)	46,45 (1,21)	48,68 (1,12)	ns
AGM	36,85 (0,87)	38,56 (0,81) _b	34,69 (0,94) _a	37,72 (0,87) _b	*
AGP	16,54 (1,52)	13,76 (1,43) _a	18,86 (1,65) _b	13,60 (1,52) _a	+
AGP/AGS	0,36 (0,04)	0,29 (0,04)	0,41 (0,04)	0,29 (0,04)	ns
ω -6	15,55 (1,45)	12,64 (1,36) _a	17,83 (1,57) _b	12,82 (1,45) _a	+
ω -3	0,84 (0,13)	0,75 (0,12)	0,98 (0,14)	0,71 (0,13)	ns
ω -6/ ω -3	19,69 (3,97)	27,68 (3,71)	19,13 (4,28)	18,69 (3,97)	ns

ns: p > 0,1; +: p < 0,1; *: p < 0,05; **: p < 0,01; ***: p < 0,001

a,b: letras diferentes, diferencias significativas entre genotipos; letras iguales o ausencia de letras, diferencias no significativas entre genotipos

COMPOSICIÓN TISULAR Y COMERCIAL Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TERNEROS CRUZADOS DE RAZA RETINTA

Albertí, P¹., Ripoll, G¹., Alzón M²., Lahoz, F¹.

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Apdo.727, 50080, Zaragoza. palberti@aragob.es

² Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía. 31006, Pamplona.

INTRODUCCIÓN

Las razas bovinas españolas pueden agruparse según su conformación en dos grupos: razas de gran conformación como Asturiana de los Valles, Rubia Gallega, Pirenaica; y razas de conformación media como Avileña, Retinta, Morucha. Estas últimas tienen gran importancia en la producción extensiva por su adaptación al medio, aunque tienen rendimientos cárnicos medios respecto a las otras razas. Para mejorar la calidad de la canal de estas razas, el ganadero opta en numerosas ocasiones por su cruce con machos de aptitud cárnica, siendo muy usados los toros de raza Limusín. Con el mismo fin también podrían utilizarse toros de las razas de gran conformación.

El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto del cruce de vacas de raza Retinta con toros de aptitud cárnica sobre las características de la canal de terneros cruzados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se cebaron con pienso y paja *ad libitum* durante un periodo de entre 2 y 4 meses, 7 terneros de raza Retinta, 8 cruzados de Limusín x Retinta, 6 cruzados de Pirenaico x Retinta y 7 cruzados de Asturiano de los Valles x Retinta, hasta un peso vivo final de 479 kg, 488 kg, 491 kg y 462 kg con una ganancia media diaria en kg de 1,36, 1,37, 1,33 y 1,18, respectivamente. A las 24 horas del sacrificio se realizó la clasificación de la canal según el modelo SEUROP para conformación y engrasamiento (R. CEE nº 1026/91), transformadas a una escala numérica de 18 y 15 puntos respectivamente.

Se calculó el rendimiento de la canal como el cociente entre el peso de la canal caliente y el peso vivo multiplicado por cien, y el índice de compacidad como el cociente del peso canal caliente en kg y la longitud de la canal en cm.

Se realizó el despiece comercial de la media canal izquierda, separando el hueso y la grasa de recorte de las piezas comerciales, que fueron clasificadas por categoría Extra (Solomillo), Primera (Lomo, Babilla, Tapa, Contra, Cadera con Rabillo, Culata de contra, Redondo, Aguja, Espalda y Pez), Segunda (Llana, Morcillos y Brazuelo) y Tercera (Falda, Costillar, Pescuezo, Aleta, Diafragma, Filete de rellenar, Trapillos y Recortes). Se determinó también la relación músculo/hueso.

Para la determinación del color de la grasa subcutánea se realizaron tres lecturas de la región dorso lumbar con un espectrofotómetro Minolta CM-2002. Se utilizó el sistema de coordenadas tricromáticas CIELAB (1976) registrándose los valores de claridad (L^*), índice de rojo (a^*) e índice de amarillo (b^*), calculándose el tono (H^*) como arcotangente $(b^*/a^*) \times 57,29$ y la saturación (C^*) como $(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$.

Para analizar el efecto del genotipo se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS v. 8.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observan las características, porcentaje tisular del despiece, la categoría comercial de la carne y el color de la grasa de canales de los terneros de raza Retinta y sus cruces

No hubo diferencias significativas en el peso canal. Al sacrificio los terneros tenían 12 meses de edad y el peso canal del lote varió entre 271,4 kg y 301,0 kg, lo que corresponde a la categoría comercial añojo. El efecto del cruce por toros de razas cárnicas se evidenció en el aumento del rendimiento canal por encima del 60% en los cruzados respecto al 57% en raza pura. En los terneros cruzados la conformación de las canales aumentó ligeramente mientras que el engrasamiento fue algo menor, estando todos ellos en torno a R2, un tipo de clasificación media en el mercado español.

Tabla 1. Características, porcentaje tisular y categoría comercial de la carne del despiece de la canal, y color de la grasa subcutánea de canales de terneros de raza Retinta y cruzados con toros Limusín, Pirenaico y Asturiano de los Valles.

Lote	RE	LixRE	PixRE	ASxRE	e. e.	sig.
Número de animales	7	8	6	7		
Peso canal caliente, kg	271,4	301,0	295,7	277,4	10,58	n.s
Rendimiento canal, %	56,6 ^b	61,6 ^a	60,2 ^a	60,0 ^a	0,64	***
Índice de compacidad, kg/cm	2,1	2,4	2,4	2,2	0,07	n.s
Conformación	8,1 ^b (R)	9,5 ^a (R ⁺)	9,2 ^{ab} (R ⁺)	9,1 ^{ab} (R ⁺)	0,33	*
Engrasamiento	6,0 ^a (2 ⁺)	5,0 ^b (2)	4,8 ^b (2 ⁻)	6,4 ^a (2 ⁺)	0,23	***
Carne, %	67,8 ^b	71,9 ^a	71,6 ^a	68,7 ^b	0,65	***
Grasa, %	11,2 ^{ab}	9,7 ^b	9,2 ^b	12,5 ^a	0,65	**
Hueso, %	21,0 ^a	18,4 ^b	19,2 ^b	18,7 ^b	0,43	**
Relación Músculo/Hueso	3,24 ^b	3,93 ^a	3,74 ^a	3,69 ^a	0,099	***
Extra, % canal	2,2	2,1	2,1	1,9	0,07	n.s.
Primera, % canal	40,4 ^b	44,2 ^a	44,0 ^a	41,3 ^b	0,49	***
Segunda, % canal	5,2	5,7	5,4	5,2	0,13	n.s.
Tercera, % canal	20,1	19,9	20,1	20,3	0,33	n.s.
Luminosidad, L*	67,7	64,4	65,5	64,3	1,13	n.s.
Índice de rojo, a*	3,7	5,0	4,9	4,6	0,70	n.s.
Índice de amarillo, b*	12,6	14,3	13,4	12,3	0,66	n.s.
Saturación, C*	13,3	15,3	14,4	13,3	0,82	n.s.
Tono, H*	74,9	71,7	71,5	71,0	2,16	n.s.

Valores con distinto superíndice en la misma fila difieren entre sí por el test de Duncan al 1 %, salvo conformación al 0,5%. p>0,05=n.s p<0,05=* p<0,01=** p<0,001=***

Las canales de los cruces de Limusín y Pirenaico se diferenciaron significativamente de Retinto puro por el mayor porcentaje de carne y menores de grasa y hueso, que se reflejó significativamente ($P < 0,001$) en mayores relaciones músculo/hueso. El cruce con Asturiano presentó un comportamiento intermedio entre la raza pura y los otros cruces. Su mayor porcentaje de grasa (12,55 %) más alto de lo esperado, estuvo relacionado con su baja ganancia media de peso, debido quizás al calor del verano, sufrido durante el periodo de cebo.

La mayor cantidad de carne comercializable suele relacionarse con una mayor cantidad de carne de primera sobre la canal. Esto se ve confirmado por el despiece de la canal, donde el Retinto puro con 40,4% de carne de primera categoría comercial y el cruce por Asturiano con 41,3% fueron superados por los cruces de Limusín y Pirenaico que sobrepasaron el 44 % de carne de primera en la canal.

En cuanto al color de la grasa subcutánea de la canal, no hubo diferencias significativas entre lotes en ninguno de los parámetros analizados. Su color fue crema, con una luminosidad superior al 64%, un índice de rojo bajo, entre 3 y 5, un índice de amarillo también bajo, entre 12 y 15, un valor de saturación del color (C^*) alrededor de 14, y un valor de tono superior a 71. Las diferencias en los parámetros del color hallados en este experimento y los publicados anteriormente para las diferentes razas bovinas españolas por Albertí et al. (2003) se deben a que anteriormente se usó un colorímetro Minolta CR-200b y ahora un espectrofotómetro Minolta CM-2002, y su sistema de medida es distinto.

Los terneros cruzados de vacas de raza Retinta por toros de razas de gran conformación, presentan ventajas desde el punto de vista comercial al aumentar el rendimiento canal y el porcentaje de carne comercializable, sin disminuir drásticamente el estado de engrasamiento. Además, estos cambios en la canal no afectaron la coloración de la grasa subcutánea. Estos resultados pueden ampliarse con los obtenidos en la evaluación de la calidad instrumental (Albertí et al., 2005) y sensorial (Panea et al., 2005) de la carne de los cruces con la raza pura.

El cruzamiento tendió a mejorar el rendimiento canal y la conformación, dando canales más compactas. Las canales de los cruces con Limusín y Pirenaico tuvieron canales menos engrasadas con mayor porcentaje de carne comercializable y menor porcentaje de grasa. El color de la grasa subcutánea que fue de color crema, no varió entre la raza pura y los tres cruces y tuvo valores habituales para este tipo de animales.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MCYT-INIA RTA01-106, cofinanciado con fondos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí P., Ripoll G., Olleta J.L., Sañudo C., Panea B., Lahoz F. 2003., ITEA vol. Extra 24: 73-75.
- Albertí P., Ripoll G., Panea B., Olleta J.L., Muela E., Sañudo C. 2005. ITEA vol Extra 26.
- Panea, B., Albertí, P., Ripoll, G., Olleta, J.L., Sañudo, C.. ITEA vol Extra 26.

CONFORMACIÓN Y ENGRASAMIENTO DE TERNEROS DE RAZA RETINTA Y CRUZADOS RETINTAxPIRENAICA Y RETINTAxLIMUSÍN

Mendizabal J.A., Alzon M., Arana A., Albertí P., Soret B., Purroy A.

¹ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona.

²CITA. Diputación General de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El efecto del genotipo sobre las características de crecimiento, conformación y engrasamiento de los terneros de las principales razas autóctonas españolas de ganado vacuno de aptitud carne fue estudiado, entre otros, por Albertí *et al.* (1999) y Mendizabal *et al.* (1999). Estos autores encontraron diferencias importantes entre razas, de forma que las de dehesa, Morucha, Retinta y Avileña, presentan canales peor conformadas y se engrasan más precozmente que la Rubia Gallega y la Asturiana, situándose en una posición intermedia la Parda y la Pirenaica. Es por ello, por lo que en numerosas explotaciones de la dehesa española, además de la cría en pureza, se realiza con frecuencia el cruce de vacas de estas razas con toros de razas mejoradas de aptitud cárnica como Charolés o Limusín, para obtener terneros que presenten una mejor aptitud para el cebo y una mejor conformación.

Con la finalidad de profundizar en el conocimiento de los parámetros de conformación y engrasamiento que muestran estos genotipos cruzados, en el presente trabajo se comparan terneros de raza *Retinta* en pureza y cruzados con dos razas de aptitud cárnica más mejoradas, la Limusín y la Pirenaica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado un total de 21 terneros distribuidos en 3 lotes: Retinta (n=7), cruzados Retinta x Limusín (n=8) y Retinta x Pirenaica (n=6). Todos los animales fueron cebados en las instalaciones del C.I.T.A. (Zaragoza) con pienso concentrado y paja de cereal, ambos *ad libitum*, hasta alcanzar un peso al sacrificio de aproximadamente 480 kg. Las características de crecimiento y de la canal de los terneros se muestran en la Tabla 1.

Inmediatamente después del sacrificio, se tomaron muestras de grasa de los depósitos grasos omental (OM), pelvicorrenal (PR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM) para la determinación del diámetro de los adipocitos. Para ello, se utilizó el método de la digestión con colagenasa y posterior medida del diámetro mediante análisis de imagen (Eguinoa *et al.*, 2003). Así mismo, se extrajo y se pesó la grasa de los depósitos OM y PR para determinar posteriormente el número de sus adipocitos, teniendo en cuenta el contenido en lípidos de la grasa (método Soxhlet) y el valor de la densidad de los lípidos (0,915 g/cc). A las 24 horas *post-mortem* se extrajo la 10ª costilla de la media canal izquierda y se realizó su disección para conocer su composición tisular, ya que ésta es representativa de la composición tisular de la canal entera (Robelin y Geay, 1975).

La comparación estadística entre los diferentes genotipos se realizó mediante análisis de varianza (paquete estadístico SPSS 9.0.1; 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran las características de crecimiento de los terneros de los tres genotipos estudiados durante su cebo hasta unos 480 kg de PV. No se encontraron diferencias significativas entre genotipos en la velocidad de crecimiento pero sí en los índices de conversión (calculados éstos por lote o genotipo), siendo los terneros procedentes del cruce con Limusín los que mejor aptitud de transformación del alimento en carne presentaron (3,9 vs 5,4 y 5,8 en Retintos puros y cruzados con Pirenaica, respectivamente). Así mismo, los terneros cruzados con Limusín, junto con los cruzados con Pirenaica, presentaron un mejor rendimiento a la canal que los retintos puros ($P<0,001$), hecho éste que se corroboró con la medida de la nota de conformación de las canales y con la cantidad y proporción de músculo existente en la 10ª costilla, parámetros ambos que fueron significativamente menores en los terneros retintos puros que en los cruzados ($P<0,05$; Tablas 1 y 2). En esta misma línea, los terneros retintos puros mostraron un menor desarrollo del músculo *Longissimus dorsi*, el cual presentó menor peso que en los otros dos genotipos ($P<0,001$; Tabla 2).

En cuanto a las características de engrasamiento, si bien la nota de recubrimiento de las canales fue mayor para los terneros retintos puros (Tabla 1), en el resto de parámetros de engrasamiento estudiados no se observaron diferencias significativas entre genotipos, ni en depósitos grasos de desarrollo precoz como puede ser el pelvicorrenal ni en los tardíos como es el caso del intramuscular (Tablas 1 y 2). Tampoco se advirtieron diferencias cuando se determinó el tamaño y el número de adipocitos de los diferentes depósitos grasos, los cuales son indicadores del grado de hipertrofia e hiperplasia, procesos que determinan el desarrollo del tejido graso.

En definitiva, se puede afirmar que al comparar terneros retintos puros y cruzados con Limusín y Pirenaica sacrificados con aproximadamente 1 año de edad y 480 kg de PV, las diferencias se manifiestan fundamentalmente en la conformación que muestran sus canales, siendo mejor conformadas las de los cruzados con Limusín y Pirenaica en este orden, mientras que en el engrasamiento las diferencias únicamente se han manifestado en la nota de engrasamiento de la canal, aunque ello no se reflejó en otros aspectos del tejido graso.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se encuadra dentro del proyecto de investigación RTA01-106-C2-1 financiado por el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí C., Lahoz F., Sañudo C., Olleta J.L., 1999, *Informaciones Técnicas*, 68. Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- Eguinoa P., Brocklehurst S., Arana A., Mendizabal J.A., Vernon R.G., Purroy A., 2003. *J. Anim. Sci.* 81:432-440.
- Mendizabal J.A., Albertí P., Eguinoa P., Arana A., Soret B., Purroy A., 1999. *Anim. Sci.*, 69: 115-121.
- Robelin J., Geay Y., 1975. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix* 22:41-44.
- SPSS Inc., 1999. *Advanced Statistics. Version 9.0.1. Windows.*

Tabla 1.-Parámetros de crecimiento y de la canal (medias±errores estándar) de los terneros retintos puros (RExRE) y cruzados con Limusín (RExLI) y Pirenaica (RExPI).

	RExRE (n=7)	RExLI (n=8)	RExPI (n=6)	Significación
Peso inicial (kg)	328±11,3 ^b	403±17,5 ^a	418±9,8 ^a	***
Edad inicial (d)	256±9,1 ^b	290±9,1 ^a	294±14,7 ^a	*
Peso sacrificio (kg)	479±13,9	488±18,8	491±11,4	ns
Edad sacrificio (d)	367±9,1	352±9,1	349±14,7	ns
Peso canal caliente (kg)	271,4±8,61	301,0±12,85	295,7±9,64	ns
Velocidad crecimiento (kg/d)	1,36±0,107	1,37±0,063	1,33±0,099	ns
Índice de conversión (kg/kg) ^a	5,4	3,9	5,8	
RC (%)	56,6±0,73 ^b	61,6±0,61 ^a	60,2±0,68 ^a	***
EC(1-18) ^b	8,1±0,26 ^b	9,5±0,33 ^a	9,2±0,31 ^a	*
EE(1-15) ^c	6,0±0 ^a	5,0±0 ^b	4,8±0,41 ^b	***
Grasa Omental	4550±552,7	4540±375,8	3826±425,4	ns
Grasa Pelvicorrenal	3586±403,7	3058±349,2	2616±374,4	ns

** : P<0,05; ***: P<0,001; ns: P>0,05

^a Se calculó por lote, no individualmente; por ello no se pudo realizar la comparación estadística.

^b EC: 18-16: S o superior; E o excelente; 10-12: U o muy buena; 7-9: R o buena; 4-6; O o menos buena; 1-3: P ó mediocre.

^c EE: 1-3: no graso; 4-6: poco cubierto; 7-9: cubierto; 10-12: graso; 13-15: muy graso.

Tabla 2.-Composición tisular de la 6ª costilla (medias±errores estándar) de los terneros retintos puros (RExRE) y cruzados con Limusín (RExLI) y Pirenaica (RExPI).

	RExRE (n=7)	RExLI (n=8)	RExPI (n=6)	Significación
Peso inicial (g)	1650±63,0	1866±115,1	1625±71,5	ns
Grasa subcutánea (g)	84±12,8	85±10,3	61±7,1	ns
Grasa intermuscular (g)	228±21,0	238±23,6	177±13,1	ns
Proporción de grasa (%)	18,7±4,63	17,2±3,07	14,7±2,91	ns
Total músculo (g)	982±46,6 ^b	1205±83,0 ^a	1068±56,5	*
Proporción de músculo (%)	59,5±1,43 ^b	64,5±1,33 ^a	65,6±1,36 ^a	*
Total hueso ^a (g)	356±8,5	338±17,4	319±14,6	ns
Proporción de hueso ^a (%)	21,8±0,98 ^a	18,3±0,72 ^b	19,6±0,52	*
Músculo <i>Longissimus dorsi</i>				
Peso (g)	405±29,0 ^b	554±37,7 ^a	534,7±22,9 ^a	**
Area (cm ²)	116,6±5,44 ^b	142,8±7,36 ^a	129,7±5,39	*
Lípidos (%)	1,56±0,189	1,77±0,145	1,79±0,148	ns
Superficie veteado (%)	2,50±0,181	2,52±0,238	2,55±0,449	ns

** : P<0,05; ** : P<0,01; ns: P>0,05

^a Corresponde a la fracción ósea más restos

Tabla 3.-Diámetro y número de adipocitos (medias±errores estándar) de los terneros retintos puros (RExRE) y cruzados con Limusín (RExLI) y Pirenaica (RExPI).

	RExRE (n=7)	RExLI (n=8)	RExPI (n=6)	Significación
Diámetro adipocitos (µm)				
Omental	115±7,2	121±6,1	109±6,0	ns
Pelvicorrenal	123±7,5	123±7,5	120±6,6	ns
Subcutáneo	86±4,7	100±3,8	91±5,7	ns
Intermuscular	79±1,8	79±1,8	83±2,1	ns
Número adipocitos (10 ⁹)				
Omental	5037±541,3	4461±394,2	5029±366,1	ns
Pelvicorrenal	3555±304,5	3496±362,1	2734±245,2	ns

ns: P>0,05

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE DE TERNEROS CRUZADOS DE RAZA RETINTA

Albertí, P¹., Ripoll, G¹., Panea B¹., Olleta J.L.²., Muela E.²., Sañudo C².

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Apdo.727, 50080, Zaragoza palberti@aragob.es

²Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El cruce de vacas de raza rústica con toros de aptitud cárnica se realiza para obtener terneros con un mejor rendimiento carnicero debido al aumento de la carne comercializable. Estas modificaciones en la composición de la canal suelen producir una disminución del porcentaje de grasa en la carne o pueden implicar una redistribución de los depósitos adiposos en la canal. Por esta causa, pueden verse alteradas las características instrumentales de la carne y su calidad.

El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto del cruce de vacas de raza Retinta con toros de aptitud cárnica sobre las características instrumentales de la carne de sus terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 28 terneros que fueron cebaron con pienso comercial y paja *ad libitum* hasta alcanzar los 12 meses de edad y un peso alrededor de 480 kg, categoría comercial añojo. El lote testigo fue de 7 terneros de raza Retinta (RE), y los otros tres lotes fueron terneros cruzados de vacas de raza Retinta por Limusín (LlxRE) 8 terneros, Pirenaico (PlxRE) 6 terneros y Asturiano de los Valles (ASxRE) 7 terneros.

De la canal izquierda, a la altura de la 8ª y 9ª costilla se cortaron dos filetes, en los que se midió el pH a las 24 h y la capacidad de retención de agua mediante las pérdidas de goteo a 1 y 4 días de maduración (Honikel, 1998). Igualmente, se determinó la concentración en pigmentos hemínicos por el método de Hornsey (1956).

Se cortaron dos filetes de 3 cm de grosor a la altura de la 6ª y 7ª costilla y se conservaron a 4°C en oscuridad, en bandejas cubiertas por film plástico transparente permeable al oxígeno para evitar su deshidratación. En ellos se realizó la determinación del color de la carne en el momento del corte, y posteriormente a los 15 minutos, 4 y 24 horas, y 6 y 13 días con un espectrofotómetro CM-2600d. Se utilizó el sistema de coordenadas tricromáticas CIE (1976) registrándose los valores de claridad (L^*), índice de rojo (a^*) e índice de amarillo (b^*), calculándose el tono (H^*) como $H^* = \arctangente(b^*/a^*) \times 57,29$ y la saturación (C^*) como $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$.

De la canal derecha se cortaron tres filetes de 3,5 cm de espesor a la altura de la 6ª a 8ª costilla y cada uno se partió en dos en dirección dorsoventral. Se envasaron al vacío y se maduraron por 1, 7 y 21 días. El análisis de textura se realizó en la mitad de las muestras por medio de un Instron modelo 5543 dotado de una célula Warner-Bratzler en carne cocida al "baño María" a 75° C durante 45 minutos. De la muestra se cortaron un mínimo de 10 paralelepípedos siguiendo la

dirección de las fibras musculares, y con una sección transversal de 1 cm x 1 cm. El corte con la cizalla se realizó perpendicularmente a la dirección de las fibras y se determinó la carga máxima en kg. En la otra mitad de muestras sobre la carne cruda se realizó el análisis de textura empleando una célula de compresión modificada para impedir la elongación transversal de la muestras (célula INRA) en un Instron modelo 4301. Las muestras se cortaron en prismas rectangulares de 1 cm² de sección. Se midió el esfuerzo al 20% de compresión, que se relaciona con la resistencia debida a la estructura miofibrilar, y al 80% de compresión que se relaciona con la resistencia debida al tejido conjuntivo.

El análisis estadístico de los datos se hizo con procedimiento GLM del paquete SAS v. 8.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados de los análisis instrumentales de la carne. El valor de pH de todos los lotes se encuentra dentro de la normalidad para animales que no han sufrido estrés previo al sacrificio. Las pérdidas de jugo por goteo en las 24 h iniciales fueron menores en el cruce ASxRE, no obstante, a los 4 días todos los genotipos se igualaron en torno al 3% de pérdidas.

El valor de carga en WB de la carne cocida y el esfuerzo al 20% en carne cruda disminuyeron del primer día al 7° día de maduración, tendiendo a estabilizarse posteriormente. Las diferencias entre razas sólo fueron significativas a un día de maduración. El cruce PlxRE presentó un mayor valor en ambas variables, significativamente mayor que el de LlxRE, mientras que los otros dos grupos presentaron valores intermedios. En cuanto el esfuerzo al 80%, no estuvo afectado por la maduración, y los terneros RE presentaron un valor mayor que los cruces de LlxRE y ASxRE y el cruce PlxRE obtuvo valores intermedios.

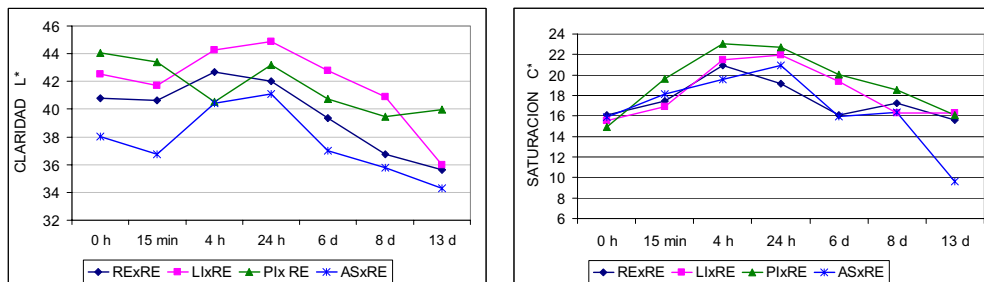
Tabla 1. Textura, pH, mioglobina y pérdidas por goteo de carne de terneros de raza Retinta y cruzados.

Lote	RE	LlxRE	PlxRE	ASxRE	e. e.	sig.
Número de animales	7	8	6	7		
pH 24 horas	5,55	5,50	5,55	5,58	0,031	n.s
Mioglobina, mg/g	3,07 ^b	3,60 ^b	5,75 ^a	3,79 ^b	0,365	***
% pérdidas, 24 h	1,85 ^a	1,55 ^a	1,41 ^{ab}	0,94 ^b	0,12	**
% pérdidas, 4 d	3,30	3,47	3,08	3,50	0,26	n.s
Carga WB 1 d	4,7 ^{bc}	3,9 ^c	7,1 ^a	5,9 ^{ab}	0,47	***
Carga WB 7 d	4,0	3,7	4,6	4,0	0,25	n.s
Carga WB 21 d	2,8	3,3	3,9	3,9	0,27	n.s
Esfuerzo 20 %, 1 d	8,2 ^{ab}	6,2 ^b	12,1 ^a	8,7 ^{ab}	1,01	**
Esfuerzo 20 %, 7 d	5,0	4,1	4,8	5,4	0,87	ns
Esfuerzo 20 %, 21 d	4,4	4,1	4,5	4,7	0,70	ns
Esfuerzo 80 %, 1 d	39,3 ^a	27,0 ^b	35,1 ^{ab}	27,1 ^b	3,16	*
Esfuerzo 80 %, 7 d	40,8	29,6	30,1	31,9	4,39	ns
Esfuerzo 80 %, 21 d	37,4	31,5	33,4	30,7	3,03	ns

Valores con distinto superíndice en la misma fila difieren entre sí por el test de Duncan al 1 %.

** = p<0,01; *** = p<0,001

Figura 1 Evolución de la Claridad (L*) y la Saturación (C*) del m. *longissimus thoracis*.



En la figura 1 se presenta la evolución del color del músculo desde el momento del corte hasta los 13 días. Los valores de claridad (L*) y saturación (C*) alcanzaron su máximo entre las 4 y 24 horas posteriores al corte, tiempo en el que no hubo diferencias entre genotipos. Hasta los 15 minutos y posteriormente a partir de los 6 días, los cruces LixRE y PlixRE presentaron valores mayores de claridad que los RE o el cruce ASxRE. La saturación no dio diferencias significativas entre los genotipos, no obstante los cruces PlixRE y LixRE tendieron a presentar valores superiores a los otros dos grupos. El cruce PlixRE presentó además la mayor concentración de mioglobina de los grupos estudiados.

La carne de los terneros de raza Retinta y la de sus cruces con toros de gran conformación de otras razas ha presentado unos valores instrumentales normales con pequeñas diferencias entre ellos de textura, que tenderían a igualarse por efecto de la maduración. Sin embargo, algunos valores instrumentales podrían estar relacionados con variaciones de la calidad sensorial de la carne, como las diferencias encontradas al inicio de la maduración de los valores de carga y esfuerzo, en carne cocida y cruda, de alguno de los genotipos (Retinto y PlixRE).

En cuanto a su color, los filetes de lomo de los cruces de Limusín y Pirenaico tendieron a presentar un aspecto ligeramente más pálido que los otros genotipos.

Los terneros de raza Retinta y de los cruces de Retinta por toros Limusín, Pirenaico y Asturiano dieron carnes de buena calidad instrumental. Aunque se encontraron diferencias significativas en la textura inicial en algunos de los genotipos que pueden condicionar la calidad sensorial de su carne.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MCYT-INIA RTA01-106.; cofinanciado con fondos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Honikel, K. O. 1988. Meat Science. 49, 447-457.
 Hornsey, H. C. 1956. Journal of the Science of Food and Agriculture, 8, 534-540.

CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CRUCES DE RETINTO A LO LARGO DE LA MADURACIÓN: PANEL DE EXPERTOS Y CONSUMIDORES.

Panea, B.¹, Albertí, P.¹, Ripoll, G.¹, Olleta, J.L.², Sañudo, C.²,

¹. CITA; 50059 Zaragoza. ². Facultad de Veterinaria de Zaragoza. 50013 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El cruce de vacas de raza rústica con toros de gran conformación se realiza para obtener terneros con mejor rendimiento carnicero debido a un aumento de la carne comercializable. Pero estos cruces pueden producir modificaciones en la composición de la canal, ya sea en el porcentaje de grasa o en la redistribución de los depósitos adiposos, que podría afectar a la calidad sensorial de la carne.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad sensorial, a lo largo de la maduración, de algunos cruces de la raza Retinta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 28 machos enteros, procedentes de 4 cruces en los que el vientre fue siempre de raza Retinta y el padre era un macho de una raza cárnica española: Retinta (RExRE), Limusin (RExLI), Pirenaica (RExPI) o Asturiana de los Valles (RExAS). Los animales destetados se trasladaron a las instalaciones del CITA en Montañana, donde fueron criados con una dieta estándar de concentrado de cereal y paja administrados *ad libitum*. Los animales se sacrificaron al alcanzar los 470 Kg. de peso vivo. El manejo fue el habitual en matadero y las canales se refrigeraron a 4°C/24 horas.

A las 24 horas post-mortem se extrajo el *L. thoracis* de la media canal izquierda. Del trozo de lomo comprendido entre la 10ª vértebra torácica (T10) y la 6ª lumbar (L6), se obtuvieron filetes de 2 cm de espesor, que fueron envasados al vacío, mantenidos a 4°C durante 1, 7 ó 21 días y congelados a -18°C. El día del análisis, los filetes fueron descongelados en agua corriente hasta alcanzar los 15-17°C de temperatura interna y se cocinaron en un grill de doble placa precalentado a 200°C hasta que la temperatura interna del filete fue de 70°C. El panel estaba compuesto por 8 catadores que trabajaron en 14 sesiones de 1 hora de duración. Se utilizó un diseño equilibrado en el que en cada plato se comparaban todos los tiempos de maduración dentro del mismo cruce o todos los cruces dentro de un mismo tiempo de maduración. Los panelistas valoraron los atributos recogidos en la tabla 2 utilizando una escala estructura de 9 puntos. El estudio de consumidores se hizo con 81 personas. El perfil se describe en la tabla 1. Se realizó un GLM con el paquete SPSS 11.0, incluyendo el cruce y el tiempo de maduración como efectos fijos.

Tabla 1. Perfil de los consumidores

Sexo	%	Edad	%	Estudios	%
Hombres	48.6	<25	11.0	Básicos	39.2
Mujeres	51.4	26-40	22.9	Medios	41.0
		41-55	57.4	Superiores	19.8
		>55	8.7		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 2, 3 y 4 puede verse que el panel entrenado no encontró diferencias entre tipos raciales, pero sí entre maduraciones. El efecto de la maduración sobre la calidad de la carne está ampliamente documentado (Campo *et al.*, 1999; Macié, 2000). Así, conforme avanza la maduración, aumentan la terneza, el flavor a hígado y el flavor ácido, de acuerdo con los resultados de Campo *et al.* (1999). La jugosidad inicial y la apreciación global aumentan desde el día 1 hasta el 7º, para disminuir a los 21 días hasta valores inferiores a los iniciales, es decir, es máxima para tiempos medios de maduración, de acuerdo con Campo *et al.*, (1997). Por todo ello, parece recomendable una maduración media.

Sin embargo, los consumidores detectaron diferencias tanto entre maduraciones como entre tipos raciales. En cuanto al tiempo de maduración, conforme avanza éste, se incrementa la nota de las tres variables consideradas. Debe tenerse en cuenta que para los consumidores, el atributo más importante de la carne bovina suele ser la terneza, por lo que las correlaciones entre terneza y apreciación global son altas en los ensayos de consumidores (Macié, 2002). Puede verse que el cambio más significativo en la terneza se produce en los 7 primeros días, lo que concuerda con los datos ofrecidos por el panel y con los resultados de Macié *et al.* (2000), según los cuales, el mayor porcentaje del efecto de la maduración sobre la terneza de la carne bovina se produce en los primeros días post- mortem. En cuanto a los cruces, se vieron afectadas la terneza y la apreciación global, pero no el sabor. El cruce mejor valorado fue el ASxRE y el peor valorado, el PlxRE, situándose los otros dos en una posición intermedia, en concordancia con los trabajos de Albertí *et al.* (1995) y Santolaria *et al.* (1997), que demuestran que la raza Asturiana es la de mayor aceptación por parte del consumidor cuando se la compara con otras razas españolas, en contraposición a la raza Pirenaica, que suele obtener notas inferiores. En cualquier caso, puede verse que las diferencias más importantes se encontraron entre el cruce PlxRE y los demás.

Tabla 2. Significación general de los efectos cruce y tiempo de maduración sobre la valoración sensorial de la carne de cruces de Retinto.

Panel entrenado				Consumidores			
Variable	Cruce	Maduración	Cruce x Mad.	Variable	Cruce	Maduración	Cruce x Mad.
	F	F	F		F	F	F
Olor vacuno	0,84	0,28	0,19	Terneza	3,16*	17,35***	1,28
Olor a hígado	0,43	2,73	0,68	Sabor	1,23	7,71***	0,37
Terneza	1,30	57,15***	0,90	Aceptabilidad general	3,32*	15,59***	0,36
Jugosidad Inicial	1,96	14,62***	0,85				
Residuo	0,43	3,23	0,29				
Flavor vacuno	0,70	0,59	0,37				
Flavor a hígado	0,21	4,77**	0,83				
Flavor ácido	0,56	5,64**	1,26				
Apreciación global	0,64	11,68***	0,52				

Tabla 3. Medias y error estándar (panel de catadores) de carne de cruces de Retinto, a distintos tiempos de maduración.

Variable/Efecto	Maduración				Cruces				
	1 día	7 días	21 días	e.e.	RExRE	LixRE	PixRE	ASxRE	e.e.
Olor vacuno	5,33	5,38	5,30	0,070	5,44	5,29	5,29	5,32	0,081
Olor a hígado	2,80	2,97	3,09	0,087	3,04	2,93	2,94	2,89	0,101
Terneza	5,22^b	6,11^a	6,22^a	0,072	5,75	5,86	5,80	5,97	0,083
Jugosidad Inicial	4,85^a	5,04^a	4,42^b	0,083	4,83	4,76	4,58	4,89	0,096
Residuo	4,52	4,21	4,47	0,006	4,34	4,50	4,43	4,35	0,111
Flavor vacuno	5,93	5,97	5,88	0,061	5,94	5,99	5,84	5,91	0,070
Flavor a hígado	3,03^b	3,23^{ab}	3,44^a	0,093	3,30	3,20	3,21	3,22	0,107
Flavor ácido	3,35^b	3,41^b	3,74^a	0,090	3,44	3,53	3,43	3,59	0,105
Apreciación global	5,19^b	5,52^a	5,04^b	0,071	5,34	5,24	5,18	5,23	0,083

Tabla 4. Medias y error estándar (análisis de consumidores) de carne de cruces de Retinto, a distintos tiempos de maduración.

Variable/Efecto	Maduración				Cruces				
	1 día	7 días	21 días	e.e.	RExRE	LixRE	PixRE	ASxRE	e.e.
Terneza	5,02^b	5,74^a	6,26^a	0,149	5,55^{ab}	5,76^{ab}	5,34^b	6,04^a	0,173
Sabor	5,80^b	6,13^{ab}	6,44^a	0,116	6,07	6,24	5,92	6,23	0,134
Aceptabilidad general	5,32^b	5,98^a	6,30^a	0,126	5,75^{ab}	6,02^{ab}	5,53^b	6,13^a	0,145

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MCYT-INIA RTA01-106.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Sañudo, P., Santolaria, P., Lahoz, F., Olleta, J.L., Campo, M.M. (1995). Características de la canal y calidad de la carne de añajos de la raza Retinto. Archivos de Zootecnia, 44, 283-293.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Albertí, P., Olleta, Panea, B, Guerrero, L. (1997). Efecto de la maduración sobre la calidad sensorial de la carne en 7 razas bovinas españolas. ITEA, vol extra 18, 775-777.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B., Albertí, P., Santolaria, P. (1999). Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. Meat Science, 51, 383-390.
- Macie, S.E., Sañudo, C., Olleta, J.L., Panea, B., Campo, M.M., Albertí, P. (2000). Slaughter weight and breed group effects on consumer beef meat quality appraisal throughout ageing. 46th ICoMST, 62-63.
- Macie (2002). Influencia de la raza y del peso al sacrificio sobre la evolución de la calidad de la carne bovina a lo largo de la maduración. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza
- Santolaria, P., Sañudo, C., Albertí, P., Campo, M.M. (1997). Estudio de la calidad organoléptica de la carne de añajo de siete razas españolas mediante una prueba de consumidores. ITEA vol 93, 89-97.

COMPOSICIÓN DE LA CANAL Y DE LA CARNE EN CONEJOS SELECCIONADOS POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Pascual M., Aliaga S., Pla M.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica.
P. O. Box 22012, 46071 Valencia

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de conejo se realiza mediante un cruce a tres vías, utilizando como finalizadores machos seleccionados por velocidad de crecimiento. Este trabajo pretende estudiar si esta selección ha afectado a la composición de la canal y de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 120 conejos procedentes de la línea R (Baselga, 2002), línea sintética seleccionada por velocidad de crecimiento entre las 4 y 9 semanas de vida en la Universidad Politécnica de Valencia. En la generación 7ª de selección se recuperaron y vitrificaron embriones que tras varios años congelados se desvitrificaron y transfirieron a hembras receptoras. La descendencia de los animales procedentes de estos embriones formaron el grupo C (n=60), para evitar así cualquier efecto de la vitrificación-desvitrificación. El grupo S (n=60) se formó con descendientes de la generación 21. Los dos grupos crecieron coetáneamente.

A los 63 días de vida, los animales se pesaron y sacrificaron. Tras 24 horas de refrigeración a 3-5°C, las canales se pesaron y disecaron según las normas de la WRSA (Blasco y Ouhayoun, 1996), separándose la cabeza, hígado, riñones, el conjunto de órganos torácicos, obteniendo así y pesando la canal de referencia. Se separó y pesó la grasa escapular y perirrenal y se realizó la disección tecnológica, pesándose las distintas partes obtenidas (brazos, caja torácica, parte central y parte trasera). Se disecó una de las extremidades posteriores para obtener el peso de la carne y del hueso. Se calculó el rendimiento de la canal (canal fría/100/ peso vivo) y el porcentaje de canal de referencia respecto a la canal fría, así como los de la grasa disecable (como suma de la grasa escapular y perirrenal), brazos, caja torácica, parte central y parte trasera respecto a la canal de referencia. Se calculó el ratio carne:hueso de la extremidad posterior disecada y los porcentajes de humedad, proteína y grasa de la carne de la extremidad posterior se determinaron mediante espectroscopia NIR (Pla *et al.*, 2004).

Se estimaron las medias por mínimos cuadrados de cada grupo mediante el programa GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) con un modelo que incluía el grupo como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto el peso vivo como el peso de las canales fría y de referencia fueron superiores en el grupo S, confirmando el éxito de la selección (tabla 1). Este resultado fue anteriormente obtenido por Larzul *et al.* (2000) y Larzul *et al.* (2001) en un experimento de selección divergente por peso a los 63 días. Sin embargo, en un estudio previo realizado por Piles *et al.* (2000) con esta misma línea, cuando los grupos solo se diferenciaban en 7 generaciones de selección, aunque observaron también diferencias en peso vivo, no

encontraron diferencias en el peso de las canales. Al igual que en los estudios realizados por Piles *et al.* (2000), Larzul *et al.* (2000) y Larzul *et al.* (2001), no se encontraron diferencias en el rendimiento de la canal. Las diferencias entre grupos en peso de la canal de referencia dejan de ser significativas cuando esta canal se expresa como porcentaje respecto a la canal fría.

Tal como obtuvieron Piles *et al.* (2000), la selección no afectó al porcentaje de brazos, caja torácica y parte central respecto a la canal de referencia. El grupo S mostró un menor porcentaje de parte trasera, pero esta diferencia se puede considerar irrelevante desde el punto de vista de la composición de la canal. No se encontraron diferencias en el ratio carne:hueso de la extremidad posterior por lo que considerando que esta relación es un buen predictor de la relación carne:hueso de la canal (Hernández *et al.*, 1996), se puede decir que la selección no afectó a este ratio ni en la extremidad posterior ni en el total de la canal. Estos resultados son coherentes si consideramos que los dos grupos fueron sacrificados a la misma edad, que es aproximadamente el mismo grado de madurez, y según Butterfield (1988), cuando dos grupos de animales se comparan al mismo grado de madurez, la composición de la canal es muy similar.

Tabla 1. Medias, errores estándar (se) y nivel de significación (sig.) del peso vivo, de la canal fría y de la canal de referencia (g), rendimiento de la canal, porcentaje de la canal de referencia respecto a la canal fría, porcentaje de grasa disecable, brazos, caja torácica, parte central y parte trasera respecto a la canal de referencia, ratio carne:hueso de la extremidad posterior y porcentaje de humedad, proteína y grasa de la carne de la extremidad posterior para los grupos C (Control) y S (Selección).

	LSM		se	sig.
	C	S		
Peso vivo	2263	2485	33	***
Peso de la canal fría	1230	1348	21	***
Rendimiento de la canal	54.31	54.14	0.30	ns
Peso de la canal de referencia	983	1075	18	***
Porcentaje de canal de referencia	79.83	79.60	0.25	ns
Porcentaje de grasa disecable	2.16	2.55	0.07	***
Porcentaje de brazos	28.75	29.06	0.16	ns
Porcentaje de caja torácica	12.73	12.41	0.19	ns
Porcentaje de parte central	31.37	31.49	0.15	ns
Porcentaje de parte trasera	37.45	36.75	0.17	**
Ratio carne:hueso	5.47	5.48	0.06	ns
Porcentaje de humedad	74.51	74.22	0.10	*
Porcentaje de proteína	20.97	20.95	0.05	ns
Porcentaje de grasa	2.97	3.20	0.10	†

ns: no significativo; †: $P < 0,1$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$

El grupo S mostró un mayor porcentaje de grasa disecable de la canal de referencia, mientras Piles *et al.* (2000) observaron un menor contenido de grasa disecable en el grupo seleccionado cuando los dos grupos diferían en 7 generaciones de selección, que se atribuyen a un menor grado de madurez de los animales del grupo S respecto al grupo C en el momento de sacrificio. Sin embargo, según Sánchez *et al.* (2004), tras 14 generaciones de selección se ha aumentado del consumo de pienso del grupo seleccionado respecto al control. En cerdos se ha observado que conforme aumenta el consumo de pienso, tanto la deposición de grasa como la de proteína aumenta, pero por encima de un nivel de ingestión

dado se mantiene constante la deposición de proteína y el consumo extra de pienso se destina a la producción de grasa (Whittemore, 1993). Si este mecanismo se diera también en conejo, el mayor porcentaje de grasa disecable obtenido en el grupo S podría ser debido al mayor consumo de pienso.

El porcentaje de grasa en la carne de la extremidad posterior fue superior en el grupo S, al igual que en el trabajo de Gondret *et al.* (2003), que encontraron un mayor contenido en grasa intramuscular en líneas seleccionadas por alto peso a los 63 días en un experimento de selección divergente. Sin embargo, Piles *et al.* (2000) encontraron un menor contenido de esta grasa en los animales seccionados. No se encontraron diferencias en porcentaje de proteína, y el grupo S mostró un menor contenido en humedad respecto al grupo C, que podría ser debido al mayor porcentaje de grasa del grupo seleccionado.

La selección por velocidad de crecimiento ha aumentado no sólo en peso vivo a los 63 días sino también en el peso de la canal fría y de referencia, mientras que no ha afectado al rendimiento de la canal. No ha habido cambios en la mayoría de las partes de la canal estudiadas ni en la relación carne:hueso de la extremidad posterior y, por tanto, del total de la canal. La selección ha incrementado la grasa disecable de la canal y del porcentaje de grasa en la carne de la extremidad posterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASELGA M. 2002. Line R (Spain) in rabbit genetic resources in mediterranean countries. Eds. Options méditerranéennes.
- BLASCO A., OUHAYOUN J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science* 4(2): 93-99.
- BUTTERFIELD R. 1988. New concepts of sheep growth. Edition University of Sidney. Australia.
- GONDRET F., COMBES S., LARZUL C. 2003. Sélection divergente sur le poids à 63 jours: conséquences sur les caractéristiques musculaires à même âge ou à même poids. *Proceedings of 10th Journées Recherche Cunicole*. Paris
- LARZUL C., GONDRET F., COMBES S. 2001. Sélection sur le poids à 63 jours: quelles conséquences pour les caractéristiques bouchères? *Proceedings of 9^{ème} Journées Recherche Cunicole*. Paris
- LARZUL C., GONDRET S., GARREAU H., DE ROCHAMBEAU H. 2000. Divergent selection on 63-day body weight in rabbit: preliminary results. *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*. Valencia
- HERNÁNDEZ P., PLA M., BLASCO A. 1996. Prediction of carcass composition in the rabbit. *Meat Science* 44: 75-83.
- PILES M., BLASCO A., PLA M. 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. *Meat Science* 54: 347-355.
- PLA M., PASCUAL M., ARIÑO B. 2004. Protein, fat and moisture content of meat of rabbit retail cuts. *World Rabbit Science* 12(3): 149-158.
- SANCHEZ J. P., BASELGA M., SILVESTRE M. A., SAHUQUILLO J. 2004. Direct and correlated responses to selection for daily gain in rabbits. *Proceedings of 8th World Rabbit Congress*. Puebla.
- WHITTEMORE C. T. 1993. The Science and practice of pig production. Edition Longman Scientific & Technical. England.

CONTRIBUCIÓN PARA LA IGP (INDICACIÓN GEOGRÁFICA PROTEGIDA) DE UN PRODUCTO TRADICIONAL DEL “FUMEIRO DE MELGAÇO”: CARACTERIZACIÓN DEL CHORIZO DE CARNE

Santos, D.¹, Oliveira, C.¹, Lopes, J.C.¹, Soares, M.L.¹, Afonso, I. M.¹, Brito, N.V.¹

¹Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 4990-706 Refóios de Lima, Ponte de Lima Portugal

INTRODUCCIÓN

La salchichería tradicional se presenta como un importante vector en el contexto de las políticas de desarrollo rural. Por otro lado, la recuperación y utilización de razas autóctonas, como la de cerdos “Bísaro”, típica del N/NW de Portugal, donde se ubica la comarca de Melgaço, pasa por la valorización de sus productos tradicionales, transformados a través de técnicas ancestrales, próximas a un concepto de Agricultura Ecológica. El “Fumeiro de Melgaço”, más propiamente el “chorizo de carne” (producto de fabricación tradicional, curado y ahumado, transformado a partir de “Bísaro” o de sus cruces), procura su identidad y genuinidad, garantía de calidad de un producto final, reconocida y protegida a través de una IGP (Indicación Geográfica Protegida).

“El chorizo de carne”, producto de mayor expresión en el “Fumeiro de Melgaço”, se elabora a partir de lomo del cerdo, condimentado con cebolla, pimentón, ajo, sal, vino verde tinto (agua en las Tierras Altas), ahumándose después con leña del roble y urce. Estudios de caracterización se revelan necesarios y urgentes, valorando el patrimonio genético autóctono, recuperando procesos de fabricación, tradiciones culturales y desarrollando, simultáneamente, regiones desfavorecidas.

Con esta análisis se pretende caracterizar, desde el punto de vista sensorial y fisicoquímico, el “chorizo de carne”, evaluando la influencia de la raza y de los diferentes tipos de fabricación (casero, tradicional y industrial), definiendo como objetivo final la obtención de una IGP “Fumeiros de Melgaço”.

MATERIAL Y MÉTODOS

1 - Tipo de Manufactura

En este estudio se consideran tres tipos de fabricación aunque agrupados en dos clases: el tipo industrial y el tradicional (casero y tradicional). El tipo industrial se define como unidad con potencia instalada comprendida entre 250 kVA y 25 kVA y la denominación tradicional comprende dos tipos distintos de capacidad, ambas con potencia instalada inferior a 25 kVA: el casero, unidad con manufactura inferior o igual a 3000 kg./año y la tradicional propiamente dicha, unidad con manufactura superior a 3000 Kg./año.

2 - Muestras

Se analizaron 22 muestras de chorizo de carne ahumadas de fabricación casera, provenientes de 10 productores y equitativamente divididas en cuanto a la raza (Bísaro o cruzado de Bísaro y razas comerciales). En cuanto a la fabricación tradicional, fueron analizadas idéntico número de muestras, provenientes de dos productores y usándose semejante metodología. En la fabricación del tipo industrial, se analizaron 11 muestras provenientes del único productor de la región, que apenas transforma carne de cerdo de razas comerciales.

3 - Análisis sensorial

Para la caracterización del perfil sensorial, se constituyó un panel previamente especializado de 14 individuos (4 mujeres y 10 hombres), con edades comprendidas entre los 24 y los 46 años. Este panel tiene como finalidad, a través del análisis descriptivo, clasificar, usando una escala de intensidad de 1 a 7, 14 atributos organolépticos, agrupados en apariencia, aroma, textura y sabor (Martins, 1990).

4 - Análisis fisicoquímico

La caracterización fisicoquímica se basó en la determinación de los siguientes parámetros: pH y contenidos de humedad, proteína (Kjedahl $N \times 6,25$), materia grasa, cloruros (NaCl) e hidroxiprolina, según las Normas Portuguesas. Para la determinación de la materia grasa, el método analítico usado fue el del cloroformo propuesto por Pearson y adaptado por León Crespo (1973) (Martins y Patarata, 1993).

5 - Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se recurrió al programa SPSS 11.0 for Windows, realizándose estadística exploratoria (Tukey-HSD), análisis de variación univariada y multivariada y comparación de promedios. Además, se calcularon indicadores de tendencia central e indicadores de dispersión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis sensorial se presentan en la Tabla 1. En cuanto a la raza usada como materia prima, se observa la presencia de diferencias significativas ($P < 0,05$), en la apariencia (color, más intenso en la raza Bísaro), aroma (intensidad superior en Bísaro), textura (firmeza superior en Bísaro y terneza inferior en Bísaro) y sabor (acidez, picante y salado inferiores en Bísaro). Con relación al tipo de fabricación (Tabla 1), según este panel de evaluadores, se verifica la presencia de diferencias significativas ($P < 0,05$), en la apariencia (marmóreo, menos intenso en el industrial), aroma (rancio, más intenso en el casero), textura (terneza, menos tierno en el casero) y sabor (picante, menos pronunciado en el tradicional).

En la análisis de la interacción raza*tipo de fabricación, se verifica la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$), en cuanto al color (más intenso en el Bísaro tradicional (B*T), relativamente a no Bísaro tradicional, (NB*T)); firmeza (entre el Bísaro casero (B*C) y Bísaro tradicional; Bísaro casero y no Bísaro industrial (NB*I), Bísaro tradicional y no Bísaro tradicional (NB*TT)), terneza (Bísaro casero y no Bísaro tradicional; no Bísaro casero (NB*C) y no Bísaro tradicional) y sabor (picante, entre no Bísaro casero con Bísaro casero y tradicional y entre no Bísaro casero y no Bísaro tradicional). Se constata así, del punto de vista organoléptico, el reconocimiento de una identidad específica para el chorizo de carne de Melgaço, en relación con atributos como el color, más intenso y la firmeza, más pronunciada. De resaltar, además, la influencia de la raza en la intensidad del aroma. Por otro lado, por el análisis de distintos factores, se observa una ausencia de características de tipicidad, que se podrá atribuir a la variabilidad verificada en los distintos tipos de fabricación y su interrelación con el productor.

Los resultados referentes al análisis fisicoquímico se presentan en la Tabla 2. En cuanto a la raza, se constata la presencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) en todos los parámetros analizados, al excepción del contenido en hidroxiprolina. Con relación al tipo de fabricación, se observa la presencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) en todos los parámetros analizados, entre los tres tipos de fabricación (casero, tradicional y industrial), con excepción del contenido de cloruros (superior en el casero) e hidroxiprolina (inferior en el industrial). En el análisis de la interacción raza*tipo de fabricación, se verifica la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) en el pH (entre el Bísaro tradicional y todas las restantes formas de fabricación y entre lo no Bísaro tradicional y el no Bísaro casero y industrial), contenido del humedad (entre el Bísaro casero y el Bísaro tradicional, no Bísaro industrial y tradicional; entre el Bísaro tradicional y el no Bísaro casero, industrial y tradicional y entre el no Bísaro casero y el no Bísaro industrial y el tradicional); contenido en proteína, (entre el Bísaro tradicional y el Bísaro casero, no Bísaro casero y industrial, entre el Bísaro casero y el no Bísaro casero y industrial y entre los no Bísaro casero, tradicional y industrial). En el contenido de materia grasa, se observa la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre todos los productos analizados; en el contenido del cloruros, el Bísaro casero presenta el valor promedio más elevado (3,69%), observándose la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) con los restantes productos y en el contenido del hidroxiprolina, el no Bísaro casero presenta el valor promedio más elevado (0,42%), difiriendo significativamente ($P < 0,05$) de los restantes productos. Se verificase que desde el punto de vista fisicoquímico, el chorizo de carne de Melgaço, se caracteriza por un inferior contenido en proteína (dependiente del tipo de fabricación y reflejándose en valores más reducidos de hidroxiprolina), elevado contenido de materia grasa (raza), bajo contenido de humedad y contenidos de cloruros más elevados (especialmente en la fabricación de tipo casero). Se constata además, una elevada variabilidad de los parámetros fisicoquímicos analizados, muy influenciados por el tipo de fabricación.

Se confirma así, tanto desde el punto de vista sensorial como fisicoquímico, una elevada influencia del tipo del fabricación y origen de la materia prima, siendo, pues, fundamental mayor investigación y caracterización del producto, normalización de los procesos de fabricación, control y mejora de las razas autóctonas, valorando, en consecuencia, su tipicidad con la finalidad de obtener una identidad propia para el chorizo de carne de Melgaço.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martins, C., 1990. Avaliação sensorial de alimentos. UTAD, Vila Real, 39pp.
- Martins, C. y Patarata, L., 1993. Série Didáctica. Ciências Aplicadas 32, 26-27

Tabla 1 – Valores promedios de los atributos sensoriales del chorizo de carne en función de la raza, tipo de fabricación y su interacción.

	Raza			Fabricación			Raza*Fabricación				
	Bísaro	No Bísaro	Casero	Tradicional	Industrial	B* ^c	B*T	NB* ^c	NB*T	NB* ⁱ	
Apariencia	Color	5,54 ^a	4,52 ^b	4,82 ^a	5,05 ^a	4,89 ^a	4,64 ^{ab}	6,13 ^a	5,50 ^{ab}	3,89 ^b	5,33 ^{ab}
	Marmóreo	5,07 ^a	4,40 ^a	5,27 ^a	4,79 ^a	3,25 ^b	4,82 ^a	4,25 ^a	4,40 ^a	4,11 ^a	3,33 ^a
Aroma	Intensidad	5,27 ^a	4,51 ^b	4,89 ^a	5,00 ^a	4,28 ^a	5,55 ^a	4,75 ^a	4,30 ^a	5,11 ^a	4,56 ^a
	Curado	4,70 ^a	4,37 ^a	4,38 ^a	4,71 ^a	4,32 ^a	3,91 ^a	4,88 ^a	5,10 ^a	4,78 ^a	4,44 ^a
	Fermentado	3,13 ^a	2,89 ^a	3,12 ^a	3,07 ^a	2,56 ^a	2,64 ^a	3,00 ^a	2,40 ^a	2,44 ^a	1,89 ^a
	Rancio	2,4 ^a	2,15 ^a	2,68 ^a	2,13 ^b	1,64 ^b	2,00 ^a	3,00 ^a	2,70 ^a	1,78 ^a	1,44 ^a
Textura	Suculencia	4,34 ^a	4,20 ^a	4,02 ^a	4,57 ^a	4,11 ^a	4,70 ^a	4,00 ^a	3,30 ^a	4,20 ^a	3,33 ^a
	Firmeza	4,68 ^a	4,26 ^b	4,25 ^a	4,36 ^a	4,93 ^a	3,80 ^b	5,70 ^a	5,20 ^{ab}	3,80 ^b	5,78 ^a
	Terneza	3,18 ^a	4,19 ^b	3,20 ^b	4,04 ^a	4,46 ^a	2,60 ^b	3,40 ^{ab}	2,30 ^b	4,60 ^a	3,78 ^{ab}
Sabor	Intensidad	4,48 ^a	4,80 ^a	4,63 ^a	4,52 ^a	5,08 ^a	4,60 ^a	3,80 ^a	4,50 ^a	4,90 ^a	5,22 ^a
	Acidez	3,17 ^a	3,88 ^b	3,61 ^a	3,39 ^a	3,96 ^a	3,50 ^a	2,90 ^a	3,40 ^a	3,80 ^a	4,44 ^a
	Picante	3,22 ^a	4,26 ^b	4,26 ^a	3,25 ^b	4,21 ^a	3,20 ^b	2,50 ^b	5,20 ^a	3,20 ^b	3,89 ^{ab}
	Dulce	3,38 ^a	2,98 ^a	3,07 ^a	3,41 ^a	2,71 ^a	3,20 ^a	3,60 ^a	2,40 ^a	3,10 ^a	2,78 ^a
	Salga	3,23 ^a	4,07 ^b	3,75 ^a	3,57 ^a	4,04 ^a	3,00 ^a	2,90 ^a	3,80 ^a	4,10 ^a	3,89 ^a

a≠b P≤0,05

Tabla 2 – Composiciones químicas promedias del chorizo de carne para diferentes tipos de raza, tipo de fabricación y su interacción.

	Raza			Fabricación			Raza*Fabricación			
	Bísaro	No Bísaro	Casero	Tradicional	Industrial	B* ^c	B*T	NB* ^c	NB*T	NB* ⁱ
pH	5,42 ^a	5,29 ^b	5,37 ^b	5,27 ^c	5,43 ^a	5,30 ^c	5,54 ^b	5,44 ^b	5,00 ^d	5,43 ^b
Humedad	27,68 ^b	36,36 ^a	24,44 ^c	32,74 ^b	50,08 ^a	23,95 ^d	31,40 ^c	24,94 ^d	34,08 ^b	50,08 ^a
Proteína	33,74 ^a	30,25 ^b	31,63 ^b	33,33 ^a	28,31 ^c	25,27 ^d	42,23 ^a	37,99 ^b	24,44 ^d	28,31 ^c
Mat. Grasa	43,14 ^a	28,08 ^b	47,56 ^a	29,23 ^b	16,94 ^c	64,93 ^a	21,34 ^d	30,19 ^c	37,12 ^b	16,94 ^c
Cloruros	3,26 ^a	2,61 ^b	3,24 ^a	2,72 ^b	2,44 ^b	3,69 ^a	2,83 ^b	2,78 ^b	2,61 ^b	2,44 ^b
Hidroxirolina	0,32 ^a	0,35 ^a	0,36 ^a	0,34 ^a	0,28 ^b	0,29 ^b	0,34 ^b	0,42 ^a	0,34 ^b	0,28 ^b

a≠b≠c≠d P≤0,05

EFFECTO DE LOS FACTORES METEOROLÓGICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE CRUDA PRODUCIDA EN LA REGION CENTROCCIDENTAL DE VENEZUELA EN EL PERIODO 2000-2002

¹Hermes Bravo Brito, ²Rafael Ramírez, ³Baudilio Herrero, ³Jesus Ciria

¹ Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". ²Investigador Libre. ³Universidad de Valladolid, Departamento de Ciencias Agroforestales.

hbravo@ucla.edu.ve, javierramirez66@yahoo.es, baudilio@agro.uva.es,
jciria@agro.uva.es

INTRODUCCIÓN

En Venezuela se presentan condiciones climatológicas muy diversas, dada su ubicación geográfica (Cinturón Tropical). Estas condiciones dificultan la evacuación del excesivo calor corporal, provocado por la intensidad de procesos fisiológicos en vacas lecheras, y de una u otra forma tienden a afectar la calidad de la leche cruda.

Las condiciones climáticas influyen en variaciones de los componentes orgánicos e inorgánicos de la leche (Mariani *et al.*, 1993), los cuales tienen repercusión sobre sus características tecnológicas (Coulon, 1994). Afectan el bienestar de las vacas, influyendo sobre los aspectos cuantitativos y cualitativos de la leche (Calamari y Abeni, 1995) y es conocido su efecto sobre el porcentaje de grasa y otros componentes en áreas tropicales y subtropicales, pero limitadamente. (Sharma *et al.*, 1983).

En los Estados Unidos han comprobado que la composición y calidad de la leche varían de acuerdo a las áreas geográficas (Allore *et al.*, 1997). En España, se ha observado que la mayor situación de estrés de los animales, podría estar asociada con reducción en la concentración de la proteína de la leche cuando las vacas coinciden al final de la gestación con los meses más cálidos del año (Guerrero *et al.*, 1998). También en Israel, han observado que la diferencia de horas entre los días más cortos y más largos podría incrementar la grasa y la proteína para las vacas que paren en el invierno y la lactosa para las vacas que paren en el verano (Aharoni *et al.*, 2000).

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de los factores meteorológicos sobre las características físico-químicas y microbiológicas de la leche cruda producida en la Región Centroccidental de Venezuela en el periodo 2000-2002.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el experimento se utilizaron los registros diarios de análisis físico-químicos y microbiológicos de la leche cruda fría producida en los Estados Portuguesa, Lara y Yaracuy, los cuales representan a la Región Centroccidental de Venezuela. Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de la Empresa INDUSTRIAS UHT C.A., mediante los métodos de ensayo citados en la Norma COVENIN 903, 1993. La recolección de leche se realiza en cuatro rutas que incluyen a diez fincas lecheras. Las estaciones meteorológicas utilizadas como referencia fueron: la estación Acarigua, la estación Naranjal-Marín y la estación Quibor.

Se analizaron un total de 51.739 datos registrados, de los cuales 23.721 son de los análisis físico-químicos y microbiológicos diarios con la siguiente información: acidez titulable (volumen de NaOH 0.1 N gastados/ 100 ml de leche); punto crioscópico (°H); densidad relativa (g/ml) a 15 °C; porcentaje de grasa, sólidos totales, de sólidos no

grasos y Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM), (horas y minutos) y 28.018 datos diarios de siete factores climáticos, precipitación (mm), evaporación (mm), temperatura mínima (°C), temperatura máxima, insolación total (horas y décimas), radiación (calorías/cm²/día) y humedad relativa (%), ambos registros se recolectaron para un periodo de tres años consecutivos.

Los datos fueron procesados utilizando el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences © Inc., 1999), versión 10.0 para Windows.

Modelo I: $H_0: \rho = 0$ y $H_1: \rho \neq 0$, para correlación múltiple de los factores meteorológicos.

Modelo II: El modelo lineal de regresión lineal múltiple, fue el siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \beta_0 + \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_3) + \beta_4(X_4) + \beta_5(X_5) + \beta_6(X_6) + \beta_7(X_7) + \varepsilon_{ijklmno}$$

donde: $Y_{ijklmno}$ = variables dependientes, acidez, densidad relativa, punto crioscópico, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y TRAM, de la leche cruda. Las variables independientes corresponden a los factores meteorológicos (precipitación, evaporación, temperatura mínima, temperatura máxima, insolación, radiación y humedad relativa)

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores r oscilaron de 0,020 hasta 0,550. Las relaciones entre factores meteorológicos resultaron altamente significativas ($P < 0.001$) a excepción de la precipitación con la temperatura mínima, que no resulta significativa. La precipitación solo tuvo influencia ($P < 0.05$) sobre la densidad relativa.

Tabla 1. Factores meteorológicos y características físico-químicas y microbiológicas de la leche cruda en la Región Centroccidental de Venezuela

Características	FACTORES METEOROLÓGICOS					
	Evaporación (mm)	Temper.Minima (°C)	Temp. Máxima(°C)	Insolación (Hrs,dec)	Radiación (Cal/cm ² /día)	Humedad Relativa (%)
Acidez titulable,ml	0.0005428 ns	-0.01579 **	0.006125 ns	- 0.0008145 ns	0.0002064 **	0.002143 **
Densidad relat. g/ml	0.00000489 ns	-0.000032 **	0.0000257 **	0.0000021 ns	0.0000003 **	0.00000436 **
Punto crioscóp. °H	-0.0001328 **	0.000302 **	0.0004072 **	- 0.0000197 ns	-0.0000069 **	- 0.00001031 ns
Grasa, %	-0.0006887 ns	0.01185 **	0.01221 **	0.008370 **	-0.0005078 **	0.002244 **
Sólidos totales,%	0.01670 **	-0.01036 ns	0.006279 ns	0.02479 **	-0.001093 **	0.007006 **
Sólidos no grasos,%	0.01731 **	-0.01195 **	-0.005090 **	0.01833 **	-0.0005852 **	0.005547 **
TRAM, hrs-min	-0.02675 ns	-0.01522 ns	-0.01430 ns	-0.01051 ns	0.001048 **	-0.003310 ns

Nota: *. Significación ($P < 0.05$); **Significación ($P < 0,01$); ns. No Significativa ($P > 0.05$).

Los coeficientes de regresión b son bajos, los coeficientes de determinación r^2 oscilaron entre un rango de 1,3 y 14,0 % y las significaciones fueron altas para cada modelo, ($P < 0,01$). Todos los modelos resultaron significativos ($P < 0.0000$). El coeficiente de

determinación mas alto fue para el punto crioscópico (14,0 %), esto significa que los factores climáticos (precipitación, evaporación, temperatura mínima, temperatura máxima, insolación, radiación y humedad relativa) del modelo ejercen en conjunto un efecto sobre el punto crioscópico, el cual es explicado en un 14,0 %. El coeficiente de determinación menor el correspondiente a la característica microbiológico TRAM con 1.3 % y en el cual solo la radiación ejerce un efecto significativo.

Aharoni *et al.* (1999), midieron los efectos de siete índices de carga calórica y el fotoperiodo sobre la producción de leche, grasa y lactosa de tres rebaños de ganado Holstein israelí, y observaron un efecto sobre la producción de leche ($r^2 = 60,8$ %) y la concentración de grasa ($r^2 = 16,5$ %), pero no sobre la lactosa ($r^2 = 13,7$ %). Los efectos fueron altamente significativos en todos los rebaños ($P < 0,01$), así como los factores estacionales (duración del día y cambio en la duración del día).

En contraste, se puede observar que el coeficiente de determinación para grasa es ligeramente inferior a los resultados obtenidos en este trabajo para el punto crioscópico, por lo tanto, los factores involucrados en el modelo afectan a esta característica.

Msechu *et al.*, (1995), al examinar la influencia de temperaturas de bulbo seco y húmedo durante la mañana y la tarde, temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación sobre la producción de leche en ganado de tipo tropical, observaron que solamente una pequeña parte de la variación en la producción de leche pudo ser atribuida al efecto de las variables climáticas, pero aun así los resultados del modelo fueron estadísticamente significativos. Los valores de r^2 fluctuaron entre 4,6 y 10,8 %.

Sharma *et al.* (1988), en un estudio realizado para evaluar los efectos de las interacciones entre la temperatura máxima, la humedad relativa mínima y la radiación solar sobre la producción y los componentes de la leche, observaron que los efectos de las variables climáticas y sus interacciones fueron significativas, aunque pequeños.

El coeficiente de determinación (r^2) del modelo para cada variable oscila entre 1,3 y 14,0 %,siendo significativo ($P < 0,01$),lo cual indica una baja explicación de las variables por los factores meteorológicos, resultando todos los modelos significativos ($P < 0.000$).

El coeficiente de determinación mas alto del estudio fue para el punto crioscópico (14,0 %), por lo que se debe mantener vigilancia en las unidades de explotación, la disponibilidad de agua y alimento, el intervalo entre ordeños, el periodo de alimentación y suministro de agua antes del ordeño y las condiciones ambientales por ser estos factores que pueden afectar el punto de crioscopia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AHARONI, Y. , A. BROSH and E. EZRA. 1999. *Animal Science*. 69:37-47. * AHARONI, Y. , A. BROSH, and E. EZRA. 2000. *J. Dairy Sci.* 83 : 2779 -2781. * CALAMARI, L., F. ABENI. 1995. In: C.E.R.A.S.,A.A.S.V.T. e C.R.P.A. (ed.ri)" Vacca da latte e stress da caldo".4-65. COULON, J.B. 1994. *Rec. Med. Vet.*, 170, 367-374. * GUERRERO , Y. M., A. GOMEZ CABERIA, J.M. SERRADILLA M. and C.C. BALCH. 1998. *Indian Journal of Animal Sciences*. 68 (9): 985-987, September. * MARIANI, P, G. ZANZUCCHI, P. BLANCO, M. MASONI.1993. " L'industria del latte", 29 (1), 39-53. * MSECHU, J. K.K., M. MGHENI and OLA SYRSTAD.1995. *Tropical Animal Health Production*.27,121-126. * SHARMA, A.K., L.A. RODRIGUEZ, C. J. WILCOX, R.J. COLLIER, K.C. BACHMAN and F.G. MARTIN.1988. *J. Dairy Sci.* 71: 819- 825. * THATCHER, W.W., and R.J. COLLIER. 1994. *Reproduction in Farm Animal*. 6th edn.pp.301-309. (Ed.). Heafez.E S E . Lea and Febiger. Philadelphia

AVANCES DE RESULTADOS SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE PINTADAS EN EXTREMADURA.

López Parra, M^a.M.; García Torres, S.; Tejerina Barrado, D.; Blanco Martín, T. y Del Moral, J.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca La Orden. Apartado 22. 06080 Badajoz.

INTRODUCCIÓN

La carne de pintadas es muy demandada por la culinaria actual, así en Francia y en Italia se producen 85.000 tm/año, mientras que en España esa cifra se reduce a 300 tm, de ahí que se adquieran en Francia la mayor parte de las que se consumen (Castelló, 1996). Se plantea la introducción de sistemas de explotación extensiva de pintadas como opción para el desarrollo de una agricultura sostenible en Extremadura, debido a la gran adaptabilidad de esta especie al agrosistema del sur de Extremadura (Del Moral y col, 1998 a, 1998b, 1999, Mejías y col, 1999; Muriel y col, 1999)

MATERIAL Y MÉTODOS

La producción de las pintadas se llevó a cabo en la finca Valdesequera. Cada tres meses se dispusieron lotes de 100 pintadones, unos en régimen intensivo (confinamiento y alimentación a base de pienso) y otro extensivo (en locales abiertos con parque y alimentación a base de pienso similar al intensivo más el disponible de forma natural). El programa de alimentación consta de tres dietas diferentes: arranque (iniciación), crecimiento y acabado). El sacrificio se realizó a un peso aproximado de 2 kg. Para realizar el estudio de calidad de carne, se tomaron 11 animales de cada sistema de explotación en cada una de las estaciones de estudio. Las determinaciones realizadas a las 24 horas del sacrificio, entre otras, fueron la medición del color objetivo de forma instrumental (colorímetro Minolta CR-200)(CIE, 1976), en la carne a nivel de pechuga y contramuslo, y de la piel. Medición del pH a nivel de la pechuga y la determinación de pigmentos hemínicos (Hornsey, 1956) en las dos piezas antes mencionadas. Se analizaron los datos utilizando el procedimiento GLM (SAS,1994) y se estudió el efecto del sistema de producción y las estaciones del año sobre las piezas descritas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados aquí presentados son un avance de los estudios que se vienen realizando con estos animales encuadrados en un proyecto de investigación más amplio que compara las canales obtenidas en dos sistemas de producción y su viabilidad económica. Al analizar los datos por estación del año en la pechuga (Tabla 1) se comprueba que al medir el color sobre la piel sólo aparecen diferencias ($p < 0.05$) en los animales de primavera y en relación al parámetro b^* presentando ($p < 0.05$) estos animales valores superiores (13.85) a los criados en otras estaciones. La piel presenta una coloración más amarillenta. En el caso del contramuslo (Tabla 2) las diferencias aparecen en el parámetro a^* (9.60) ($p < 0.05$), más rojizo. El pH más elevado lo presentan los animales en otoño tanto en pechuga (5.67) como en contramuslo (6.33), estos valores, al haber sido medidos después de las primeras 24 horas postmortem, se pueden considerar como los de estabilización y, de acuerdo con García Martín (1993) y Muriel (1998), indicarían que las muestras de pechuga están dentro de los valores considerados normales, mientras que las de contramuslo indicarían una insuficiente concentración del glucógeno muscular antemortem que determina carnes DFD (oscuras, firmes y secas). En general los valores de pH medidos en el contramuslo son superiores a los de pechuga, lo cual ya se ha puesto de manifiesto por otros autores (Touraille y cols., 1981 a y b; Cepero y cols.,

1994), lo cual se puede deber a que el contramuslo está formado por músculos con mayor actividad que los de la pechuga lo cual supondría una menor caída del ph producida por un contenido inicial en glucógeno menor. El color determinado a nivel de la musculatura, en la pechuga solo aparece significativo el índice de rojo (a*), siendo los animales de primavera los de valores más altos, son carnes más coloreadas, más rojizas. En el contramuslo tanto L*, a* y b* son significativamente diferentes, siendo los animales de primavera los que presentan una mayor luminosidad (L*), e índice de amarillo (b*). Los de verano son más rojizos (a*). La cantidad de pigmentos determinados a las dos longitudes de onda (512 y 640), indican diferencias significativas, tratándose las carnes de los animales de verano las que contienen mayor cantidad de mg de mioglobina por gramo de músculo. Si tenemos en cuenta el sistema de explotación, las muestras de pechuga (Tabla 3) indican un valor de ph significativamente superior en los animales extensivos (5.61 vs 5.52), a diferencia de lo que encontraron Cepero y cols, (1994) quienes hallaron valores de ph similares en muestras de pechuga en pollos criados en libertad y los criados en confinamiento, al igual que Muriel (1998). El que el ph sea algo superior en animales extensivos frente a los intensivos coinciden con los resultados obtenidos por Culioli y col (1990). También la cantidad de pigmentos, expresada como mg de mioglobina es superior en los animales de régimen extensivo. En el caso del contramuslo (Tabla 4) ninguna de las variables estudiadas presenta diferencias significativas. En cuanto a la época de cría son más numerosas las variables que resultan ser significativamente diferentes en el contramuslo que en la pechuga. Los sistemas de explotación estudiados tienen escasa repercusión sobre las características de la carne aquí estudiadas, salvo en el ph y cantidad de pigmentos hemínicos en el caso de la pechuga, y ninguna sobre el contramuslo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ◆Cepero, R.; Rubio, J.; Tarazona, J.; Alava, A.; Gutierrez, M.A.; Santolaria, P.; Sañudo, C. (1994). En: XXXI Symposium de la Sección Española de la WSPA, Pamplona, p. 165-175. ◆CIE (Comisión Internacional de l'Eclairage) (1986). ◆Culioli, J.; Touraille, C.; Bordes, P. ; Bordes, P. ; Girad, J.P. (1990). Arch. Geflügelk. 54: 237-245. ◆García Martín, M. (1993). Información Veterinaria, nº 138, p. 313-319. ◆Del Moral, J; Mejías, A; Jiménez, J; Cancho, M; García, N; Corrales, D. 1998 a. Agricultura. ◆Del Moral, J; Mejías, A; Jiménez, J; Cancho, M; García, N; 1998 b. Selecciones Avícolas, XL, 5: 263-272. ◆Del Moral, J; Mejías, A; Jiménez, J; 1999. Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VII Jornadas Científicas. Ed. Junta de Andalucía. ◆Hornsey, H.C. 1956. The colour of cooked pure pork. I. J.Sci.Fd.Agric., 7:534-540. ◆Mejías, A; J. Del Moral; J. Jiménez. 1999. Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VII Jornadas Científicas. Ed. Junta de Andalucía. ◆Muriel Durán, A. (1998). Tesis Doctoral. ◆Muriel, A; Mejías, A; Bravo, J.A.; Del Moral, J. 1999. Selecciones Avícolas, XLI. Octubre: 623-629. ◆Touraille, C.; Koop, J.; Valin, C. ; Richard, F.H. (1981 a). Arch. Geflügelk. 45 : 69-76. ◆Touraille, C.; Richard, F.H. Koop, J.; Valin, C. ; (1981 a). Arch. Geflügelk. 45 : 97-104.

TABLA 1. Color, ph y pigmentos en función de la época de cría (media \pm e.e.m.), en la pechuga

		PECHUGA			
		ESTACIÓN			
		OTOÑO	PRIMAVERA	VERANO	Signific.
Color Piel	L*	54.61 \pm 2.05	51.45 \pm 2.05	58.17 \pm 2.15	Ns
	a*	5.90 \pm 0.61	4.20 \pm 0.64	4.76 \pm 0.61	Ns
	b*	8.60 \pm 2.79a	13.85 \pm 6.69b	8.16 \pm 6.30a	*
Color Carne	L*	52.30 \pm 0.76	50.87 \pm 0.76	51.89 \pm 0.76	Ns
	a*	6.56 \pm 0.36a	8.04 \pm 0.36b	6.70 \pm 0.36a	*
	b*	7.78 \pm 0.54	7.74 \pm 0.54	9.01 \pm 0.54	Ns
Pigmentos	Ph	5.67 \pm 0.03b	5.51 \pm 0.03a	5.53 \pm 0.03a	**
	p512	0.38 \pm 0.11a	0.80 \pm 0.11b	0.36 \pm 0.11a	*
	p640	0.41 \pm 0.13b	1.04 \pm 0.13b	0.49 \pm 0.13a	**

TABLA 2. Color, pH y pigmentos en función de la época de cría (media \pm e.e.m.), en el contramuslo

		CONTRAMUSLO			
		ESTACIÓN			
		OTOÑO	PRIMAVERA	VERANO	Signific.
Color Piel	L*	50.70 \pm 6.07	47.31 \pm 7.21	48.89 \pm 5.02	Ns
	a*	6.57 \pm 2.41 a	9.60 \pm 2.91b	8.68 \pm 1.95ab	*
	b*	3.10 \pm 2.06	4.22 \pm 2.43	2.40 \pm 1.77	Ns
Color Carne	L*	40.94 \pm 2.52a	44.09 \pm 2.03b	41.91 \pm 2.85a	*
	a*	16.06 \pm 3.57a	18.09 \pm 1.95ab	19.38 \pm 2.77b	*
	b*	5.51 \pm 1.94a	7.26 \pm 1.52b	6.92 \pm 1.00b	*
Pigmentos	Ph	6.33 \pm 0.38b	5.68 \pm 0.12a	5.82 \pm 0.14a	***
	p512	0.27 \pm 0.16 ^a	0.32 \pm 0.08a	0.46 \pm 0.07b	**
	p640	0.34 \pm 0.19 ^a	0.36 \pm 0.10ab	0.46 \pm 0.06b	*

TABLA 3. Color, ph y pigmentos en función del sistema de explotación (media \pm e.e.m.), en la pechuga

		PECHUGA			
		LOTE			
		EXTENSIVO	INTENSIVO	Signific.	
Color Piel	L*	53.42 \pm 1.73	56.02 \pm 1.84	ns	
	a*	5.02 \pm 0.52	4.93 \pm 0.55	ns	
	b*	11.34 \pm 1.42	8.68 \pm 1.51	ns	
Color Carne	L*	51.82 \pm 0.60	51.52 \pm 0.66	ns	
	a*	6.88 \pm 0.32	7.37 \pm 0.35	ns	
	b*	8.56 \pm 0.43	7.71 \pm 0.47	ns	
Pigmentos	Ph	5.61 \pm 0.03b	5.52 \pm 0.03a	*	
	p512	0.75 \pm 0.07b	0.23 \pm 0.08a	***	
	p640	0.91 \pm 0.10b	0.33 \pm 0.11a	**	

TABLA 4. Color, pH y pigmentos en función del sistema de explotación (media \pm e.e.m.), en el contramuslo

		CONTRAMUSLO			
		LOTE			
		EXTENSIVO	INTENSIVO	Signific.	
Color Piel	L*	48.45 \pm 1.46	49.59 \pm 1.60	ns	
	a*	8.24 \pm 0.65	8.34 \pm 0.71	ns	
	b*	3.84 \pm 0.56	2.75 \pm 0.06	ns	
Color Carne	L*	41.95 \pm 0.65	42.74 \pm 0.72	ns	
	a*	18.18 \pm 0.73	17.44 \pm 0.80	ns	
	b*	6.31 \pm 0.39	6.57 \pm 0.43	ns	
Pigmentos	Ph	6.01 \pm 0.09	5.86 \pm 0.10	ns	
	p512	0.37 \pm 0.03	0.34 \pm 0.03	ns	
	p640	0.40 \pm 0.03	0.35 \pm 0.04	ns	

ESTABILIDAD DEL COLOR DE LA CARNE DE POTRO PRODUCIDA EN NAVARRA.

Sarriés, M. V., Indurain, G., Goñi, M. V., Insausti, K., Beriain, M. J.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra . 31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La carne de potro es un producto alimenticio con escasa oferta y demanda en el consumo de derivados cárnicos. Si la comparamos con el resto de las carnes de abasto, este producto en España a pesar de situarse en un mercado muy minoritario, las crisis alimentarias están potenciando el interés hacia este tipo de carne. Trabajos previos han estudiado el color de la carne de caballo (Roth *et al.*, 1995; Segato, *et al.*, 1999). Sin embargo no hay referencias que determinen la oxidación del color y su relación con la vida útil de la misma.

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar el estado químico de la mioglobina de la carne de potro de raza Burguete producida en Navarra tras 4 y 7 días de maduración y su relación con la estabilidad del color como indicador de la vida útil de la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se han empleado 31 potros (20 machos y 11 hembras) de raza Burguete. Los animales se criaron en condiciones extensivas permaneciendo con sus madres hasta los 16-17 meses de edad. Posteriormente, fueron finalizados durante 7-8 meses a base de concentrado y paja hasta el momento del sacrificio (24 meses). Las medidas de la vida útil de la carne de potro se realizaron en la 13ª chuleta del músculo *Longissimus dorsi* de la media canal izquierda. La carne se maduró durante 4 días (2°C) y posteriormente chuleta fue dividida en dos mitades, una para la determinar los datos de reflectancia al 4º día de maduración (T4d) y la otra al 7º día (T7d), manteniéndose en una bandeja de poliexpán blanco tapada con un film permeable al oxígeno. Los datos de reflectancia fueron tratados para obtener los porcentajes relativos de mioglobina reducida (Mb), oximioglobina (MbO₂) y metamioglobina (MMb) (Stewart *et al.*, 1965). Las ecuaciones para estimar el porcentaje de las tres formas de mioglobina se realizaron según (Hunt, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran las medias mínimo cuadráticas y las desviaciones estándar de los porcentajes relativos de la Mb, MbO₂ y MMb tomadas sobre la carne de potro en el 4º (T4d) y en el 7º día (T7d) posterior al sacrificio de los animales. La forma química predominante de la mioglobina en la superficie de la carne de potro en T4d fue la MbO₂ encontrándose también valores de un

18,23% de Mb. Durante la exposición de la carne de potro al oxígeno se produjo una disminución progresiva en el porcentaje relativo de Mb ($p < 0.001$) y un aumento significativo en el porcentaje de la MMb ($p < 0.001$). Por el contrario, la evolución en el porcentaje relativo de MbO₂ no presentó diferencias estadísticas debido posiblemente a la alta variabilidad de las muestras. Por otro lado, es posible que la vitamina E procedente del pasto pudiera haber contribuido a estabilizar el porcentaje de la MbO₂ en la carne de algunos animales. Estos resultados coinciden con los hallados por Faustman *et al.* (1998) en carne de vacuno. El incremento del porcentaje relativo de la MMb con el tiempo de exposición al oxígeno se debería a una disminución en la actividad respiratoria del músculo (O'Keefe, *et al.*, 1981) originando una mayor penetración del oxígeno del aire y de la disponibilidad del mismo para su unión con la molécula de mioglobina (Lawrie, 1977, O'Keefe, *et al.*, 1982). Por ello, se podría pensar que se produjo una degradación del color de la carne al aumentar el tiempo de contacto con el oxígeno del aire. En la Figura 1 se representa el porcentaje relativo de los grupos de las muestras que alcanzaron menos de un 20% de MMb, entre 20% y 40% de MMb y más de un 40% de MMb en T4d (Figura 1a) y en T7d (Figura 1b). Como se observa, mientras que el 93,33% de las muestras de carne de potro en T4d obtuvieron menos de un 20% de MMb, en T7d un 60% alcanzaron más de un 40% de MMb, lo que permite afirmar que a los 7 días de exposición de la carne, un mayoría de las muestras resultarían ser inaceptable para los consumidores (Van Den Oord, *et al.*, 1971).

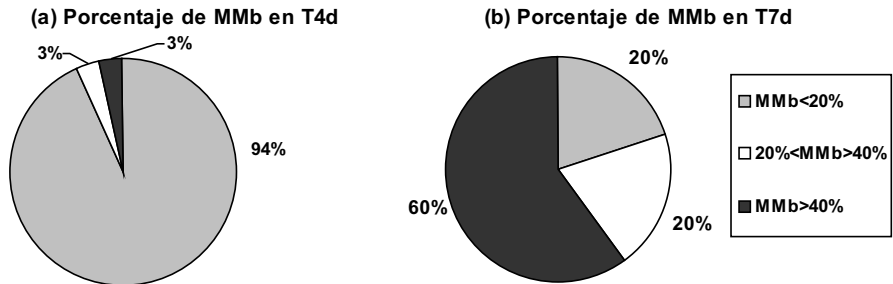
Según estos resultados, no se recomienda madurar la carne de potro hasta 7 días en las condiciones de conservación empleadas porque la mayor parte de las muestras (60%) alcanzaron valores en MMb superiores a los que se consideran aceptables para el consumidor. Por el contrario, la carne al 4º día presenta alto contenido en MbO₂, mostrando un color rojo vivo intenso que la hace atractiva y de aspecto fresco para la venta.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas y desviaciones estándar de los porcentajes relativos de la mioglobina (Mb), oximioglobina (MbO₂) y metamioglobina (MMb) tomadas sobre la carne de potro en el 4º (T4d) y en el 7º (T7d) día posteriores al sacrificio.

	T4d	T7d	sig
Mb %	18,23(20,45)	0,38(1,47)	***
MbO ₂ %	78,86(24,73)	63,77(31,83)	ns
MMb %	6,78(15,76)	46,83(27,56)	***

***= $p < 0,001$; ns= $p \geq 0,05$

Figura 1. Porcentaje relativo de grupos de las muestras que alcanzaron menos de un 20% de MMb, entre 20% y 40% de MMb y más de un 40% de MMb al 4º día (T4d) y al 7º día (T7d) de maduración.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Faustman, C., Chan, W. K. M., Schaefer, D. M., and Havens, A. (1998). Beef colour update: the role for the vitamin E. *Journal of Animal Science*, 76, 1019-1026.

Hunt, M. C. (1980). Meat color measurements. Proceedings of the 33th Reciprocating Meat Conference of the American Meat Science Association. Manhattan, USA. p. 41-46.

Lawrie R.A. (1977). "Ciencia de la carne". Ed. Acribia. Zaragoza.

O'keefe M. and Hood D. E. (1981). Anoxic storage of fresh beef. 2: Colour stability and weight loss. *Meat Science*, 5, 267.

O'Keefe M. and Hood D. E. (1982). Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. *Meat Science*, 7, 209.

Roth, D. M., Brewer, M. S., Bechtel, P. J., Kline, K. H., and Mckeith, F. K. (1995). Sensory, color and composition characteristics of young and mature chevaline. *Journal of muscle food*, 6(1), 83-89.

Segato, S., Cozzi, G., and Andrighetto, I. (1999). Effect of animal morphotype, sex and age on quality of horse meat imported from Poland. *Recent Progress in Animal Production Science: Progress, XIII Congress*, Piacenza, 674-676.

Stewart, M. R., Zipser, M. W. and Watts, B. M. (1965). The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *Journal of Food Science*, 30, 464-49.

Van Den Oord A. H. A. and Wesdorp J. J. (1971). Colour rating and pigment composition of beef. *Journal of Food and Technology*, 6, 15.

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS DE TRES PIEZAS CÁRNICAS EN FUNCIÓN DE LA MADURACIÓN

Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blázquez B.

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). Dpto. Agroalimentación. Apto. 127. Alcalá de Henares, 28800 Madrid.

INTRODUCCIÓN

El color de la carne es el factor de calidad más importante en la decisión de compra por parte del consumidor. Pero la decoloración de la carne con el transcurso de la maduración es inevitable, puesto que el color se mantiene estable durante un periodo relativamente corto. Renerre (1990) observó variaciones en cuanto a la estabilidad del color en los diferentes músculos de vacuno, clasificando nueve de ellos en tres grupos según la estabilidad del color con la maduración.

Por ello, en el presente trabajo se analiza el efecto del tiempo de maduración sobre las características calorimétricas de tres piezas cárnicas de terneros añojos comercializados al amparo de la IGP "Carne de la Sierra de Guadarrama".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de 14 terneros añojos comercializados al amparo de la IGP "Carne de la Sierra de Guadarrama", de tres piezas comerciales (lomo, redondo y pez), que fueron compradas el séptimo día postmortem, tras lo cual se procedió a su fileteado y toma de muestras para estudiar el efecto de la maduración en los días 7º (1ª maduración) y 13º (2ª maduración) y 19º (3ª maduración). La carne se envasó al vacío y conservó a 4°C durante los respectivos días de maduración. Únicamente el lomo se fileteó y conservó con el hueso, procediéndose a su eliminación en el momento de alcanzar el periodo de maduración 2º y 3º.

El pH se determinó mediante un pHmetro Crisson con sonda de penetración. El color del músculo (LD) se determinó mediante un colorímetro Minolta Chroma Meter CR 200, realizándose la medida a la hora de filetear los músculos y sobre su superficie de corte. Se utilizó el sistema de coordenadas de color CIE (1976), obteniéndose los valores de L* (luminosidad o claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo), y calculándose a partir de ellos la saturación (Chroma) y el tono (Hue). Se analizó la capacidad de retención de agua (CRA), expresada como porcentaje de jugo liberado (Grau y Hamm, 1953).

El análisis estadístico se realizó mediante el programa Statgraphics Plus (1994), realizándose un ANOVA para valorar la significación de los efectos estudiados (pieza y tiempo de maduración) y de su interacción. Las diferencias entre efectos fueron realizadas mediante el test de Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 puede verse el análisis de varianza de los factores estudiados. La interacción del tipo de pieza por tiempo de maduración no fue significativa para ninguna de las variables en estudio.

El pH presentó diferencias significativas con la pieza a estudiar ($P \leq 0.05$), aunque como se observa en la tabla 2, únicamente a los 7 días de maduración, siendo superior en el pez (5.65) comparado con el lomo (5.53) y el redondo (5.54). Este mayor pH daría lugar a una carne más oscura (Fischer y Hamm, 1980),

estando esta coordenada relacionada con la valoración visual del consumidor (Murray, 1989), aunque la coordenada L* no presentó diferencias significativas entre piezas.

El porcentaje de jugo expulsado fue inferior para todos los tiempos de maduración en el lomo en relación con el redondo y el pez ($P \leq 0.001$). Honikel (1998) considera que la CRA de la carne depende en más de un 80% del valor final y de la caída del pH del músculo.

Para el color, las diferencias significativas entre piezas sólo aparecen a los 19 días de maduración, presentando el redondo una mayor luminosidad que el pez y el lomo, así como un mayor índice de amarillo y una mayor tonalidad.

Tabla 1. Tablas de valores de F de las características instrumentales de la carne de añejo según la pieza cárnica estudiada, el tiempo de maduración y su interacción.

	Pieza		Maduración		CME
	(P)	(M)	(P x M)		
pH	4.55*	5.14**	1.72		0.013
L*	2.10	1.56	0.62		18.96
a*	0.97	6.23**	0.14		5.39
b*	1.07	1.71	0.59		16.14
C*	0.26	4.18*	0.34		15.44
H*	4.14*	0.16	1.24		38.45
CRA	28.53***	3.46*	0.36		7.24

L* (luminosidad), a* (índice de rojo), b* (índice de amarillo), C* = Saturación $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$, H* = Tono (arctang b/a x 57.29); CRA: capacidad de retención de agua en % de jugo expulsado. CME: cuadrado medio del error.

Con la maduración, se produjo un descenso del pH a los 19 días de maduración, aunque únicamente en el pez ($P \leq 0.01$), lo que según Stabursvik *et al.* (1984) podría dar lugar a una alteración de la estructura proteica, observándose un inferior índice de rojo y una inferior saturación.

La maduración hasta los 19 días produjo un descenso en el índice de rojo, como se observa en el gráfico, aunque sólo se presentaron diferencias significativas en el lomo ($P \leq 0.05$), observándose también una disminución del porcentaje de jugo expulsado, lo que estaría relacionado con la desnaturalización proteica miofibrilar post mortem que se produce con la maduración (Offer, 1991).

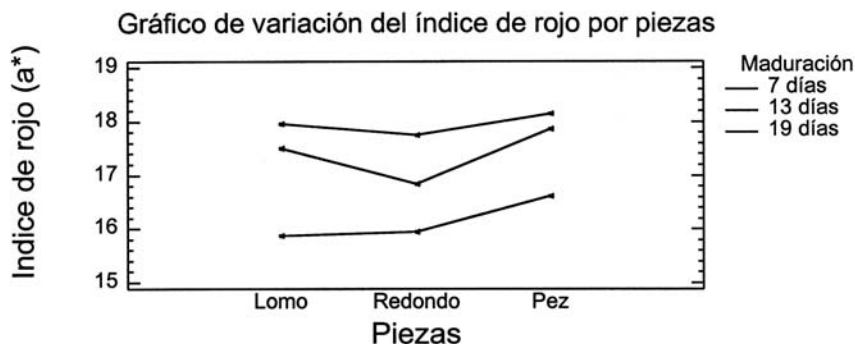


Tabla 2. Características instrumentales de la carne de añejo según el tiempo de maduración y la pieza cárnica estudiada.

	Pieza		
	Lomo (n= 15)	Redondo (n= 15)	Pez (n= 15)
7 días de maduración:			
pH	5.53 ^a	5.54 ^a	5.65 ^{bA}
L* (luminosidad)	22.08	22.89	24.93
a* (índice de rojo)	17.51 ^{AB}	16.84	17.87
b* (índice de amarillo)	11.09	10.53	10.70
C* (saturación)	20.94	20.02	21.05
H* (tono)	31.02	30.84	29.98
CRA (en % de jugo expulsado)	15.59 ^{aA}	18.21 ^b	18.90 ^b
13 días de maduración:			
pH	5.56	5.56	5.64 ^A
L* (luminosidad)	22.01	24.05	23.14
a* (índice de rojo)	17.95 ^A	17.74	18.14
b* (índice de amarillo)	10.34	12.26	11.35
C* (saturación)	20.90	21.70	21.55
H* (tono)	29.09	33.71	31.20
CRA (en % de jugo expulsado)	13.87 ^{aAB}	17.44 ^b	18.39 ^b
19 días de maduración:			
pH	5.54	5.47	5.51 ^B
L* (luminosidad)	20.57 ^a	22.86 ^b	21.62 ^c
a* (índice de rojo)	15.87 ^B	15.94	16.62
b* (índice de amarillo)	8.64 ^a	11.08 ^b	9.30 ^a
C* (saturación)	18.08	19.49	19.09
H* (tono)	28.51 ^a	34.96 ^b	29.09 ^a
CRA (en % de jugo expulsado)	13.12 ^{aB}	17.07 ^b	17.90 ^b

Medias seguidas por distinta letra minúscula en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Medias del mismo parámetro seguidas por distinta letra mayúscula en cada columna difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

L* (luminosidad), a* (índice de rojo), b* (índice de amarillo), C* = Saturación $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$, H* = Tono (arctang b/a x 57.29); CRA: capacidad de retención de agua en % de jugo expulsado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis of the AOAC, 39:13. Barton-Garde P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. 1988. In: Meat Science, Milk Science and Technology. Vol. C. World Animal Production, 141-171 (Ed. Cross H.R., Overby A.J.) Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. CIE. 1976. Supplement no.2 to CIE, publication no. 15 (E-1.3.1) 1971, CIE, Paris. Eilers, J.D., Tatum, J.D., Morgan, J.B., Smith, G.C. 1996. J. Anim. Sci. 74, 790-798. Fischer C., Hamm R. 1980. Meat Sci., 4: 41. Grau R., Hamm R. 1953. Die Naturwissenschaften, 40 (1): 29-30. Hill F. 1966. J. Food Sci., 31: 161-166. Hönikel, K.O. 1998. Meat Sci. 49, 447-457. Murray A.C. 1989. Can. J. Anim. Sci., 69: 347-355. Offer, G. 1991. Meat Sci. 30, 157-184. Renerre M. 1990. Int. J. Food Sci. Technol., 25: 613-630. Stabursvik E., Fretherm K., Froystein T. 1984. J. Sci. Food Agric., 35: 240-244.

EFFECTO DE LA CASTRACIÓN Y DE LA EDAD DE SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS DE LA RAZA CORRIEDALE

Rota, E.L.; Osório, M.T.; Osório, J.C.; Mendonça, G.; Pradieé, J.; Rocha, A.; Esteves, R.M.

Universidade Federal de Pelotas-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Depto. de Zootecnia - Campus Universitário – Caixa Postal, 354 - CEP 96010-900 Pelotas –

RS – Brasil. e-mail: nicerota@ufpel.tche

Proyecto financiado por el CNPq

INTRODUCCIÓN

La demanda creciente por carne de cordero en el Brasil, viabiliza económicamente la ovinocultura, impulsando el sector a aumentar su eficiencia productiva. Pero, con un mercado consumidor cada vez más exigente, el ganadero busca alternativas para ampliar la oferta constante de carne con calidad uniforme, garantida y certificada.

En este contexto, investigaciones sobre los posibles efectos de los factores intrínsecos tal como sexo, raza, peso y edad de sacrificio, en los parámetros cualitativos de la carne, son relevantes para el conocimiento y consecuente mejoría del producto. Además, dichos parámetros determinan su calidad e aceptabilidad (Martinez-Cerezo et. al., 2005), siendo fundamentales tanto para los detallistas como para los consumidores.

El objetivo del presente trabajo es obtener informaciones sobre el efecto de la castración, de la edad de sacrificio bien como su interacción sobre la calidad de la carne de corderos Corriedale, criados en sistema de producción extensiva sobre pastos naturales de Rio Grande do Sul, Brasil.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 corderos machos (30 no castrados y 30 castrados), de la raza Corriedale, criados en sistema de producción extensiva sobre pastos naturales de la región de Santa Vitória do Palmar (RS-Brasil, a 50 km de la frontera con el Uruguay). Todos los corderos estuvieron a campo desde el primer día de vida y fueron alimentados exclusivamente con leche materna y pasto, no siendo ministrado ningún tipo de suplemento.

El sacrificio se realizó a los 120, 210 y 360 días de edad, y en cada edad, se sacrificaron 20 corderos, siendo 10 no castrados y 10 castrados. Después del sacrificio, las canales fueron mantenidas por 18 horas en refrigeración a 1º C, cuando se valoró:

- Marmoreo, grado de infiltración grasa evaluado subjetivamente en el músculo *Longissimus dorsi*, entre la 12ª y 13ª costilla, atribuyendo índices de 1 (inexistente) a 5 (excesivo);
- pH, medido a las 24 horas *post-mortem*, en el músculo *Longissimus dorsi*, mediante electrodo de penetración (pHmetro portátil Marte MB10).

Posteriormente, se extrajo el músculo *Longissimus dorsi*, y refrigeró a 4º C hasta la valoración de la:

- Capacidad de retención de agua (CRA), determinada a las 48 horas *post-mortem*, por el método de Grau y Hamm, modificado por Sierra, (1973);

- Fuerza al corte (FC), determinada a las 72 horas *post-mortem*, mediante el método de cizalla de Warner-Bratzler.

El análisis estadístico se realizó utilizando el GLM del programa Statistical Analysis System (SAS Institute INC., 2005). Para ello se utilizó un análisis de varianza factorial 3 x 2. Las medias fueron comparadas por el teste de Tukey al nivel de 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la varianza, mostraron que no ocurrió interacción entre el efecto de la castración y edad de sacrificio, así como no hubo efecto de la castración sobre la calidad de la carne. Fue encontrado efecto significativo de la edad de sacrificio, en el marmoreo ($P=0,0006$), pH 24 horas ($P=0,0188$), CRA ($P<0,0001$) y FC ($P=0,0035$).

Los corderos sacrificados a los 120 y 210 días (Tabla 1), presentaron mayores índices de marmoreo que los sacrificados a los 360 días de edad, debido, posiblemente, a la restricción alimentar sufrida, durante el invierno, ya que el sacrificio coincidió con el final del mismo, estando los corderos en pastos naturales.

Los animales sacrificados a los 210 días presentaron valores medios de pH mayores que los demás, que por su vez no diferirán entre sí. El resultado obtenido a los 210 días, podría ser explicado pela edad de los animales, una vez que con el aumento de la misma ocurren modificaciones en el tipo de fibra presente en el músculo.

Con la edad, las fibras glicolíticas tienden a ser oxidativas, y por lo tanto, presentando valores de pH último mas elevado. Según Pinkas et al. (1982), corderos mas viejos tienen mas fibras rojas que blancas, cuando comparados a los animales jóvenes.

Sin embargo, en este trabajo, no ocurrió lo mismo con los corderos sacrificados a los 360 días, que presentaron valores inferiores de pH último. Una vez, que diferencias substanciales en la composición de los músculos son causadas por factores todavía no bien explicados (Lawrie, 2005). Además y según Sañudo (2004), hay una cierta tendencia del pH último presentar valores mas bajos a mayores edades.

A capacidad de retención de agua de los corderos sacrificados a los 210 días de edad fue significativamente superior a de los sacrificados a los 120 y 360 días, que no diferirán entre sí, siguiendo la misma tendencia de los valores medios de pH último encontrados. El pH ejerce influencia directa sobre la capacidad de retención de agua, una vez que este influye en el número de cargas libres de las cadenas de actomiosina (Bond et. al., 2004).

La fuerza al corte aumentó con el aumento de la edad de sacrificio, probablemente por la disminución del estado de engrasamiento y de grasa intramuscular, resultando en una menor terneza de la carne. Ramsey, et. al., (1987), relataron una asociación positiva da grasa intramuscular con la terneza. Asimismo el marmoreo tiende a diluir o tejido conjuntivo dos elementos de la fibra muscular en la cual está depositado (Lawrie, 2005).

De este trabajo puede concluirse, que la edad de sacrificio influencia en la calidad de la carne de corderos Corriedale, criados en sistema de producción extensiva.

Tabla 1. Valores de las variables valoradas en la carne de corderos no castrados (NC) y castrados (C)

Variables	Castración	Edad de Sacrificio (días)		
		120	210	360
Marmoreo*	NC	1,67	1,60	1,35
	C	1,65	1,65	1,30
	Médias	1,66a	1,63a	1,33b
pH 24 horas	NC	5,61	5,68	5,49
	C	5,47	5,66	5,57
	Médias	5,54b	5,67a	5,53b
CRA (%)**	NC	19,22	14,46	18,53
	C	20,38	15,32	17,83
	Médias	19,80a	14,89b	18,18a
FC (kg/cm ²)***	NC	1,97	2,48	2,42
	C	1,98	2,20	2,63
	Médias	1,97b	2,34ab	2,52a

*índice: 1= inexistente; 5= excesivo.

**CRA: Capacidad de retención de agua; expresada como % de agua liberada.

***Fuerza al corte.

Médias con letras distintas, en la misma línea, difieren significativamente (P<0,05), por el teste de Tukey.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bond, J.J.; Can, A.B.; Warner, R.D. (2004). The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. **Meat Science**, v.68, p.469-477.
- Lawrie, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre : Artmed, 2005. 384p.
- Martínez-Cerezo, S.; Sañudo, C.; Panea, B.; Medel, I.; Delfa, R.; Sierra, I.; Beltrán, J. B.; Cepero, R.; Olleta, J.L. (2005). Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. **Meat Science**, v.69, p.325-333.
- Osório, J.C.; Osório, M.T. **Produção de carne ovina: "in vivo" e na carcaça**. Pelotas : Editora Universitária/UFPel, 2003. 73p.
- Pinkas, A.; Marinova, P.; Tomov, I.; Monin, G. (1982). Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. **Meat Science**, v.6, p.245-255.
- Ramsey, C.B.; Tribble, L.F.; Wu, C. & Lind, K.D. (1987). Effect of marbling and dietary grain source on pork muscle tenderness and composition. **Journal of Animal Science**, v.65, p.284, (Abstract).
- Sañudo, C. **Análisis Sensorial – Calidad organoleptica de la carne**. 1º Curso Internacional de Análise Sensorial de Carne e Produtos Cárneos. Pelotas. 2004 – p.45-68.
- SAS Institute INC., 2005 **System for Microsoft Windows. Release 8.02 TS Level**. Cary: NC, USA. Disponible en: <<http://support.sas.com/91doc/docMainpage.jsp>>.
- Acesso em: 12 jan. 2005.
- Sierra, I. Producción de cordero joven y pesado en la raza. **Raza Aragonesa**. I.E.P.G.E., n. 18, 1973, 28p.

EFFECTO DEL SEXO, EL PESO AL SACRIFICIO Y LA LÍNEA PATERNA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS IBÉRICOS X DUROC DESTINADOS A LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS CURADOS

M.P. Serrano¹, D.G. Valencia¹, D. del Pico², R. Lázaro¹ y G. G. Mateos¹
¹Departamento de Producción Animal, UPM, Senda del Rey s/n, 28040 Madrid
²COPESE S.A., Conde de Sepúlveda 24, 40300 Sepúlveda, Segovia

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el sector del cerdo Ibérico se ha intensificado con un aumento de los cruces con Duroc con el objetivo de mejorar la productividad y ampliar la gama de productos en base a calidades y precios. El subsector jamonero es un sector clave dentro del sector porcino en nuestro país y ha experimentado un notable crecimiento de la demanda en los últimos años (Espárrago et al. 2001). El Ibérico es predominantemente un cerdo charcutero estimándose que las partes nobles constituyen un 25 a 30% del peso de la canal pero un 80-90% de su valor económico (Cordero et al. 2001; Espárrago et al. 2001). El cruce Ibérico x Duroc aumenta el peso y el rendimiento de las partes nobles respecto al Ibérico puro (De Pedro, 1993; Benito et al. 2001) con el concomitante incremento de la calidad de la canal. A pesar de su interés los trabajos científicos que estudian la influencia de los diversos factores de alimentación, manejo y genética sobre la calidad de la canal en cruces de Ibérico x Duroc son escasos. Por ello, se llevaron a cabo tres ensayos para estudiar la influencia del sexo, el peso al sacrificio (PS) o la línea paterna sobre la calidad de la canal en cruces de Retinto Ibérico x Duroc en intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el ensayo I se utilizaron 360 cerdos Retinto Ibérico x Duroc (1/3 hembras enteras, 1/3 hembras castradas y 1/3 machos castrados) y se consideraron dos rangos de peso vivo (PV): 20 a 145 kg para cerdos que iniciaron la prueba con 80 d de vida y 30 a 155 kg para los que iniciaron la prueba con 110 d de edad. Cada uno de los seis tratamientos contó con 60 réplicas.

En el ensayo II se utilizaron 180 cerdos (1/2 machos castrados y 1/2 hembras enteras) del cruce de hembra Retinta Ibérica pura por Duroc Danés mejorado (DD), Duroc Estándar (DE) o por Retinto Ibérico (RI) con un PV aproximado de 20 kg al inicio de la prueba y un PS de 145.5 kg. Cada tratamiento se replicó 30 veces.

En el ensayo III se utilizaron 60 cerdas Retinto Ibérico por Duroc clásico (1/2 hembras castradas y 1/2 hembras enteras) con un PV aproximado de 18 kg y 60 d de edad al inicio de la prueba y un PS de 144 kg. Cada tratamiento se replicó 30 veces.

En todos casos los cerdos se alojaron a una densidad de 1,50 m²/cerdo en una nave de ambiente natural y tuvieron acceso *ad libitum* al agua y al alimento granulado durante todo el ensayo. La unidad experimental fue la canal individual de cada cerdo en todos los ensayos. Las dietas, basadas en cereales blancos y harina de soja, se formularon de acuerdo con las Tablas FEDNA (2003) de composición de alimentos. A su llegada al matadero los cerdos se sacrificaron y se pesaron las canales en

caliente para determinar su rendimiento. Asimismo, se midió la longitud de la canal, el espesor de grasa dorsal (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y a la altura del m. *Gluteus medius* y el pH a 2 y a 24 h *post mortem* en el m. *Semimembranosus*. También se analizó el peso y rendimiento en piezas nobles (lomos, jamones y paletas), en fresco y tras el perfilado, de cada canal individual.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 1990) para diseños completamente al azar. El modelo en el ensayo 1 incluyó como efectos principales el sexo, el PS y su interacción; en el ensayo 2 el sexo, la línea paterna y su interacción y el sexo en el ensayo 3. El PS se introdujo como covariable en los ensayos 2 y 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo I

Las hembras enteras tuvieron menor rendimiento en canal ($P < 0.01$) y menos grasa dorsal P_2 ($P < 0.001$) y a la altura del m. *Gluteus medius* ($P < 0.001$) que las hembras o los machos castrados. Los machos castrados presentaron un mayor pH a 24 h *post mortem* ($P < 0.001$) que las hembras enteras o castradas. En general, las hembras enteras presentaron jamones, paletas y lomos que fueron más pesados y tuvieron mayor rendimiento que las hembras o los machos castrados ($P < 0.001$). El aumento del PS incrementó el rendimiento de la canal ($P < 0.001$), el pH y la temperatura a 24 h *post mortem* ($P < 0.01$) y el peso de las partes nobles perfiladas ($P < 0.001$). Sólo para el jamón perfilado los cerdos de 155 kg tendieron ($P < 0.10$) a presentar mayor rendimiento que los cerdos de 145 kg.

Ensayo II

Los machos castrados presentaron mayor rendimiento en canal ($P < 0.01$) y mayor espesor de la grasa dorsal a nivel P_2 y a la altura del m. *Gluteus medius* ($P < 0.01$) que las hembras enteras. Asimismo tendieron a presentar valores de pH a 2 y a 24 h *post mortem* más elevados ($P < 0.10$) que las hembras enteras. Las hembras enteras tendieron a presentar jamones más pesados ($P < 0.10$) y tuvieron mayor rendimiento de partes nobles ($P < 0.05$) que los machos castrados. Las líneas Duroc Danés e Ibérico presentaron mayor rendimiento de la canal que la línea Duroc estándar ($P < 0.05$). Los cerdos Ibéricos puros presentaron mayor espesor de la grasa dorsal a nivel P_2 y a la altura del m. *Gluteus medius* y mayor pH a 2 y a 24 h *post mortem* ($P < 0.001$) que los cruzados con Duroc ($P < 0.001$). Los cerdos Ibéricos puros presentaron canales más cortas ($P < 0.001$) y cañas de menor longitud y diámetro ($P < 0.001$) que los cerdos cruzados con Duroc. La progenie Duroc Danés presentó jamones y paletas perfilados más pesados que la progenie Duroc estándar o que los Ibéricos puros ($P < 0.001$). Los Ibéricos puros tuvieron a su vez menor rendimiento de partes nobles perfiladas que los cruzados con Duroc ($P < 0.001$).

Ensayo III

Las hembras castradas presentaron mayor rendimiento en canal ($P < 0.01$) y mayor espesor de la grasa dorsal a nivel P2 ($P < 0.05$) y a la altura del m. *Gluteus medius* ($P < 0.01$) que las hembras enteras. Asimismo las hembras castradas presentaron mayor pH a 2 y a 24 h *post mortem* ($P < 0.05$) que las hembras enteras pero estas presentaron paletas más pesadas ($P < 0.05$) y mayor rendimiento en jamón ($P < 0.10$), paleta ($P < 0.05$) y partes nobles ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

Las hembras enteras presentan mejores rendimientos en partes nobles que las hembras o los machos castrados pero el rendimiento en canal es inferior. Cuando se consideran los costes productivos junto con los debidos a la castración y los de calidad de la canal, las hembras enteras son una buena alternativa a las hembras castradas para la obtención de productos curados. El aumento del peso al sacrificio de 145 a 155 kg incrementa el rendimiento de la canal y de jamón perfilado. Los machos procedentes del cruces Duroc x Retinto Ibérico son una buena alternativa a los machos Ibéricos puros para la obtención de productos curados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benito, J.; Ferrera, J.L.; Lara, E.; Prieto, L. y García-Casco, J.M. 2001. Caracteres productivos y de calidad en cerdos Ibéricos puros y cruzados con Duroc. Sólo Cerdo Ibérico 5:7-18.
- Cordero, A. y Buxadé, C. 2001. Transporte y sacrificio del cerdo Ibérico. En: Porcino Ibérico aspectos claves. Buxadé, C. y Daza, A. (Eds.). Ediciones Mundi Prensa, pp. 511-533.
- De Pedro, E. 1993. Efecto de la raza en la curación de jamones de cerdo Ibérico. ITEA 12 (Extra): 663-665.
- Espárrago, F.; Cabeza de Vaca, F.; Molina, M.R. y Guijarro, J.L. 2001. La industria del cerdo Ibérico. En: Porcino Ibérico aspectos claves. Buxadé, C. y Daza, A. (Eds.). Ediciones Mundi Prensa, pp. 535-588.
- FEDNA. 2003. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. 2a Ed. C. de Blas. G.G. Mateos y P. G. Rebollar. (Eds.) Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid.
- SAS. 1990. SAS[®] user's guide. Version 6, 4th (Ed.) SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU.

INFLUENCIA DEL PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN Y DEL MOMENTO DE SACRIFICIO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DEL CERDO CASTRADO

J. Morales¹, C. Piñeiro¹, E. Lorenzo¹, P. Medel² y G.G. Mateos³

¹PigCHAMP Pro Europa S.A., 40006 Segovia

²Imasdé Agropecuaria, S.A., 28050 Madrid

³U. P. Madrid, 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

El aumento del peso al sacrificio influye sobre las características grasas de la canal, tanto sobre el contenido total como en su composición. Como pauta general del crecimiento animal, el porcentaje de grasa corporal aumenta con el peso corporal (Davies, 1974). En cuanto a la composición de la grasa depositada, el grado de saturación se incrementa con la edad, ya que es mayor la proporción de grasa proveniente de síntesis *de novo* que la depositada directamente del alimento (Scott et al., 1981). Un incremento del contenido graso ejerce un efecto positivo sobre la terneza y la jugosidad de la carne (Cannon et al., 1995).

Por el contrario, el aumento de peso al sacrificio supone un aumento de coste importante, principalmente debido al mayor coste de alimentación para alcanzar el peso vivo final más elevado y con una mayor propensión a depositar grasa. Por ello, para alcanzar un mayor peso al sacrificio tiene un gran interés la búsqueda del programa de alimentación que permita optimizar la productividad y la calidad de la canal y de la carne. Asimismo, la estrategia de alcanzar pesos más elevados, hace imprescindible trabajar con animales castrados con el fin de eliminar olores y sabores anómalos en la carne. Las características grasas de estos animales, superior a los machos enteros, así como la eliminación del riesgo de ese olor sexual, ha condicionado que sea una carne cada vez más valorada.

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto del programa de alimentación y la edad al sacrificio sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal y de la carne de cerdos castrados.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio se utilizaron un total de 276 cerdos machos castrados (LW x LR) desde los 20 kg hasta el sacrificio, distribuidos en 36 celdas de 7 y 9 animales, manteniendo una densidad constante (0,9 m² por animal)

Los efectos sometidos a estudio fueron el peso de sacrificio (100 vs 120 vs 140 kg PV) y el plan de alimentación en la última fase del crecimiento (acabado-crecimiento vs acabado-engrasamiento), resultando en un diseño factorial incompleto 3 pesos sacrificio x 2 planes de alimentación (Tabla 1).

El plan de alimentación fue el mismo para todos los animales hasta los 100 kg de PV, con un pienso de crecimiento (16,0% PB y 0,94% Lys total) hasta los 60 kg PV y un pienso de cebo (15,5% PB y 0,83% Lys total) para la segunda fase hasta los 100 kg PV. A partir de los 100 kg, se utilizaron dos tipos de pienso que diferían en el contenido de proteína bruta y lisina, un pienso de acabado-crecimiento (14,5% PB y 0,73% Lys total) o bien un pienso de acabado-engrasamiento (13,5% PB y 0,62% Lys total). Todos estos piensos eran isocalóricos (2250 Kcal/kg de energía neta).

Tabla 1 – Tratamientos experimentales

Trat.	PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN				Peso sacrificio
	20-60 kg	60-100 kg	100-120 kg	120-140 kg	
A*	Crecimiento	Cebo	-	-	100
B	Crecimiento	Cebo	Acabado crecimiento	-	120
C	Crecimiento	Cebo	Acabado engrasamiento	-	120
D	Crecimiento	Cebo	Acabado crecimiento	Acabado crecimiento	140
E	Crecimiento	Cebo	Acabado crecimiento	Acabado engrasamiento	140

*El trat. A contó con el doble número de réplicas que el resto de tratamientos, n=12.

A lo largo del periodo experimental se controlaron los rendimientos productivos, ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario (CMD) e índice de transformación (IT). En el momento del sacrificio, se evaluó la calidad de la canal (rendimiento canal, espesor de grasa dorsal y pH a los 45 min post-mortem en el músculo *Semimembranosus*) y de la carne (pérdidas de agua por descongelación, color y análisis químicos de composición, así como controles de textura).

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (1994), incluyéndose en el modelo el programa de alimentación y el peso de sacrificio. La comparación del programa de alimentación para cada peso de sacrificio se realizó mediante contrastes ortogonales (Trat. B vs C para los 120 kg y Trat. D vs E para los 140 kg).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos productivos a partir de los 100 kg de PV no variaron en función del plan de alimentación (Tabla 2).

Tabla 2 – Efecto del plan de alimentación sobre los rendimientos productivos de cerdos castrados entre los 100 y 120 kg PV y entre los 120 y 140 kg PV.

	100-120 kg PV			120-140 kg PV		
	CMD (kg/d)	GMD (kg/d)	IT (kg/kg)	CMD (kg/d)	GMD (kg/d)	IT (kg/kg)
Trat. B	3,50	0,94	3,77	-	-	-
Trat. C	3,41	0,90	3,80	-	-	-
Trat. D	-	-	-	3,92	1,06	3,79
Trat. E	-	-	-	3,87	1,12	3,51
<i>EEM</i> ¹	0,135	0,039	0,217	0,089	0,042	0,125
<i>P</i> ² (B vs C)	NS	NS	NS	-	-	-
<i>P</i> (D vs E)	-	-	-	NS	NS	NS

¹Error estándar de la media; n=6 para CMD e IT y n=46

²Probabilidad; N>0,10

Los animales registraron un ritmo de crecimiento creciente hasta alcanzar el peso final del experimento (140 kg PV), lo que sugiere que aun no mostraban su máximo potencial de crecimiento a pesar de los pesos tan elevados. Sin embargo, el índice de conversión también aumentó de manera notable a partir de los 100 kg PV (entre 3,5 y 4,0 g/g). Entre planes de alimentación, el pienso de acabado-crecimiento no aportó ninguna mejora productiva sobre el de engrasamiento a partir de los 100 kg PV (Trat. B vs C y Trat. D vs E; $P>0,05$).

En el momento del sacrificio, se observaron diferencias significativas entre los diferentes PV de sacrificio evaluados en todos los parámetros que definen la calidad de la canal. Destacan las diferencias observadas en el rendimiento de canal, menor para los animales sacrificados a un menor peso (100 kg PV) que para el resto (74,4 vs 76,3%; $P<0,001$). Entre los 100 y 120 kg PV se observó un incremento importante en el espesor de grasa dorsal (25,2 vs 30,9 mm; $P<0,001$), mientras que el incremento no fue tan pronunciado entre los 120 y los 140 kg PV (30,9 vs 32,4; $P>0,05$). El espesor de grasa dorsal y el peso de piezas nobles (jamón y paletas) aumentaron con el peso vivo. El contenido de grasa subcutánea es un buen indicador del contenido de grasa corporal, parámetro especialmente importante en el caso de cerdos castrados, cuyas características grasas son muy valoradas en el mercado. Basándonos en este resultado y considerando el coste extra que supone alcanzar los 140 kg PV, parece que el sacrificio a los 120 kg PV sería el más adecuado para este tipo de animales. El pH a los 45 min post-mortem presentó una evolución extraña entre los 100 y 140 kg PV, presentando un valor máximo a los 120 kg PV ($P=0,0001$) que pudo ser debido a que el sacrificio se realizó en días diferentes. Entre planes de alimentación, no se observaron diferencias en la calidad de la canal, salvo una tendencia a un mayor peso del jamón en cerdos alimentados en la fase final con pienso de acabado (Trat. B) respecto a los alimentados con pienso de engrasamiento (Trat. B; $P=0,08$).

La determinación de la calidad de la carne sobre las muestras de lomo evidenció algunas diferencias importantes. Los lomos de animales de 120 kg PV de sacrificio presentaron menores % de pérdidas de agua por goteo ($P=0,005$) y por cocinado ($P=0,0001$), que pudo ser debida al mayor contenido graso de estas muestras. Este resultado estuvo correlacionado con los controles de textura realizados, que mostraron una menor resistencia al corte y a la compresión en los animales de 120 kg PV ($P=0,0001$). La intensidad del color, tanto la luminosidad ($P=0,002$) como la intensidad de rojo ($P=0,012$) se incrementó con el PV. Entre planes de alimentación, en general los lomos de cerdos alimentados con piensos de engrasamiento (Trat C y E) en su fase final presentaron una menor resistencia al corte y la compresión que los alimentados con pienso de acabado (Trat. B y D), si bien sólo fue significativo a 140 kg PV ($P=0,03$).

Englobando los resultados de este estudio, parece que el peso más adecuado para el sacrificio del cerdo macho castrado son los 120 kg PV, ya que presentaron buenas características de canal y de carne, sin que el sacrificio a los 140 kg PV aportase ninguna mejora. En la última fase de crecimiento, parece recomendable el uso de un pienso de engrasamiento para abaratar costes, y a su vez puede aportar beneficios en la textura de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cannon, J.E., Morgan, J.B., Heavner, J., McKeith, F.K., Smith, G.C. y Meeker, D.L. (1995) J. Muscle Foods, 6: 369-402.
Davies, A.S. (1974) Anim. Prod, 19: 367-376.
SAS Institute (1994). SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
Scott, R.A., Cornelius, S.G. y Mersmann, H.J. (1981) J. Anim. Sci., 52: 505-511.

CALIDAD DE LA CARNE DE NOVILLOS RUBIA GALLEGA x NELORE

Sánchez, L.*; Carballo, J.A.**; Pérez Seijas, N.**; Moreno, T.**; Monserrat, L.**

* Dpto. Anatomía y Producción Animal. Facultad de Veterinaria. 27002 Lugo

** Centro de Investigaciones Agrarias, Apdo. 10. Mabegondo. 15080 -A Coruña

INTRODUCCIÓN

Durante estos últimos años se está detectando que las inquietudes europeas en relación a la actitud de los consumidores con el consumo de carne comienzan a trasladarse a América del Sur, donde hasta hace poco tiempo se ha actuado sin reconocer los deseos del cliente final (Huerta-Leidenz *et al.*, 1996).

Sin embargo, las tendencias actuales obligan a admitir tres tipos o conceptos de calidad: la organoléptica o sensorial, la nutricional y la higiénico-sanitaria o seguridad del alimento.

En esta trayectoria se encuentra Brasil, uno de los países con mayor producción de carne de vacuno del mundo, que intenta fortalecer su mercado interno y, a la vez, la exportación de carne, después del establecimiento de la cuota Hilton.

Este trabajo pretende, de alguna manera, justipreciar tales conceptos de calidad y presenta los primeros resultados de la calidad de la carne de novillos producidos en pastoreo procedentes del cruzamiento de la raza Rubia Gallega con Nelore.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se utilizaron 27 añejos obtenidos del cruzamiento de toros de raza Rubia Gallega con Nelore y Limousine y Red Angus x vacas Nelore, siendo mantenidos siempre con las mismas condiciones de manejo y alimentación en la hacienda Mosquera y Grandal situada Burí, en el Estado de São Paulo, situado al sur este (SE) de Brasil. Los animales fueron criados en pastoreo con suplementación de concentrados en un sistema extensivo sobre pasto de *Brisanta* o *Tanzania* y leche materna hasta los 7 meses, momento en el cual se pasan a cebadero alimentándolos con concentrado y ensilado de maíz. El total de alimento, sin contabilizar la leche materna y el consumo de pasto fue de 2,4 kg. de concentrado y 18 kg/día.

Los animales cruzados y los Nelore puros fueron sacrificados a los 11 meses de edad, con el fin de cubrir el objetivo de contrastar la precocidad del cruzamiento. A las 24 horas, después del oreo en cámara frigorífica a 4°C, se seccionó el chuletero para obtener la 10ª costilla, de la que se tomaron las muestras para la determinación del pH, veteados, composición química, color, jugosidad y terniza.

Los parámetros de color de la carne y de la grasa subcutánea se midieron empleando un espectrocolorímetro portátil MINOLTA CR-300, que identifica las coordenadas tricromáticas: L* -luminosidad-, a* -índice de rojo-, b* -índice de amarillo- (CIE, 1976). Tanto en la grasa como en el músculo se realizaron tres mediciones en zonas homogéneas y representativas, libres de manchas de sangre y de burbujas de aire en el caso de la grasa y grasa intramuscular en el caso del músculo.

La capacidad de retención de agua (pérdidas por presión) se determinó mediante la modificación propuesta por Sierra (1973) sobre el método de Grau y Hamm (1953). Las pérdidas por cocinado se calcularon como las pérdidas de peso en filetes de *Longissimus th.* de 2,5 cm. de grosor, envasados al vacío en bolsas de plástico selladas y sometidos a cocción en un baño de agua a 80° C durante 45 minutos para que la temperatura en el interior de la pieza alcance 75° C. Al final de este tiempo las muestras se sacaron del baño y se enfriaron durante 30 minutos en agua corriente, se extrajeron de las bolsas y se secaron sin comprimirlas para eliminar el jugo adherido.

Una vez pesadas estas muestras se destinaron al análisis de la textura, para ello se cortaron en al menos 7 paralelepípedos de 1 cm² de sección que fueron analizados empleando un equipo INSTROM UNIVERSAL 1011 con una célula de corte Warner-Bratzler. La fuerza, expresada en kg., se realizó en sentido perpendicular al de las fibras musculares, desde una altura de 20 m.m. y a una velocidad de 150 m.m. por minuto.

La información recogida fue valorada estadísticamente por el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados expuestos en la Tabla 1 permite apreciar que la carne procedente de los novillos cruzado de Rubia Gallega x Nelore presentaron pHs algo elevados, diferenciándose significativamente del Nelore y el cruce con Angus. Sin embargo, esta circunstancia no influyó en los datos de color del músculo, ya que las carnes presentaron un color claro, índice de rojo medio y un elevado índice de amarillo, muy característico de los terneros sacrificados a un peso ligero (Jhonson *et al.*, 1988).

Tabla 1. Características de la carne de los novillos cruzados					
Genotipos	Nelore	N xLimousin	N x Angus	N x RG	Sig.
pH	5,57 ± 0,07ab	5,68 ± 0,09 a	5,49 ± 0,11 b	5,70 ± 0,12 a	*
Veteado	1,00 ± 0,00	1,33 ± 0,58	1,14 ± 0,24	1,33 ± 0,58	n.s.
Color de la Carne (<i>L. th.</i>)					
L*	37,17 ± 0,47	34,08 ± 1,10	37,01 ± 3,21	38,40 ± 1,89	n.s.
a*	14,62 ± 0,66	17,28 ± 1,49	13,50 ± 2,20	12,55 ± 0,63	n.s.
b*	10,29 ± 1,52	10,47 ± 0,36	9,90 ± 0,78	9,94 ± 1,23	n.s.
Color de la Grasa Subcutánea					
L*	59,56 ± 3,95	59,78 ± 3,95	60,52 ± 3,30	61,28 ± 1,24	n.s.
a*	1,82 ± 2,26	2,52 ± 1,17	4,58 ± 2,03	2,68 ± 0,99	n.s.
b*	13,17 ± 0,74	11,85 ± 3,10	13,71 ± 1,47	16,12 ± 2,04	n.s.
Otras características					
Dureza (kg)	6,05 ± 1,41	6,22 ± 3,28	5,49 ± 1,93	5,38 ± 1,99	n.s.
C.R.A. (%)	27,00 ± 1,70a	22,00 ± 1,13b	24,45 ± 1,35ab	25,80 ± 1,25ab	*
Pérd. desc.(%)	9,80 ± 0,62 a	7,06 ± 1,56 b	7,51 ± 0,96ab	8,74 ± 0,26 a	*
Pérd. Coc. (%)	31,73 ± 1,01	31,47 ± 0,54	32,47 ± 1,16	30,41 ± 0,97	n.s.
Composición química (%)					
Humedad	75,24 ± 0,83	74,76 ± 0,72	75,18 ± 0,89	75,05 ± 0,19	n.s.
Cenizas	1,19 ± 0,00	1,20 ± 0,01	1,20 ± 0,01	1,21 ± 0,01	n.s.
Proteína	22,31 ± 0,59	22,78 ± 0,64	22,59 ± 0,46	22,71 ± 0,17	n.s.
Grasa	1,27 ± 0,23	1,16 ± 0,23	1,03 ± 0,58	1,04 ± 0,15	n.s.
Sig: P<0.05 = * Pr<0.01= ** Pr<0.001= ***					

No obstante, existen diferencias entre los genotipos, ya la que la carne de los cruces de Rubio Gallego mostraron más luminosidad y mejor combinación de los índices de rojo y amarillo, tanto en el músculo como en la grasa subcutánea, que la procedente de los cruzamientos de Limousin, lo que, en conjunto, expresa un color rosáceo claro de gran atractivo para el consumidor.

Para el veteado, los resultados obtenidos en nuestro estudio son algo menores a los obtenidos por Dios (1997) para animales cruzados de Rubia x Holstein-Frisian y sacrificados entre los 7 y 9 meses de edad y Calvo (2001) con terneros de 10 meses de edad de la raza Rubia Gallega. Entre los genotipos existen diferencias en relación con Nelore, lo que sería explicable por la distinta conformación carnicera, ya que los novillos con más músculo tienden a tener menos veteado (Kent *et al.*, 1991, Brackebusch *et al.*, 1991).

La carne de todos los animales de este trabajo tuvieron mejores valores de dureza que los publicados por Alberti *et al.* (1995) en seis razas españolas entre las cuales se encontraba la Rubia Gallega y a los de Calvo (2001) y Lizaso *et al.* (1997) con machos de raza Pirenaica sacrificados con unos pesos medios canal en torno a 340 kg. y unos trece meses de edad. Fueron muy similares a los de Martin *et al.* (1993) que obtienen en el *Longissimus th.* de animales de raza Rubia Gallega y Asturiana de los Valles unos valores medios de $6,4 \pm 0,90$. En estos valores tan favorables de terneza no ha influido el nivel de pH alcanzado por la carne, ya que Purchas (1.988) observó que si el pH aumentaba, se producía un descenso en la longitud del sarcómero, estando asociado este descenso a un aumento en la fuerza de corte. Geesink *et al.* (1995) y O'Halloran *et al.* (1997) también observan una correlación positiva entre el pH y la terneza medida en el *Longissimus th.* Tampoco parece influir el mayor desarrollo muscular de los machos en la CRA, a pesar de que Monin (1991) publica que la CRA tiende a disminuir cuando aumenta el desarrollo muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberti, P.; Sañudo, C.; Santolaria, P.; Negueruela, I. 1995. *ITEA*, 16 (2): 627-629.
- Brackebusch, S.A.; McKeith, F.K.; Carr, T.R.; McLaren, D.G. 1991. *J. Anim. Sci.*, 69: 631-640.
- Calvo, C. 2001. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Dios, A. 2000. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Geesink, G.H.; Koolmees, P.A.; Van Laack, H.L.J.M.; Smulders, F.J.M. 1995. *Meat Sci.*, 41 (1): 7-17.
- Huerta-Leidenz, N.; Atencio-Valladares, O.; Rodas-González, A.; Jerez-Timaure, N.; Bracho, B. 1997. *Arch. Latinoame. Prod. Anim.* 5 (Supl.1): 565-567.
- Johnson, P.L.; Drevjany, L.A.; Allen, O.B.; Reasbeck, L.M. 1988. *Can. J. Anim. Sci.*, 68: 1069-1077.
- Kent, K.R.; Daves, G.W.; Ramsey, C.B.; Schluter, A.R. 1991. *J. Anim. Sci.*, 69: 4836-4844.
- Lizaso, G.; Beriain, M.J.; Purroy, A.; Huarte Mendicoa, J.; Hernandez, B.; Chasco, J. 1997. *ITEA*, Vol. Extra, 18 (2): 772-774.
- Martin, T.G.; Alenda, R.; Cabrero, M. 1993. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 8 (1): 65-73.
- Monin, G. 1991. *I.N.R.A. Prod. Animal.* 4 (2): 151-160.
- O'halloran, G.R.; Troy, D.J.; Buckley, D.J. 1997. *Meat Science*, 45 (2): 239-251.

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, TEXTURA Y CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE TERNEROS POR NIRS

Ripoll, G¹., Albertí, P¹., Panea B¹., Olleta J.L.²., Muela E.²., Sañudo C.².

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Apdo.727, 50080, Zaragoza palberti@aragob.es

²Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La utilización del procedimiento de la reflectancia en el infrarrojo cercano como medida instantánea y no destructiva se viene utilizando ampliamente en vegetales. Igualmente, se ha desarrollado en la predicción de la composición química de la carne y se está aplicando en la industria de elaborados del porcino. La valoración instrumental y sensorial de la carne de bovino implica un elevado coste debido a la necesidad de empleo del gran volumen de muestra experimental y de un músculo de primera categoría comercial como es el *longissimus dorsi*. Se necesita, además, emplear equipos caros y técnicas laboriosas que valoren la textura y paneles de evaluadores entrenados realizando varias sesiones de cata para describir sus cualidades sensoriales. Por todo ello, sería de gran interés poder emplear esta técnica del NIRS para obtener ecuaciones de predicción de las características del producto, no sólo químicas sino también instrumentales y sensoriales.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue obtener ecuaciones de predicción de la calidad instrumental y sensorial de la carne de terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de las ecuaciones de predicción mediante la técnica NIRS se han utilizado y analizado un total de 291 muestras de carne de terneros procedentes de diversas razas bovinas y cruces de las mismas, a distintos pesos al sacrificio, consiguiendo una población muestral representativa y útil para la posterior utilización de dichas ecuaciones. Todas las muestras procedían de la media canal izquierda de terneros de los que se conocía su raza, sexo, dieta de cebo, y el peso, conformación y engrasamiento de la canal. De la media canal izquierda, a las 24 horas del sacrificio, se tomó una muestra de *longissimus thoracis*, entre la 6ª y la 10ª costilla, que fue cortada en varios filetes para su análisis químico (humedad, cenizas, proteína y grasa intramuscular) siguiendo el método AOAC (1996), análisis instrumental (pérdida de jugo por presión, mioglobina) análisis de textura, con el aparato Instron modelo 5543 (WB con carne madurada 1, 7 y 21 días y célula INRA carne cruda), y análisis sensorial con 11 panelistas entrenados.

La muestra destinada a la lectura por el espectroscopio fue descongelada totalmente durante 24 horas a 6°C y una hora antes de la lectura permaneció a temperatura ambiente (Alomar *et al.*, 2003; Hildrum *et al.*, 1994). Se eliminó la grasa intermuscular del lomo y tras un picado homogéneo, se introdujo en dos cápsulas cilíndricas de 35 mm de diámetro y 10 mm de profundidad, de cristal de cuarzo.

Se utilizó un monocromador FOSS NIRSystem 6500, para realizar la lectura de la reflectancia (R) en el rango de 400 y 2500 nm cada 2 nm, recogiendo 1050 valores para cada espectro. Se guardó el espectro como el log (1/R). La energía reflejada fue referenciada a las correspondientes lecturas de un disco cerámico

(reference offset, $\log(1/R)=0,09691$). El espectro de cada cápsula fue el promedio de 32 lecturas sucesivas, y ambos fueron promediados para producir uno solo para cada canal, siempre que la diferencia entre espectros recogidos no superase un determinado límite (error estándar de la diferencia entre dos lecturas= $rms=1000$). La toma de espectros se realizó con el módulo "transport". La recogida de los datos espectrales y su análisis quimiométrico se realizó con el programa ISI-NIR2 v. 4.0. Tras los análisis espectrales pertinentes, y una vez realizados varios de los análisis de referencia se desecharon las muestras que presentaron espectros con "ruido" resultados anómalos o incompletos análisis instrumentales o sensoriales.

Las calibraciones fueron desarrolladas para cada constituyente probando varios tratamientos matemáticos (Alomar *et al.*, 2003), y opciones como las distintas derivadas del log (1/R), intervalos de toma de valores, suavizados y tratamientos matemáticos. El máximo número de términos utilizados fue 8 y para la validación cruzada se utilizaron un máximo de 6. Para la elección de la mejor ecuación se tomaron como referencia el mínimo error estándar de la validación cruzada y el mayor valor para el coeficiente de determinación de la validación cruzada.

En el Cuadro 1 se detallan los tratamientos matemáticos, opciones y correcciones utilizadas para el desarrollo de las ecuaciones. En las opciones se detalla, en este orden, el número de derivada usado sobre el espectro, el intervalo en nm en el cual se deriva, dos intervalos, en nm, en los cuales se "suaviza" el espectro para evitar la influencia de "ruido" en el mismo espectro, y si se ha usado la opción *–downweight outliers–*. Como tratamientos se encuentran el PLSm, una modificación de los mínimos cuadrados parciales y PCR, regresión por componentes principales.

El programa utilizado fue WINISI NIRSI II Project Manager v.1.04; Infracsoft International, LLC).

Cuadro 1. Tratamiento matemático y opciones seleccionadas para cada ecuación

	Corrección dispersión ¹	Opciones	Rango espectro	Tratamiento
Grasa	SNVD	1 ^a -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm
Humedad	Ninguna	1 ^a -20-20-2-no	1108-2492.8	PLSm
Proteína	SMSC	1 ^a -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
CRA	Ninguna	1 ^a -8-8-2-n	408-2492.8	PLSm
Mioglobina	Ninguna	1 ^a -8-8-2-n	408-2492.8	PLSm
Carga máx.	SNVD	1 ^a -22-22-4-n	1108-2492.8	PLSm
Esfuerzo 20 %	SNVD	1 ^a -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
Esfuerzo 80 %	SNVD	1 ^a -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
Terneza	Ninguna	1 ^a -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm
Jugosidad	SNVD	1 ^a -8-8-2-no	1108-2492.8	PLS
Ap. global	Ninguna	1 ^a -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm

¹ SNVD: Standard normal variance and detrend, SMSC: Standard multiple scatter correction.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados de los estadísticos de las ecuaciones de predicción finales para cada variable. Las calibraciones con su coeficiente de determinación se han elegido de entre las realizadas en función del R² más alto y el mayor número de muestras utilizado sin empeorar la calidad de la ecuación.

Para la humedad y grasa se obtuvieron buenos resultados de predicción, sin embargo, los bajos coeficientes de las calibraciones para la proteína son coincidentes con los hallados en otros trabajos, (Oliván et al., 2001).

La CRA y la concentración de mioglobina dieron altos coeficientes de calibración. Los valores de calibración de las variables de textura y sensorial fueron dispares. Mientras la terneza, media de los tres días de maduración presentó un valor de calibración elevado $R^2= 0,98$ el valor de esfuerzo 80%, relacionado con el tejido conjuntivo, o el esfuerzo 20%, relacionado con las fibras musculares tuvieron valores medios o bajos $R^2<0,5$, únicamente el valor de carga máxima presentó un R^2 de 0,6. La predicción de jugosidad resultó mediocre en contraste con la CRA, y la de la apreciación global tampoco fue muy elevada.

Los valores de dureza instrumental suelen tener una correlación del orden del 0,5 con la valoración de terneza sensorial. Pero con la técnica NIRS se puede predecir su valor a pesar de que la calidad de la predicción de los componentes estructurales de la carne sea media.

Así pues la metodología NIRS ha permitido predecir la valoración de la terneza sensorial de la carne de terneros de categoría añojo, así como de otras variables que influyen en su calidad final. El valor medio de terneza de varios días de maduración dio mayor precisión a la predicción que usando los datos en distintas tandas, de forma separada.

Cuadro 2. Medias analíticas, estadísticos de la calibración, validación cruzada y validación.

	media \pm s	n	SECV	R^2_{vc}	SEP	R^2_v
Grasa	1,4 \pm 0,58	92	0,265	0,668	0,003	0,759
Humedad	74,7 \pm 1,45	92	0,551	0,614	0,490	0,665
Proteína	21,7 \pm 1,11	64	1,075	0,052	1,019	0,158
CRA	25,1 \pm 2,36	86	3,398	0,301	1,338	0,892
Mioglobina	3,7 \pm 0,62	86	0,495	0,691	0,26	0,914
Carga máx.	4,0 \pm 0,70	146	1,088	0,247	0,805	0,592
Carga máx.	4,8 \pm 1,52	98	1,013	0,401	1,058	0,743
Esfuerzo 20 %	8,4 \pm 3,51	64	2,863	0,296	2,668	0,365
Esfuerzo 80 %	36,4 \pm 10,67	64	6,939	0,315	6,238	0,432
Terneza 3 medias	5,8 \pm 0,53	92	4,539	0,968	3,531	0,981
Jugosidad 3 medias	4,8 \pm 0,31	92	4,067	0,264	3,802	0,362
Ap. global	4,7 \pm 0,80	92	0,555	0,369	0,443	0,589

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MCYT-INIA RTA01-106, cofinanciado con fondos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alomar D., Gallo C., Catañeda M., Fuchlocher R. 2003. Meat Science 63: 441-450
- Oliván M., de la Roza B., Martínez M.J., Mocha M. 2001 ITEA vol extra 22: 601-603.
- Hildrum K.I., Nilsen B.N., Mielnik M., Naes T. 1994. Meat Science 38: 67-80.

PH, CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y COLOR DE LA CARNE DE CUATRO RAZAS DE VACUNO.

Monsón, F., Sañudo, C. & Sierra, I.

Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

En anteriores estudios se describieron aspectos ligados a la producción de carne y su economía en cuatro razas o biotipos de bovino (Monsón y Sierra, 2003 a y 2003 b). En el presente trabajo analizamos una serie de características referidas a la calidad de la carne. Así el pH, la capacidad de retención de agua y el color, parámetros todos ellos de gran interés respecto a la conservación-maduración y al posible valor comercial del producto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales utilizados fueron machos enteros, agrupados en 4 lotes de 10 animales cada uno, correspondientes a las razas: Frisona (FRI), Parda Alpina (PA), Limousin (LI) y Blonde d'Aquitaine (BA), de interés para la actual "C" de Calidad de Carne de Vacuno de Aragón, siendo además razas muy abundantes en los cebaderos aragoneses y correspondientes a biotipos bien diferenciados (leche, doble aptitud, cárnico y culón). En función de la precocidad de cada raza, y conociendo su peso canal idóneo para el mercado español, se tomó la decisión de sacrificar los animales a los siguientes pesos vivos: Frisona entre 500-510 Kg., Parda entre 540-550 Kg., Limousin de 560 a 570 Kg. y Blonde de 610 a 620 Kg. Los terneros ingresaron con una edad media entre 7 y 8 meses, y tras un periodo de adaptación de 20 días, comenzaron a consumir pienso con 15,27% de proteína bruta y 0,98 U.F.C., energía no elevada con el fin de no favorecer algunos genotipos (Blonde d'Aquitaine en especial) y perjudicar a otros (Frisona). El sacrificio se realizó en Mercazaragoza según sus normas estándar. Los análisis se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi* correspondiente a la 6ª costilla, tras 7 días de maduración (en nevera a 4°C, en una bandeja de poliexpan recubierta por un film permeable al oxígeno). Para la medición del pH se utilizó pHmetro marca CRISSON-507. La capacidad de retención de agua se llevó a cabo siguiendo la técnica descrita por Sierra (1973). La determinación física del color se realizó mediante un espectrocolorímetro Minolta-CM2002, utilizándose el método descrito por la Commission Internationale de l'Éclairage en 1976, midiendo las coordenadas tricromáticas: L*, a* y b*. Para determinar la concentración de mioglobina, se empleó la técnica descrita por Hornsey en 1956. El estudio estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS 12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo no se observaron diferencias entre razas-biotipos en el pH, coincidiendo con los resultados observados por Webby *et al.* (1999). Los valores de pH estuvieron comprendidos en el rango de 5.48 a 5.51 (Tabla 1). Generalmente, la carne con pH alto, más de 6.0, presenta una apariencia seca, oscura y firme (carne DFD), no evidenciándose en nuestro estudio características de este tipo.

Tampoco fueron observadas diferencias entre razas-biotipos en la capacidad de retención de agua (CRA) (Tabla 1). En este aspecto, diversas comparaciones

entre razas como británicas vs cebuinas, continentales vs británicas, o entre diferentes troncos, *Bos taurus* vs *Bos indicus*, no han revelado importantes diferencias en la CRA (Cross *et al.*, 1984; Whytes *et al.*, 1989; Albertí *et al.*, 1993).

Carpenter *et al.* (2001) demostraron la gran importancia del color ya que influye de manera significativa sobre la decisión de compra en los consumidores de carne de bovino. En nuestro caso, las coordenadas tricromáticas (L^* , a^* , b^*) no fueron afectadas por la raza-biotipo (Tabla 1), coincidiendo nuestros resultados con los hallados por Hoving-Bolink *et al.* (1999). En el presente trabajo, se esperaban diferencias en L^* , a^* y b^* debido a la gran diversidad existente entre las razas-biotipos utilizados. Posiblemente éstas no pudieron ser apreciadas claramente debido a los cambios bioquímicos ocurridos en la carne tras 7 días de almacenamiento. En este sentido Jakobsen y Bertelsen, (2000) sostienen que el oxígeno y el tiempo de exposición a este, tienen un gran efecto sobre el color de la carne.

Por el contrario en la concentración de pigmentos, sí se observaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.001$) (Tabla 1). Así, BA mostró la menor concentración de pigmentos, seguida por LI, correspondiéndole las mayores concentraciones a las razas FRI y PA (leche y doble aptitud). La raza BA posee características musculares similares a las razas de doble musculatura (Monsón *et al.*, 2004), razas que generalmente presentan músculos más pálidos, debiéndose a una proporción mayor de fibras blancas y de un contenido más bajo en mioglobina (Gil *et al.*, 2001). En tanto que la alta concentración de pigmentos observada en FRI y PA, era esperable. Fiems *et al.* (1995) y Wegner *et al.* (2000) han encontrado diferencias entre razas, indicando que la carne de razas lecheras (elevado metabolismo y plano musculares menos gruesos) es más oscura que la de razas netamente cárnicas.

Tabla 1. pH, capacidad retención de agua y color de la carne de cuatro razas-biotipos.

	FRI	PA	LI	BA	Valor de F	Sign.
pH	5.49 (0.03)	5.51 (0.06)	5.50 (0.08)	5.48 (0.04)	0.65	ns
CRA	18.70 (2.55)	20.47 (2.07)	18.68 (1.38)	18.84 (1.28)	2.02	ns
¹ Concentración de hemoglobina	239.71 c (20.38)	221.10 c (22.53)	147.13 b (23.30)	86.89 a (25.44)	78.77	***
L^*	36.24 (2.22)	34.38 (1.85)	36.84 (2.37)	34.16 (2.77)	2.82	ns
a^*	16.50 (1.05)	15.49 (1.84)	14.92 (3.17)	16.21 (3.12)	0.65	ns
b^*	7.98 (0.79)	6.88 (1.29)	7.86 (1.47)	7.57 (0.96)	1.58	ns

¹ μg hematina/g de músculo fresco.

ns= $p > 0.5$; ***= $p \leq 0.001$

L^* : Luminosidad; a^* : Índice de rojo; b^* : Índice de amarillo.

CRA: Capacidad de Retención de Agua

FRI: Frisona, PA: Parda Alpina, LI: Limousin, BA: Blonde d' Aquitaine

Sign: Significación estadística.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Sañudo, C., Santolaria, P., Lahoz, F., Jaime, J. & Tena, R. (1993). Calidad de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas de paja tratada. *ITEA*, vol extra 12, 640-642.
- Commission Internationale de l'Eclairage. (1976). Colorimetry. Publication no. 15. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE.
- Cross, H. R., Crouse, J. D. & Macneil, M. D. (1984). Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *Journal of Animal Science*, 58, 1358-1365.
- Fiems, L. O., VanHoof, J., Uytterhaegen, L., Boucque, C. V. & Demeyer, D. I. (1995). Comparative quality of meat from double muscled and normal beef cattle. In A. Ouali, D. I. Demeyer, F. J. M. Smulders (Eds.), *Expression of proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*. Ecceamst (pp. 381–391).
- Gil, M., Serra, X., Gispert, M., Angels Oliver, M., Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J. L., Campo, M., Olivan, M., Osoro, K., Garcia-Cachan, M. D., Cruz-Sagredo, R., Izquierdo, M., Espejo, M., Martin, M., & Piedrafita, J. (2001). The effect of breed-production systems on the myosin heavy chain1, the biochemical characteristics and the colour variables of Longissimus thoracis from seven Spanish beef cattle breeds. *Meat Science*, 58, 181–188.
- Hoving-Bolink, A. H., Hanekamp, W. J. A. & Walstra, P. (1999). Effects of sire breed and husbandry system on carcass, meat and eating quality of Piedmontese and Limousin crossbred bulls and heifers. *Livestock Production Science*, 57, 273–278.
- Jakobsen, M. & Bertelsen, G. (2000). Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54(1), 49-57.
- Monsón, F. D. & Sierra, I. (2003a). Comparación de cuatro razas bovinas en producción de carne: I resultados productivos en cebadero. *ITEA*, Vol. Extra (24) Tomo I, 7-9.
- Monsón, F. D. & Sierra, I. (2003b). Comparación de cuatro razas bovinas en producción de carne: II resultados económicos en cebadero. *ITEA*, Vol. Extra (24) Tomo I, 10-12.
- Monsón, F., Sañudo, C. & Sierra, I. (2004). Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science*, 68(4), 595-602.
- Lynch, A., Buckley, D. J., Galvin, K. M., Mullen, A., Troy, D. J. & Kerry, J. P. (2002). Evaluation of rib steak colour from Friesian, Hereford and Charolais heifers pastured or overwintered prior to slaughter. *Meat Science*, 61(3), 227-232.
- Sierra, I. (1973). Aportaciones al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace: caracteres productivos, calidad de la canal y calidad de la carne. *Revista del Instituto de Economía y Producciones ganaderas del Ebro* 16, 43.
- Webby, R. W., Fisher, A. D., Lambert, M. G., Daly, C. C., Knight, T. W., & Turner, P. (1999). The relationships between beef ultimate pH, breed of cattle, muscle glycogen and enzyme levels and animal behaviour. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 59, 287–290.
- Whytes, J. R., Shortose, W. R., Dodt, R. M. & Dickinson, R. F. (1989). Carcass and meat quality of *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle in northern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 29, 757-763.

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS TEXTURALES DE LA CARNE DE AÑOJO EN FUNCIÓN DE LA MADURACIÓN

Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blázquez B.

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). Dpto. Agroalimentación. Apto. 127. Alcalá de Henares, 28800 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Normalmente se tiende a relacionar la composición muscular con la textura, determinándose el precio de la carne y clasificándose en categorías comerciales las diferentes piezas cárnicas por su cantidad de colágeno y en base a su terneza potencial, pero no se ha observado cómo evoluciona con la maduración la calidad de la carne de las diferentes piezas.

Desde el punto de vista del consumidor, no sólo la dureza va a determinar su preferencia sino el conjunto de parámetros de calidad de la carne. Así, en el momento de consumir la carne fresca, la dureza y la jugosidad, además del flavor son los atributos más valorados (Barton-Garde *et al.*, 1988).

Por ello, en el presente trabajo se analiza el efecto del tiempo de maduración sobre las características texturales de tres piezas cárnicas de terneros añojos comercializados al amparo de la IGP "Carne de la Sierra de Guadarrama".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de 14 terneros añojos comercializados al amparo de la IGP "Carne de la Sierra de Guadarrama", de tres piezas comerciales (lomo, redondo y pez), que fueron compradas el séptimo día postmortem, tras lo cual se procedió a su fileteado y toma de muestras para estudiar el efecto de la maduración en los días 7º (1ª maduración) y 13º (2ª maduración) y 19º (3ª maduración). La carne se envasó al vacío y conservó a 4°C durante los respectivos días de maduración. Únicamente el lomo se fileteó y conservó con el hueso, procediéndose a su eliminación en el momento de alcanzar el periodo de maduración 2º y 3º.

El colágeno total fue determinado midiendo la concentración de hidroxiprolina en músculo (AOAC, 1996) y el colágeno soluble según la técnica de Hill (1966). El análisis de textura se realizó mediante un texturómetro *Texture Analyzer TA-XT2* con sonda cilíndrica de ebonita de 10 mm de diámetro para la prueba del perfil de textura o TPA (dureza, elasticidad y masticabilidad) (Anónimo, 1996). Los ensayos se han realizado utilizando una fuerza de deformación del 75%, y en carne cruda, ya que en dicha carne se obtienen mejores ecuaciones de predicción con el análisis sensorial Ruiz de Huidobro *et al.* (2005)

El análisis estadístico se realizó mediante el programa Statgraphics Plus (1994), realizándose un ANOVA para valorar la significación de los efectos estudiados (pieza y tiempo de maduración) y de su interacción. Las diferencias entre efectos fueron realizadas mediante el test de Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 1, la composición en colágeno fue significativamente diferente con la pieza estudiada, presentando el lomo una menor proporción de colágeno total que el redondo y el pez ($p \leq 0.001$), y una menor proporción de colágeno soluble que el redondo ($p \leq 0.01$), mientras que el porcentaje

de colágeno soluble en relación al total no presentó diferencias significativas entre piezas.

Tabla 1. Composición de colágeno de la carne de añejo según la pieza cárnica estudiada.

	Pieza			Sig.	EEM
	Lomo (n= 15)	Redondo (n= 15)	Pez (n= 15)		
% Colágeno total	0.62 ^a	1.05 ^b	1.06 ^b	***	0.082
% Colágeno soluble	0.08 ^a	0.15 ^b	0.12 ^{ab}	**	0.013
% Colágeno Soluble/total	14.36	16.29	11.50	ns	2.07

ns (no significativo), * ($p \leq 0.05$), ** ($p \leq 0.01$), *** ($p \leq 0.001$), EEM: error estándar de la media

El tejido conectivo y los componentes miofibrilares de la carne pueden considerarse que contribuyen de manera independiente a la dureza de la misma. Sin embargo, en el trabajo de Dransfield (1977) en el que estudió la dureza de 18 músculos de ganado vacuno, determinó que las variaciones en carne cruda en el colágeno total, principalmente, y su solubilidad, en segundo lugar, fueron los factores más importantes en determinar las variaciones en la dureza de los músculos.

En la tabla 2 puede verse el análisis de varianza de las características texturales para los factores estudiados (tipo de pieza y tiempo de maduración). La interacción de ambos factores no fue significativa para ninguna de las variables a estudio.

Tabla 2. Tablas de valores de F de las características texturales mediante el test TPA de la carne de añejo según la pieza cárnica estudiada, el tiempo de maduración y su interacción.

	Pieza	Maduración		CME
	(P)	(M)	(P x M)	
Dureza (N)	24.68***	1.25	1.02	11704.9
Elasticidad (%)	1.43	1.36	0.68	107.36
masticabilidad	29.44***	0.26	0.84	1.86 10 ⁷

*** ($p \leq 0.001$), CME: cuadrado medio del error

El análisis del perfil de textura (TPA) es un ensayo imitativo que pretende proporcionar valores estándar de la textura de los alimentos, correlacionando los resultados de un panel sensorial con determinados parámetros obtenidos a partir de una curva de esfuerzo deformación (TPA) (Szczesniak *et al.*, 1963).

En el TPA, el lomo presentó una menor dureza y masticabilidad ($p \leq 0.01$) que el redondo y el pez, lo cual podría estar relacionado con una menor proporción de jugo expulsado (CRA) (Velasco *et al.*, 2005) y unos menores valores de colágeno total y soluble. Estos datos coinciden con los señalados por Mathonière *et al.* (2000) donde la masticabilidad refleja la dureza de la carne. Igualmente Belew *et al.* (2003) en un estudio de 40 músculos bovinos medidos mediante la fuerza de corte W-B., definieron al m. *longissimus dorsi* como un músculo tierno (3.2 a 3.9 Kg de WB shear), mientras que los músculos *semitendinosus* y *supraespinatus* fueron descritos como intermedios (3.9 a 4.6 WBS).

Tabla 3. Características texturales de la carne de aňojo segun el tiempo de maduraci3n y la pieza c3rnica estudiada.

TPA	Pieza		
	Lomo (n= 15)	Redondo (n= 15)	Pez (n= 15)
7 d3as de maduraci3n:			
Dureza (N)	206.33 ^a	369.96 ^b	302.72 ^b
Elasticidad (%)	70.47	78.38	76.80
Masticabilidad	4072.1 ^a	11966.6 ^b	8527.6 ^c
13 d3as de maduraci3n:			
Dureza (N)	171.32 ^a	352.50 ^b	246.85 ^a
Elasticidad (%)	75.96	79.84	77.23
Masticabilidad	3917.2 ^a	12014.4 ^b	6813.9 ^a
19 d3as de maduraci3n:			
Dureza (N)	173.99 ^a	320.43 ^b	329.80 ^b
Elasticidad (%)	79.43	79.13	78.15
Masticabilidad	4618.9 ^a	10376.0 ^b	9363.5 ^b

Medias seguidas por distinta letra min3scula en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Medias del mismo par3metro seguidas por distinta letra may3scula en cada columna difieren significativamente ($p \leq 0.05$). Masticabilidad (dureza x cohesividad x elasticidad)

No se observaron diferencias texturales con el periodo de maduraci3n, aunque se observa una tendencia de tendernizaci3n para las tres piezas de los 7 a los 13 d3as de maduraci3n, generalmente se cree que la respuesta del tejido conectivo a la maduraci3n es menor que la del componente miofibrilar de las prote3nas de la carne (Bailey y Light, 1989).

REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS

- An3nimo. 1996. Minolta Camera Company, Jap3n. AOAC. 1996. Official Methods of Analysis of the AOAC, 39:13. Barton-Garde P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. 1988. In: Meat Science, Milk Science and Technology. Vol. C. World Animal Production, 141-171 (Ed. Cross H.R., Overby A.J.) Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Belew J.B., Brooks J.C., McKenne D.R., Savell J.W. 2003. Meat Science, 64: 507-512. CIE. 1976. Supplement no.2 to CIE, publication no. 15 (E-1.3.1) 1971, CIE, Paris. Dransfield, E. 1977. J. Sci. Fd. Agric., 28:833-842. Eilers, J.D., Tatum, J.D., Morgan, J.B., Smith, G.C. 1996. J. Anim. Sci. 74, 790-798. Mathoni3re C., Mioche L., Dransfield E., Culioli J. 2000. J. Text. Stud. 31, 183-203. Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Bl3zquez B., Onega E. 2005. Meat Sci., 69: 527-536. Szczesniak A.S., Brandt M.A., Friedman H.H. 1963. J. Food Sci. 28, 397-401. Velasco S., Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Bl3zquez B. 2005. (en este volumen).

DIFERENCIAS EN LA VALORACIÓN SENSORIAL DE LA CARNE DE TERNEROS DE RAZAS BOVINAS AUTÓCTONAS ANDALUZAS SEGÚN SEXO Y EDAD DE LOS CATADORES¹

Alcalde, M.J.¹, Horcada, A.¹, Valera, M.¹, Indurain, G.² y Molina, A.³

1. Dpto. Ciencias Agroforestales. E.U.I.T.A. Universidad de Sevilla. aldea@us.es

2. Dpto. Ciencias del Medio Natural. Universidad Pública de Navarra.

3. Dpto. Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Los consumidores españoles exigen cada vez más carne bien caracterizada, homogénea y acorde con los nuevos cánones de salubridad. Para ello es necesario que la carne sea valorada tanto instrumentalmente, como sensorialmente mediante paneles de catadores y consumidores. Tanto en uno como en otro caso, la valoración de las características de la carne vendrá condicionada por el sistema de explotación de los animales y por las condiciones en que esta carne sea preparada y presentada (tiempos de maduración, envasado, etc.). En esta dirección ya se han publicado bastantes trabajos que hacen un exhaustivo estudio de las características de la carne de algunas razas autóctonas vacunas españolas de producción cárnica (Alberti *et al.*, 1995, 1997, 2001, Sañudo *et al.*, 1998 y 2001 y Santolaria *et al.*, 1997 entre otros). El trabajo que aquí se presenta se centra en la oferta de razas autóctonas existentes en la CCAA Andaluza, teniendo como objetivo principal determinar las diferencias en la valoración que emite el panel de catadores-consumidores en función del sexo y de la edad como medida de las preferencias de los diferentes estratos de población de la sociedad andaluza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han empleado muestras de carne de 6 terneros machos: tres de raza pajuna (dos de 12 meses, letras A y E y un buey de 36 meses, letra E), dos de raza retinta (con 12 meses de edad, letras B y D) y uno procedente de cruce industrial (letra C con 12 meses de edad). Las muestras de carne se obtuvieron del músculo *Longissimus dorsi pars lumborum* y fueron cocinados hasta alcanzar una Tª interna de 70° C. La carne se presentó en platos calientes en prismas de 3x2x2. Se ha realizado la valoración sensorial por un panel de catadores compuesto por 15 mujeres y 15 hombres no entrenados elegidos al azar, y agrupados en 3 grupos de edad: 14 catadores de 18-24 años, 8 catadores de 25-35 años y 8 catadores mayores de 35 años. Los panelistas valoraron: textura de la carne (terneza, jugosidad y aceptabilidad de la textura) y flavor de la carne (flavor característico a ternera, presencia de sabores extraños y aceptabilidad del flavor) mediante escalas de valoración de 7 puntos. El tratamiento estadístico de los datos ha consistido en un análisis descriptivo y de varianza (ANOVA) utilizando un test DMS de contraste de medias mediante el uso del paquete estadístico SPSS PC v. 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con el efecto sexo (Tabla 1) únicamente se han observado diferencias significativas para los atributos de identificación de sabores extraños y de aceptabilidad del flavor. El grupo de mujeres ha presentado una mayor sensibilidad a la presencia de sabores extraños en comparación con el grupo de hombres ($p < 0,05$).

Tabla 1.- Medias y error típico de la valoración sensorial de los catadores Hombres y Mujeres de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros.

	Hombres	Mujeres	Sig.
Terneza	4,73 ±0,17	4,43±0,18	ns
Jugosidad	4,60±0,16	4,16±0,16	ns
Acept. textura	5,02±0,16	4,67±0,15	ns
Flavor ternera	4,70±0,16	4,41±0,16	ns
Sabor extraño	1,84±0,15	2,38±0,18	*
Aceptab.flavor	5,18±0,11	4,56±0,14	***

*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns $p > 0,05$.

¹ Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto INIA RZ 02-007 y por la Cooperativa COVAP.

Los varones (Tabla 2) no han detectado diferencias significativas entre las muestras analizadas para los atributos de sabores extraños y flavor característico de ternera. Los panelistas varones han valorado significativamente mejor ($p<0,05$) los parámetros estudiados de la carne procedente de los terneros de las razas Pajuna y Retinta sacrificados con 12 meses de edad que la de la carne procedente de los terneros de cruce industrial y de raza Pajuna de tres años de edad (F).

Tabla 2.- Medias y error típico de la valoración sensorial de los catadores (Hombres) de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de las razas Pajuna (A, E y F), Retinta (B y D) y cruce industrial (C).

	A	B	C	D	E	F	Sig
Terneza	5,67 ^b ±0,30	5,53 ^b ±0,22	3,60 ^a ±0,40	4,73 ^b ±0,37	5,67 ^b ±0,33	3,20 ^a ±0,38	***
Jugosidad	5,33 ^c ±0,37	4,67 ^{bc} ±0,32	3,20 ^a ±0,35	5,47 ^c ±0,29	5,20 ^c ±0,38	3,73 ^{ab} ±0,34	***
Acept, textura	5,60 ^c ±0,29	4,87 ^{bc} ±0,34	3,87 ^a ±0,46	5,67 ^c ±0,25	5,80 ^c ±0,26	4,33 ^{ab} ±0,42	***
Flavor ternera	5,33±0,30	4,73±0,30	4,07±0,52	4,6±0,35	5,2±0,38	4,27±0,41	ns
Sabor extraño	1,53±0,29	1,87±0,34	1,73±0,33	2,13±0,48	1,6±0,34	2,2±0,15	ns
Aceptab,flavor	5,60 ^b ±0,21	5,13 ^{ab} ±0,27	4,67 ^a ±0,29	5,20 ^{ab} ±0,20	5,80 ^b ±0,24	4,67 ^a ±0,29	**

*** $p<0,001$; ** $p<0,01$; ns $p>0,05$. Letras diferentes $p<0,05$ entre columnas de la misma fila.

Las mujeres (Tabla 3) han manifestado diferencias significativas para todos los atributos estudiados entre las diferentes muestras analizadas, salvo para la detección de sabores extraños en la carne. Nuevamente, como en el caso de los hombres, las mujeres han coincidido en las muestras mejor valoradas.

Tabla 3.- Medias y error típico de la valoración sensorial de las catadoras (Mujeres) de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de las razas Pajuna (A, E y F), Retinta (B y D) y cruce industrial (C).

	A	B	C	D	E	F	Sig,
Terneza	5,13 ^{cd} ±0,35	4,93 ^{cd} ±0,34	3,67 ^b ±0,33	4,47 ^{bc} ±0,41	5,87 ^d ±0,34	2,53 ^a ±0,26	***
Jugosidad	5,00 ^b ±0,31	4,33 ^b ±0,30	3,13 ^a ±0,31	4,73 ^b ±0,34	5,13 ^b ±0,35	2,60 ^a ±0,3	***
Acept, textura	5,53 ^d ±0,26	4,53 ^{bc} ±0,35	4,07 ^{ab} ±0,27	4,93 ^{cd} ±0,27	5,67 ^d ±0,33	3,27 ^a ±0,3	***
Flavor ternera	5,20 ^c ±0,45	4,73 ^{bc} ±0,25	3,73 ^{ab} ±0,43	4,67 ^{bc} ±0,27	4,60 ^{abc} ±0,45	3,53 ^a ±0,41	*
Sabor extraño	2,40±0,51	3,07±0,56	3,0±0,44	1,6±0,24	2±0,31	2,2±0,38	ns
Aceptab,flavor	5,20 ^b ±0,37	3,93 ^a ±0,33	4,13 ^a ±0,29	5,20 ^b ±0,26	5,20 ^b ±0,35	3,67 ^a ±0,21	***

*** $p<0,001$; * $p<0,05$; ns $p>0,05$. Letras diferentes $p<0,05$ entre columnas de la misma fila.

Los panelistas de mayor edad (Tabla 4) han determinado diferencias significativas sólo en los atributos de terneza ($p<0,001$), jugosidad y aceptabilidad de la textura ($p<0,05$), siendo mejor valorados los terneros Pajunos y Retintos de 12 meses.

Tabla 4.- Medias y error típico de la valoración sensorial de los catadores mayores de 35 años de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de las razas Pajuna (A, E y F), Retinta (B y D) y cruce industrial (C).

	A	B	C	D	E	F	Sig.
Terneza	4,88 ^c ±0,44	5,00 ^c ±0,5	3,38 ^{ab} ±0,53	4,63 ^{bc} ±0,42	5,38 ^c ±0,46	2,88 ^a ±0,44	***
Jugosidad	4,63 ^c ±0,5	4,38 ^{bc} ±0,38	3,00 ^a ±0,46	4,50 ^b ±0,46	4,88 ^c ±0,4	3,13 ^{ab} ±0,52	*
Acept. textura	5,38 ^c ±0,38	5,00 ^{bc} ±0,46	3,88 ^{ab} ±0,52	4,75 ^{bc} ±0,31	5,25 ^c ±0,49	3,38 ^a ±0,5	*
Flavor ternera	5±0,38	4,5±0,33	4,25±0,59	4,5±0,19	4,38±0,26	3,75±0,41	ns
Sabor extraño	2,5±0,76	2,88±0,74	2,5±0,57	2,13±0,4	2,25±0,46	2,25±0,53	ns
Aceptab.flavor	4,88±0,48	4,63±0,42	3,88±0,44	5±0,33	4,75±0,41	4±0,38	ns

*** $p<0,001$; * $p<0,05$; ns $p>0,05$. Letras diferentes $p<0,05$ entre columnas de la misma fila.

Los panelistas de edad intermedia (Tabla 5) han determinado diferencias significativas entre las diferentes muestras de carne presentadas para los atributos

de textura y jugosidad ($p<0,001$) y aceptabilidad del flavor de la carne ($p<0,001$). Nuevamente, las muestras mejor valoradas han correspondido a las obtenidas a partir de terneros de las razas Pajuna y Retinta sacrificados con un año de edad.

Tabla 5.- Medias y error típico de la valoración sensorial de los catadores de 25 a 34 años de edad de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de las razas Pajuna (A, E y F), Retinta (B y D) y cruce industrial (C).

	A	B	C	D	E	F	Sig.
Terneza	5,13 ^b ±0,35	5,38 ^b ±0,32	3,13 ^a ±0,35	5,00 ^b ±0,57	5,50 ^b ±0,53	2,13 ^a ±0,4	***
Jugosidad	5,50 ^b ±0,38	4,63 ^b ±0,42	2,88 ^a ±0,35	5,75 ^b ±0,25	4,75 ^b ±0,59	2,50 ^a ±0,46	***
Acept. textura	5,50 ^{bc} ±0,33	4,88 ^b ±0,4	3,25 ^a ±0,45	6,00 ^c ±0,27	5,63 ^c ±0,42	3,00 ^a ±0,46	***
Flavor ternera	5,75±0,45	4,88±0,35	3,38±0,82	4,5±0,63	4,88±0,61	4,63±0,71	ns
Sabor extraño	2,13±0,67	2±0,5	2,13±0,48	1,75±0,62	1,75±0,37	1,88±0,64	ns
Aceptab.flavor	5,63 ^c ±0,38	5,13 ^{bc} ±0,35	4,63 ^{ab} ±0,26	5,25 ^{bc} ±0,25	6,00 ^c ±0,33	4,00 ^a ±0,33	***

*** $p<0,001$; * $p<0,05$; ns $p>0,05$. Letras diferentes $p<0,05$ entre columnas de la misma fila.

Al igual que los panelistas de edades intermedias, el grupo de panelistas de menor edad (Tabla 6) ha determinado diferencias significativas entre los atributos de terneza ($p<0,001$), jugosidad ($p<0,001$), aceptabilidad de la textura ($p<0,001$), y los relacionados con el flavor de la carne ($p<0,01$). A diferencia del resto de los grupos de edad, los panelistas de menor edad (menos de 24 años) han detectado diferencias significativas en la apreciación del flavor característica de la carne de ternera ($p<0,05$).

Los panelistas de menor edad identifican en mayor medida el flavor característico de ternera, con la carne procedente de los terneros de las razas Pajuna (A y E) y Retinta (B y D) sacrificados con 12 meses de edad. El flavor característico a ternera peor valorado ha correspondido a los terneros de raza pajuna sacrificados con 3 años de edad. Ninguno de los grupos de edad ha observado la presencia de sabores extraños en las muestras presentadas.

Tabla 6.- Medias y error típico de la valoración sensorial de los catadores menores de 24 años de edad de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de las razas Pajuna (A, E y F), Retinta (B y D) y cruce industrial (C).

	A	B	C	D	E	F	Sig.
Terneza	5.86 ^d ±0.36	5.29 ^{cd} ±0.30	4.07 ^{ab} ±0.50	4.36 ^{bc} ±0.44	6.14 ^d ±0.29	3.29 ^a ±0.34	***
Jugosidad	5.29 ^{cd} ±0.37	4.50 ^{bc} ±0.36	3.43 ^a ±0.37	5.07 ^{cd} ±0.37	5.57 ^d ±0.36	3.57 ^{ab} ±0.34	***
Acept. textura	5.71 ^b ±0.30	4.43 ^a ±0.39	4.43 ^a ±0.38	5.21 ^{ab} ±0.30	6.07 ^b ±0.24	4.50 ^a ±0.37	***
Flavor ternera	5.14 ^{bc} ±0.47	4.78 ^{bc} ±0.32	4.00 ^{ab} ±0.44	4.78 ^{bc} ±0.30	5.21 ^c ±0.50	3.57 ^a ±0.41	*
Sabor extraño	1.57±0.29	2.50±0.54	2.43±0.49	1.79±0.41	1.57±0.36	2.36±0.41	ns
Aceptab.flavor	5.57 ^c ±0.29	4.14 ^a ±0.39	4.57 ^{ab} ±0.32	5.29 ^{bc} ±0.27	5.64 ^c ±0.32	4.36 ^a ±0.32	**

*** $p<0,001$; * $p<0,05$; ns $p>0,05$. Letras diferentes $p<0,05$ entre columnas de la misma fila.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí P., Sañudo C., Campo M., Franco J., Lahoz F., Olleta J.L., 1997. *ITEA*, Vol. Extra 18, 745-747.
- Albertí, P., Sañudo, C., Olleta, J.L., Lahoz, F., Campo, M.M., Panea, B. and Franco. J. 1998. *Proc. 44th ICoMST, Barcelona. Spain.* 270-271.
- Albertí, P., Sañudo, C., Santolaria, P., Lahoz, F., Olleta, J.L. and Campo, M.M., 1995. *Archivos de Zootecnia*, 44: 283-293.
- Santolaria P., Sañudo C., Albertí P., Campo M.M., 1997. *ITEA*, 93, 2, 89-97.
- Sañudo, C.; P. Albertí, M.M. Campo, J.L. Olleta, Panea B., 1998. *Arch. Zootec.* 48: 397-402.
- Sañudo, C.; Olleta, J.L.; Campo, M.M; Panea, B.; Renand, G.; Turin, F.; Jabet, S.; Osoro, K.; Oliván, C.; Noval, G.; García, M.J.; García, D.; Cruz-Sagredo, R.; Oliver, M.A.; Gil, M.; Gispert, M.; Serra, X.; Guerrero, L.; Espejo, M.; García, S.; López, M.; Izquierdo, M.; Quintanilla, R; Martín, M; Piedrafita, J. 2001. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. FAIR1 CT95 0702 - Final Report. 190-232

EFFECTO DEL TIPO DE MÚSCULO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA RUBIA GALLEGA

Portela, C.; Moreno, T.; Pérez, N.; Monserrat, L.
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apto. 10. 15080. A Coruña.

INTRODUCCIÓN

Son amplios los trabajos realizados sobre la calidad organoléptica, sensorial, nutritiva, etc., de la carne de vacuno producida en España (Sañudo, 1998; Sañudo y col. 2000; Alberti y col., 1995; Monserrat y col., 1998; Carballo y col., 1997; Sánchez y col. 1997; Dios, 2000; Beriain y Lizaso 1997; Varela, 2002). Sin embargo estos estudios se han centrado casi exclusivamente en el músculo *Longissimus thoracis*, cuyos parámetros de calidad, según Jonhson (1975) tienen buena correlación con la de otros músculos. Sin embargo García y Casal (1992) comprobaron que los músculos *Logissimus dorsi* y *Psoas* tienen mayor incremento en grasa intramuscular que el *Semitendinoso* cuando se engrasa la canal. Además, Moreno (2003) con hembras de Rubia Gallega puras y cruzadas encuentra una correlación muy variable entre músculos con un valor r^2 inadecuado para predecir mediante uno de ellos el valor nutritivo del resto.

Por ello, parece conveniente considerar en la Rubia Gallega cuáles son las características de calidad de los músculos y piezas de mayor valor comercial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 9 machos de raza Rubia Gallega que permanecieron con sus madres hasta el destete a los 6-7 meses, alimentándose de su leche, hierba y un suplemento de pienso administrado a voluntad y se acabaron en cebadero con pienso *ad libitum* y heno durante dos meses, hasta los 300 kg. de peso. A las 48 h. *postmortem* se extrajeron de la media canal izquierda, las muestras: *L. thoracis*, *L. lumborum*, *Psoas mayor*, *Semitendinoso*, *Semimembranoso*, *Cuadriceps femoral*, *Biceps femoral*, *Triceps sural*, *Tensor de la fascia lata* y *Cadera* (formada por varios músculos difíciles de separar). Se separa un filete de 2 cm. de grosor para la determinación del color, pH, pérdidas de agua por cocción y dureza. En la *Cadera* el corte se realiza a nivel del *Glúteo medio*, al ser su componente mayoritario. Se toman cuatro trozos de cada músculo, de aproximadamente 5 g. cada uno, que se utilizarán para la determinación de pigmentos hemínicos y las pérdidas de agua por presión. El resto del músculo se pica y mezcla, para separar una muestra de 100 g. de carne para determinar la composición química mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRs). En el *tensor de la fascia lata* y *triceps sural* únicamente se determina la composición química.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa S.A.S. realizándose un análisis de varianza por el procedimiento GLM. Se realizó el test de Duncan para las medias que difieren significativamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Color

Tabla 1.- Media, desv. típica y nivel de significación del análisis de varianza de los parámetros de color y pigmentos hemínicos de la carne de terneros de ≈ 300 Kg. de peso vivo. Efecto músculo.

	Luminosidad (L*)	Índice rojo (a*)	Índice amarillo (b*)	Pigmentos
<i>L. thoracis</i>	38.10 \pm 1.12 bc	14.34 \pm 0.97 b	6.88 \pm 1.20 cd	0.35 \pm 0.05 ab
<i>L. lumborum</i>	38.49 \pm 1.59 bc	13.13 \pm 1.01 c	6.23 \pm 0.73 d	0.30 \pm 0.04 bc
<i>Psoas mayor</i>	38.16 \pm 2.63 bc	16.25 \pm 1.04 a	7.30 \pm 1.26 abcd	0.33 \pm 0.04 ab
<i>Semitendinoso</i>	43.52 \pm 1.87 a	13.90 \pm 1.39 bc	7.69 \pm 1.24 abc	0.25 \pm 0.07 c
<i>Biceps femoral</i>	39.43 \pm 3.35 bc	16.27 \pm 0.95 a	8.31 \pm 1.07 ab	0.39 \pm 0.09 a
<i>Semimembranoso</i>	38.68 \pm 3.66 bc	16.86 \pm 1.05 a	8.55 \pm 1.58 a	0.37 \pm 0.05 ab
<i>Cuadriceps femoral</i>	40.58 \pm 2.71 b	14.75 \pm 1.89 b	7.06 \pm 1.36 bcd	0.33 \pm 0.11 ab
<i>Glúteo medio</i>	37.74 \pm 1.76 c	16.23 \pm 0.69 a	7.33 \pm 0.69 abcd	0.40 \pm 0.06 a
SIG.	***	***	**	***

El tipo de músculo es una de las variables que más influyen en el color (Shakelford y col., 1992), ya que cada músculo posee diferentes características, como el tipo metabólico, contenido de pigmentos, microestructura del tejido, etc. Las diferencias encontradas coinciden con lo indicado por Albertí y Sañudo (1998) y Dios (2000). El *Psoas mayor*, músculo de gran actividad y, por tanto, mayor consumo de oxígeno, presenta en cambio un color más claro que otros músculos, entre ellos el *L. thoracis*, al contrario de lo descrito por Renerre (1981) y Guignot y col. (1992). Las diferencias en el índice de amarillo (b^*) pueden ser debidas a la distinta cantidad de grasa intramuscular en los diferentes músculos, pues es en la grasa dónde se acumulan los cromógenos vegetales lipofílicos.

2.- pH, Dureza y Pérdidas de Agua

Tabla 2.- Media, desv. típica y nivel de significación del análisis de varianza del pH, dureza y pérdidas de agua por cocción y presión de la carne de terneros de ≈ 300 Kg. de peso vivo. Efecto músculo.

	pH	Dureza (kg.)	Pérd. Cocción (%)	Pérd. Presión (%)
<i>L. thoracis</i>	5.40 \pm 0.07 ab	8.97 \pm 1.37 ab	30.72 \pm 3.39 cd	25.24 \pm 9.07
<i>L. lumborum</i>	5.40 \pm 0.05 ab	10.04 \pm 2.05 a	29.64 \pm 3.54 d	26.26 \pm 2.85
<i>Psoas mayor</i>	5.45 \pm 0.09 a	4.76 \pm 0.52 d	32.53 \pm 1.46 bcd	29.24 \pm 3.41
<i>Semitendinoso</i>	5.44 \pm 0.09 ab	6.85 \pm 1.31 c	34.38 \pm 5.19 abc	26.08 \pm 3.04
<i>Bíceps femoral</i>	5.38 \pm 0.04 b	7.38 \pm 1.74 c	32.89 \pm 4.80 bcd	28.99 \pm 3.20
<i>Semimembranoso</i>	5.39 \pm 0.06 ab	7.76 \pm 1.08 bc	36.24 \pm 4.21 ab	30.88 \pm 1.67
<i>Cuadriceps femoral</i>	5.43 \pm 0.07 ab	7.49 \pm 1.78 bc	37.36 \pm 2.24 a	28.99 \pm 1.60
<i>Glúteo medio</i>	5.39 \pm 0.06 ab	7.75 \pm 1.47 bc	32.88 \pm 3.92 bcd	27.56 \pm 10.12
SIG.	*	***	***	n.s.

Aunque el tipo de músculo es un factor muy influyente sobre el pH, no se encuentran diferencias entre músculos, aunque sí en el test de Duncan, probablemente debidas a la distinta proporción de fibras rojas y blancas, ya que el músculo rojo tiene un contenido menor de glucógeno y por tanto tendrá un pH final más alto, como indican O'Halloran y col. (1997). En la dureza, las diferencias coinciden en parte con los resultados obtenidos por Dransfield (1977), que observó que disminuía en la canal del lomo a las extremidades. Esto no explicaría el alto valor obtenido para el *L. lumborum*, o el del *Semitendinoso*, que presenta uno de los valores más bajos. Las diferencias pueden deberse al lugar de extracción de la muestra, el centro del músculo, puesto que la dureza dentro de un mismo músculo no es uniforme. Dumont (1990) observó que en el *Semimembranoso* aumenta a partir del extremo pélvico y en el *L. thoracis* disminuye del centro a los extremos. Las diferencias para las pérdidas de agua por cocción podrían explicarse por el efecto de la temperatura sobre los distintos tipos de fibras (Sañudo, 1993). Para las pérdidas de agua por presión, algunos autores (Rao y Gault, 1989; Talmant y col., 1986) consideran la variación de pH como el factor más influyente, por lo que la ausencia de diferencias significativas podría deberse a que tampoco las hubo para el pH.

3.- Composición química

Tabla 3.- Media, desv. típica y nivel de significación del análisis de varianza de la composición química de la carne de terneros de ≈ 300 Kg. de peso vivo. Efecto músculo.

	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa
<i>L. thoracis</i>	76.59 \pm 0.70 a	1.20 \pm 0.01 a	22.16 \pm 0.73 ab	1.15 \pm 0.40 e
<i>L. lumborum</i>	76.20 \pm 0.41 ab	1.19 \pm 0.01 ab	22.38 \pm 0.71 a	1.48 \pm 0.53 de
<i>Psoas mayor</i>	76.24 \pm 0.58 ab	1.18 \pm 0.01 b	22.11 \pm 0.59 ab	1.84 \pm 0.37 bcd
<i>Semitendinoso</i>	76.38 \pm 0.58 ab	1.19 \pm 0.01 ab	20.99 \pm 3.18 b	1.77 \pm 0.36 bcd
<i>Bíceps femoral</i>	75.71 \pm 0.50 bc	1.18 \pm 0.01 b	22.33 \pm 0.56 ab	2.12 \pm 0.37 bc
<i>Semimembranoso</i>	75.94 \pm 0.45 ab	1.20 \pm 0.01 a	22.54 \pm 0.91 a	1.53 \pm 0.32 cde
<i>Tensor fascia lata</i>	75.20 \pm 1.22 c	1.15 \pm 0.02 c	21.74 \pm 0.90 ab	2.78 \pm 1.08 a
<i>Cuadriceps femoral</i>	75.65 \pm 0.92 bc	1.18 \pm 0.02 b	22.28 \pm 0.86 ab	2.27 \pm 0.63 ab
<i>Tríceps sural</i>	75.79 \pm 0.80 bc	1.19 \pm 0.01 ab	22.35 \pm 0.65 a	1.96 \pm 0.58 bcd
Cadera	75.08 \pm 0.56 c	1.16 \pm 0.02 c	22.05 \pm 0.94 ab	2.82 \pm 0.85 a
SIG.	***	***	n.s.	***

Los porcentajes de grasa intramuscular varían según el músculo estudiado. Esta variación de la grasa intramuscular ya fue demostrada por Cook y col. (1964) y Link y col. (1970). También Johnson (1975), encuentra variabilidad no sólo entre músculos con una misma localización anatómica, sino también entre los que pertenecen a un mismo grupo. Así, entre los músculos del miembro pelviano obtiene un coeficiente de variación de 36,3.

García y Casal (1992), en su análisis de la grasa intramuscular en 340 machos castrados de diferentes razas, encontró porcentajes medios de grasa intramuscular de 2,7% en el *Biceps braquial*, 1,7% para el *Semitendinoso*, 2,9% en el *L. dorsi* y 4,1% en el *Psoas mayor*. Igualmente Moreno (2003), en su estudio con vacas y novillas de Rubia Gallega sobre distintos músculos de la canal, encontró porcentajes de grasa intramuscular que variaban, para el *L. thoracis*, de 1,57% en novillas a 2,49% en vacas y para el *Semitendinoso* de 1,32% en novillas a 3,07% en vacas. Las diferencias encontradas en humedad y grasa son inversamente proporcionales, como señalaron Bousset y col. (1986). Así, el *L. thoracis* que presenta un mayor nivel de humedad es el músculo con menor porcentaje de grasa intramuscular, mientras que en el *tensor de la fascia lata* observamos los valores inversos. En el resto de músculos, con valores intermedios de humedad y grasa, observamos la misma correlación. No hay diferencias para el porcentaje de proteína, ya que es un valor que se mantiene más o menos constante en la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P.; Sañudo, C. (1998). *ITEA*, 76, 3-14.
- Albertí, P.; Sañudo, C.; Santolaria, P.; Negueruela, Y.; Olleta, J.L.; Mamaqui, E.; Beriaín, M.J.; Lizaso, G. (1997). *Vacuno de Carne: aspectos claves*. C. Buxadé, Ed: Mundi Prensa, Madrid. p. 494-510.
- Bousset, J.; Dumont, B.L.; Hudzick, E. (1986). *Proc. 32e Congrès Europ. Chercheurs Viande, Gand.*, 2: 499-502.
- Campo, M.M.; Alvarez, F. (1995). *ITEA*. 16, 2:630-632.
- Carballo, J.A.; Calvo, C.; Fernandez, B.; Monserrat, L.; Sánchez, L. (1997). *ITEA*. 18, 2: 757-759.
- Cook, C. F.; Bray, R. W.; Weckel, K. G. (1964). *J.Anim.Sci.* 23, 329.
- Dios, A. (2000). *Tesis Doctoral*. Univ. de Santiago de Compostela.
- Dransfield, E. (1977). *J. Sci. Food Agric.*, 28: 833-842.
- Dumont, B.L. (1990). *Journées de la recherche porcine en France*, 22: 43-49.
- García, P. T.; Casal, J. J. (1992). *Proceedings 38 th ICOM ST.Vol. 2*, pg:53-56.
- Guignot, F.; Quilinchini, Y.; Renerre, M.; Lacourt, A.; Monin, G. (1992). *J.Sci.Food Agric.*, 58: 523-529.
- Johnson, E. R. (1975). *Aust.J.Agric.Res.* 26: 777-82.
- Link, B. A.; Bray, R. W.; Cassens, R. G.; Kauffman, R. G. (1970). *J.Anim.Sci.* 30:6.
- Monserrat, L.; Sánchez, L.; Carballo, J. A.; Calvo, C.; Brea, T.; Dios, A.; García, J.; Fidalgo, L. E.; Suárez, M. L. (1998). *Memoria del CIAM 1994-96: 285-334*. Ed: Xunta de Galicia.
- Moreno, T. (2003). Trabajo Invest. Tutelado. Univ. de Santiago de Compostela
- O'Halloran, G.R.; Troy, D.J.; Buckley D.J. (1997). *Meat Sci.*, 45, 2:239-251.
- Oliván, M.; Osoro, K.; García, M.J.; Noval, G.; Martínez, A.; Villa, A.; Diego, V.; García-Atance, P. (1999). *ITEA*. 20, 1, 98-100.
- Renerre, M. (1981). *Viandes et Produits Carnes*, 2: 10.
- Sánchez Fernández B.; Sánchez L.; de la Calle B.; Monserrat L. (1997). *ITEA*. 18, 2: 766-768.
- Sañudo, C. (1998). *Producción Animal*, 131: 27-60.
- Sañudo, C. (1993). *Mundo Ganadero*, 6.
- Sañudo, C.; Enser, M.E.; Campo, M.M.; Nute, G.R.; María, G.; Sierra, I.; Wood, J.D. (2000). *Meat Sci.* 54:339-346.
- Shackelford, S.D.; Purser, D.E.; Smith, G.C.; Griffin, C.L.; Stiffler, D.M.; Savell, J.W. (1992). *J. Anim.Sci.* 70, (2): 465-469.
- Varela, A. (2002). Tesis Doctoral. Univ. Santiago de Compostela.

Patología Animal

DEFICIENCIA EN LA RESPUESTA LINFOPROLIFERATIVA ESPECÍFICA FRENTE A PROTEÍNAS GAG EN FORMAS CLÍNICAS DEL MAEDI VISNA OVINO

R. Reina¹, X. De Andrés¹, J. M. Pérez de la Lastra¹, J. Benavides², V. Pérez², E. Biescas³, L. Luján³, V. Mick¹, M. Pérez de Villarreal¹, H. Crespo¹, G. D. Harkiss⁴, S. Rosati⁵, D. de Andrés¹, B. Amorena¹

¹ Instituto de Agrobiotecnología, CSIC-UPNA. Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja; Navarra; ² Histología y Anatomía Patológica, Dpto. de Patología Animal: Medicina Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, Campus de Vegazana, s/n. 24071 León; ³ Dpto. de Patología Animal, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España; ⁴ Department of Veterinary Pathology University of Edinburgh, Easter Bush Veterinary Centre, Easter Bush, Midlothian, EH25 9RG, United Kingdom; ⁵ Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia, Facoltà di Medicina Veterinaria, Via Leonardo Da Vinci, 44, 1009 Grugliasco (TO) Italia

INTRODUCCIÓN

La inmunodeficiencia causada en la especie humana por el lentivirus HIV es bien conocida. En especies como la humana (Dudhane *et al.*, 1996; Legendre *et al.*, 1998) y la felina (Shimojima *et al.*, 2004) existe una relación entre la infección y la expresión de las moléculas coestimuladoras. Además, en el ganado caprino infectado con el lentivirus de la artritis encefalitis caprina (VAEC), los animales que presentan una sintomatología clínica parecen mostrar una menor respuesta linfoproliferativa, y una menor respuesta Th1 (menor producción de IFN- γ), aumentando la Th2 (mayor producción de anticuerpos frente a antígenos vacunales y mayor producción de IL-4 e IL-5; Fariñas y Zorrilla, 2002). Sin embargo, la posible inmunodeficiencia causada en ovinos por el virus Maedi Visna (VMV), homólogo entre otros a los virus VIH humano y VIF felino y del grupo genético de VAEC (Shah *et al.*, 2004), se halla todavía en vías de estudio, habiéndose constatado hasta la fecha una supresión de la producción de anticuerpos IgG2 frente a este virus en animales infectados por el mismo (Bird *et al.*, 1995). En este estudio, se determina la respuesta linfoproliferativa frente a las proteínas del VMV y se inicia el estudio de la expresión de las moléculas coestimuladoras, previamente identificadas (Terzo *et al.*, 2005), en ovinos con distintas formas clínicas de Maedi Visna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Origen y preparación de muestras. Se utilizaron 49 ovejas de la raza Rasa Aragonesa: 12 seropositivas al VMV asintomáticas, 30 seronegativas (control) y 7 con afección clínica pulmonar y/o artrítica. Asimismo, se utilizaron 4 ovejas de la raza Assaf con sintomatología clínica nerviosa (2) o pulmonar (2). En los animales con afección clínica, además del examen macroscópico articular, pulmonar y/o del sistema nervioso central se detectó, por inmunocitoquímica y/o por PCR del tejido, la positividad al VMV. Las células mononucleares sanguíneas (PBMCs) se aislaron por flotación (Ficoll-Hypaque, $d = 1,077$; Lymphoprep) a partir de sangre con EDTA tripotásico, para ensayos de PCR y con heparina para ensayos de linfoproliferación. La extracción de DNA se realizó a partir de PBMCs (QUIAamp DNA blood mini kit, Qiagen).

Ensayo de linfoproliferación. Se distribuyeron 10^5 PBMCs por pocillo en RPMI (GIBCO) conteniendo 10% de suero fetal bovino (GIBCO) con betamercaptoetanol (Roche) 5×10^{-5} M, que fueron enfrentados a 50, 25, 12 y 6 $\mu\text{g/ml}$ de p14, p25 y p17, proteínas recombinantes del VMV, elaboradas en el marco del proyecto EU QLK2-CT-2002-00617. En el mismo ensayo, también se enfrentaron los PBMCs a sus respectivos controles de preparaciones proteicas (Mock). Las reacciones se realizaron por cuadruplicado. Tras cinco días de incubación, se marcaron los PBMCs con $1 \mu\text{Ci/pocillo}$ de Timidina tritiada (Amersham) y se obtuvieron los índices de estimulación (IE) dividiendo las cpm obtenidas en el contador beta, para cada proteína a cada dilución, por las obtenidas en su mock correspondiente. Como control positivo de proliferación se utilizó Concanavalina A (ConA) (Sigma) y como control negativo RPMI con betamercaptoetanol y suero fetal bovino al 10%. Como control positivo de reacción frente a las proteínas Gag del virus, se utilizó una oveja muy respondedora a ellas en el test de linfoproliferación. Resultados con IE por encima de 3 se consideraron positivos.

Determinación de los niveles de CD80. Siguiendo el procedimiento llevado a cabo por Terzo *et al.* (2005), se extrajo el RNA, se realizó una RT-PCR para elaborar el cDNA y seguidamente 2 PCRs, una para el gen constitutivo y otra para CD80. A continuación, se realizó una electroforesis, constatándose las diferencias de expresión de CD80.

ELISA. Se determinó la seropositividad al VMV utilizando el test ELISA Elitest (MV Diagnostics).

PCR. El VMV en sangre se detectó por PCR de la región Gag p17-p25 (amplicones de 480-500 nt), utilizando cebadores generados en el proyecto EU CRAF-1999-70356 y por Rimstad *et al.* (1993), y de la región LTR (amplicones de 281 a 325 nt), según metodología de Extramiana *et al.* (2002) y utilizando cebadores de Sonigo *et al.* (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos de linfoproliferación. En todos los casos clínicos analizados, se observó una respuesta linfoproliferativa específica muy baja (por debajo del umbral de positividad (Tabla 1). Ninguno de dichos animales mostró positividad al ensayo de linfoproliferación en ninguna de las diluciones antigénicas, y sus IE oscilaban entre 0 y 1,96. Los IE obtenidos para los restantes animales se hallaban entre 10 y 107. Así, los IE obtenidos en animales seropositivos sin sintomatología clínica y los animales libres de VMV fueron muy superiores. También lo fue la reactividad frente a las proteínas testadas ($P < 0,05$), con una sola excepción, la proteína p17, al comparar los grupos “seronegativos” y “clínicos” ($P > 0,05$). En su conjunto, estos resultados indican una “inmunodeficiencia”, no descrita hasta el momento, en el sistema inmune de ovinos afectados (con independencia de la forma clínica). Estos resultados son compatibles con los obtenidos por Fariñas y Zorrilla (2002) en VAEC, cuando observan inhibición de la proliferación en cabras clínicamente afectadas con VAEC.

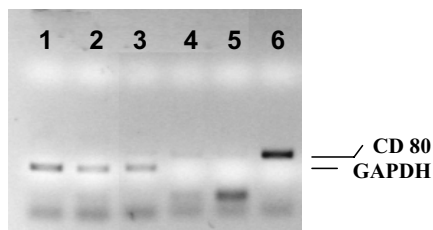
Expresión de la molécula coestimuladora CD80. En 3 de las 4 ovejas con afección clínica pulmonar y/o nerviosa en las que se estudió la expresión de CD80 por RT-PCR, se observó que dicha expresión fue deficiente, mientras que fue normal en el animal utilizado como control, carente de síntomas clínicos y reaccionante en linfoproliferación (Fig. 1). Estos resultados, aunque muy preliminares, sugieren que la expresión de CD80 podría estar alterada en algunos animales afectados, y serían compatibles con las observaciones en HIV de Dudhane *et al.* (1996) para la menor

expresión de CD80 en monocitos infectados, y de Legendre *et al.* (1998) para la mayor respuesta Th2 asociada a la disminución de CD80.

Tabla 1. Porcentaje y proporciones de positividad (superando un umbral de índice de estimulación IE = 3) en el ensayo de linfoproliferación al enfrentar antígenos Gag del VMV con PBMCs procedentes de animales seronegativos, seropositivos sin síntomas clínicos y seropositivos clínicamente afectados.

Proteína	Porcentaje y proporción (positivos/testados) de animales con respuesta linfoproliferativa (IE ≥3)		
	Seronegativos	Seropositivos no afectados clínicamente	Seropositivos afectados clínicamente
p25	33 (10/30)	75 (9/12)	0 (0/11)
p17	23 (5/22)	71 (5/7)	0 (0/11)
p14	45 (10/22)	100 (5/5)	0 (0/11)

Fig. 1. Ejemplo ilustrativo de la inhibición de la expresión de la molécula coestimuladora CD80 en dos animales seropositivos clínicamente afectados (calles 1, 4 y 2, 5) y expresión normal en un animal sin afección clínica y con respuesta en linfoproliferación (calles 3, 6) frente a los antígenos Gag de VMV. Calles 1, 2 y 3: Producto amplificado del gen GAPDH. Calles 4, 5, y 6: Producto amplificado del gen CD80.



AGRADECIMIENTOS

Financiado por CICYT AGL2003-08977-C03-01, EU QLK2-CT-2002-00617 y LIFE-CRAFT No. CRAF-1999-70356).

REFERENCIAS

- Bird *et al.***, 1995. *Clin Exp Immunol* 102: 274-80.
Dudhane *et al.*, 1996. *AIDS Res Hum Retrovir* 12: 885-92.
Extramiana *et al.*, 2002. *Small Rum Res* 44: 109-17.
Fariñas y Zorrilla, 2002. *XXVII Jornadas la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*. pp 583-5.
Rimstad *et al.*, 1993 *Am J Vet Res* 54: 1858-62.
Shah *et al.*, 2004. *Virology* 319: 12-26.
Sonigo *et al.*, 1985. *Cell* 42: 369-82.
Terzo *et al.*, 2005. *Vet Immunol Immunopath* 103: 9-19.
Legendre *et al.*, 1998. *Int Immunol* 10: 1847-51.
Shimojima *et al.*, 2004. *Science* 303: 1192-5.

CARGA VÍRICA, VALORES ELISA Y PROPORCIÓN DE GAMMA-GLOBULINA EN CALOSTRO DE MADRES INFECTADAS POR EL VIRUS MAEDI VISNA OVINO

S. Andrés¹, I. Glaria¹, A. Fernández³, R. Reina¹, X. de Andrés¹, J. M. Pérez de la Lastra¹, E. Berriatua², M. Daltabuit², V. Alvarez², L. Luján³, E. Biescas³, M. M. Pérez³, B. Amorena¹, D. de Andrés¹

¹CITA (DGA) Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza e Instituto de Agrobiotecnología, CSIC-UPNA, Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja, Navarra; ²Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER), Sanidad Animal, 48160 Derio, Vizcaya; ³Dpto. de Patología Animal, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La detección del virus Maedi Visna (VMV) ovino por PCR a partir de DNA de monocitos/macrófagos, sus células diana, presenta dificultades, pues la proporción de monocitos en sangre así como el número de copias de DNA de VMV por monocito sanguíneo en ovinos infectados son reducidos (Carey y Dalziel, 1993). Sin embargo, en calostro, los macrófagos (y restos de células infectadas apoptóticas o descamadas) son más abundantes y puede detectarse DNA proviral con mayor probabilidad. Por otro lado, en distintas especies incluyendo la ovina, existe una elevada concentración de IgG en calostro, y sería de interés averiguar si este isotipo permite distinguir las hembras infectadas de las no infectadas. Los resultados obtenidos en este estudio aportan información sobre la utilidad del calostro en el diagnóstico del VMV mediante cuantificación de secuencias víricas por PCR en tiempo real (RTA-PCR) y determinación de anticuerpos específicos mediante ELISA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Origen y preparación de muestras. Se utilizaron madres de la raza Rasa Aragonesa, 20 seropositivas al VMV y 10 seronegativas. En las 30 madres, se obtuvo calostro-leche a las 24 y 48 h para análisis ELISA y RTA-PCR. En 13 de estas muestras de calostro de 24h se determinó la proporción de gamma-globulinas. En el estudio de sangre, se analizó por ELISA suero de madres y corderos a 1, 2 y 30 días post-parto, y por PCR el DNA de leucocitos mononucleados (PBMC) de madres seropositivas y 12 de sus corderos 1 día tras el parto. Los PBMC se aislaron por flotación (Ficoll-Hypaque, $d = 1,077$; Lymphoprep Asix-Shield) a partir de sangre con EDTA tripotásico. El DNA se preparó con el kit QUIAamp blood (Qiagen).

ELISA. Se analizó la positividad al VMV con el ELISA Elitest (Hyphen-Biomed), en el que los valores ELISA se definen como $A_{450}/\text{cutt-off}$, siendo positivos a partir de 1.

PCR. El VMV en sangre se detectó por PCR de la región Pol (C. Woodall, Universidad de Edimburgo, comunicación personal; Tolari *et al.*, 2000), según el método semi-anidado puesto a punto por nuestro grupo. La RTA-PCR de la región Gag-p25 se realizó según D. Klein (Universidad de Viena; comunicación personal) pero con cebadores diseñados en nuestro laboratorio para este estudio.

Electroforesis de calostro. El lactosuero, obtenido tras dos centrifugaciones a $4000 \times g$ (15 min), se sometió a electroforesis en tiras ($2,5 \times 14$ cm) de cellogel (Biosystems) a 200 V y 30 min (3 mA/tira). El porcentaje de gamma-globulinas en la muestra de calostro se determinó por foto-densitometría (Shimadzu CS-9000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en calostro/leche (24-48 h post-parto) indican que las madres seronegativas fueron también negativas en RTA-PCR. En madres ELISA positivas (Tabla 1), el ADN proviral se logró detectar (y cuantificar) por RTA-PCR en 16 de las 20 muestras de calostro estudiadas, no hallándose relación entre la carga vírica y los valores ELISA. Sólo un 50 por ciento de las madres fueron PCR-positivas en sangre en este estadio (24-48 h post-parto). Los corderos PCR-positivos siempre procedieron de madres RTA-PCR o PCR (Pol)-positivas, excepto el de una oveja (n° 5056) seropositiva y PCR negativa en calostro y sangre. En corderos, la positividad a la PCR y el valor ELISA tampoco estuvieron relacionados. Dicho valor fue menor que el del suero de la madre, y disminuyó con frecuencia durante el primer mes de vida. La PCR detecta el genoma vírico y el ELISA la respuesta inmune, lo que explicaría la ausencia de relación observada entre la carga vírica y los anticuerpos presentes en un mismo tejido y momento de la vida del animal.

Tabla 1. Estudio de madres seropositivas y sus corderos: Valores ELISA y carga vírica (número de copias de DNA proviral, detectadas por RTA-PCR de la región Gag) en calostro materno, presencia de virus en sangre de madres y corderos (detectada por PCR de la región Pol), y valores ELISA en suero de corderos y en leche de madres.

N° de oveja	Valor medio ELISA en calostro (24-48h post-parto)	DNA proviral en madres 24-48h post-parto		DNA proviral (PCR) y valores ELISA en sangre de corderos de distintas edades			Valor ELISA en leche (1 mes post-parto)
		RTA-PCR ⁽¹⁾ en calostro	PCR ⁽²⁾ en sangre	PCR ⁽²⁾ (días)	Valor ELISA		
					1-2 días	30 días	
1071	6,7	+	+	+ (1)	4,6	2,9	3,0
2026	9,5	+	+	- (1-105)	6,8	6,9	7,4
3005	6,5	+++	débil				
3006	9,0	-	débil				
4036	5,33	+++	+				
5016	8,2	+	débil				
5036	10	++	-	+ (1)	7,0	6,0	
5056	7,6	-	-	+ (2, 4, 30)	6,1	3,0	1,4
5070	7,5	+	+				
5077	7,7	-	-				
5106	9,9	+	-	+ (33)	4,4	1,9	3,7
6011	5,2	+	débil	+ (2)	1,9	1,0	3,1
6788	9,45	-	+	+ (2)	7,2	6,3	6,0
7215	12,1	+	-				
7216	7,7	+++	+	+ (2, 30)	5,4	1,0	2,4
7232	7,6	+	-				
7250	5,7	+	-	- (1-150)	2,9	0,2	2
7254	5,9	+	-	- (1-150)	6,7	3,4	4,9
8226	9,5	+++	-	+ (2, 30)	5,5	4,5	4,2
9042	9,8	+++	-	- (1-150)	5,2	7,3	9,1

⁽¹⁾RTA-PCR en calostro recogido 24 h post-parto: -, por debajo del límite de detección; +, menos de 50 moléculas; ++, entre 50 y 600 moléculas; +++, más de 600 moléculas.

⁽²⁾ PCR en PBMC de sangre: +, reacción fuerte; débil, reacción débil; -, ausencia de reacción. Las casillas en blanco indican muestra no disponible para análisis.

Al determinar la proporción (porcentaje) de gammaglobulinas en calostro (Tabla 2), las muestras de madres seronegativas (excepto la oveja 5020) mostraban una proporción creciente según aumentaba el valor ELISA en calostro, por lo que ambos parámetros estaban positivamente asociados ($r = 0,74$; $P < 0,05$). Sin embargo, no se observó asociación positiva en madres seropositivas. Tampoco se observó asociación entre la proporción de gamma-globulina en calostro y los valores de ELISA en suero en ninguno de los grupos de madres (seropositivas o seronegativas). Todas las madres infectadas presentaron un valor ELISA en calostro > 4 , aunque en suero presentaran un valor pequeño (por ejemplo, la oveja 7216). El transporte activo de anticuerpos al calostro puede ir en detrimento de su concentración en suero.

Tabla 2. Porcentaje de gamma-globulina, beta-globulina y albúmina (detectado por densitometría tras electroforesis) en calostro de 24 h en las madres libres y las infectadas por VMV, y valores ELISA en suero y calostro a las 24 h post-parto.

Grupo de madres	Nº de oveja	ELISA en suero (medias)	ELISA en calostro (medias)	Porcentaje en calostro		
				γ -globulina	α - y β -globulina	Albúmina
No infectadas por VMV						
	0325	0,3	0,3	20,4	65,9	13,7
	5020	0,3	0,5	45,3	50,3	4,4
	3018	0,2	1,4	32,1	62,5	5,4
	3118	0,1	1,7	38	55,5	6,4
	3140	0,1	2,2	43	50,7	6,2
	9040	0,2	2,9	46,7	50	3,3
	6012	0,4	3,0	61,3	34	4,7
Infectadas por VMV						
	7250	1,0	4,5	49	46,1	4,9
	6011	3,2	5,4	41,7	51,5	6,8
	8508	7,2	5,6	52,8	41,6	5,6
	7254	5,3	5,9	57,4	38,7	3,9
	1071	4,6	7,8	47,5	48,5	4
	7216	2,0	10,4	27	65	8

REFERENCIAS

- Carey N. y Dalziel R.G. 1993. *Brit Vet J* 149: 437-454;
 Dr. Dieter Klein (Universidad de Viena, comunicación personal);
 Tolari F. et al., 2000. *International Conference on Animal Retroviruses*, vol 1. Queen's College, Cambridge, U.K. p. 61.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por CICYT AGL2003-08977-C03-01, EU QLK2-CT-2002-00617 y EU LIFE-CRAF-1999-70356). A la Dra S. Hervás-Stubbs por su contribución a la puesta a punto de la PCR de Pol. a ANGRA, al personal del CITA, F. Lahoz, E. Echegoyen y E. Morago por el cuidado de los animales y su colaboración en la extracción de muestras para este estudio.

PRIMER AISLAMIENTO DE UNA ESTIRPE ESPAÑOLA DEL VIRUS MAEDI VISNA OVINO

R. Reina¹, I. Glaria¹, N. Lucas¹, X. de Andrés¹, C. Solano¹, E. Biescas², L. Luján², M. M. Pérez², V. Andresdóttir³, B. Amorena¹, D. de Andrés¹

¹Instituto de Agrobiotecnología, CSIC-UPNA, Ctra. Mutilva Baja, 31192 Mutilva Baja, Navarra; ²Dpto. de Patología Animal, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza; ³Institute for Experimental Pathology, University of Iceland, Keldur, v/Vesturlandsveg, IS-112 Reykjavik, Iceland

INTRODUCCIÓN

Nuestro país cuenta con unos 30 millones de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos), hallándose el virus Maedi Visna (VMV) ampliamente extendido. Hasta el momento actual, se han logrado amplificar algunas zonas del genoma del virus utilizando PCR, pero no se han obtenido aislados de campo ovinos españoles que conserven su capacidad infectante. En este trabajo, se han obtenido aislados ovinos españoles a partir de un animal con sintomatología clínica (artritis). Una vez aislada la estirpe del virus implicado, con capacidad infectante, se ha caracterizado ésta genéticamente y comparado su secuencia con las de muestras de otros tejidos del mismo animal y con secuencias conocidas del GenBank. El conocimiento genético de las estirpes capaces de producir la enfermedad del Maedi Visna es de utilidad para comprender los mecanismos de patogenicidad y la epidemiología, así como para desarrollar métodos de diagnóstico e inmunógenos de interés en razas locales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales. Se escogieron 10 animales de la raza Rasa Aragonesa con sintomatología articular compatible con Maedi Visna, ubicados en dos explotaciones con una seroprevalencia del 90 por ciento, según ELISA (Elitest, Hyphen Biomed). Esta sintomatología no es frecuente en la zona y raza objeto de estudio y podría responder a un brote de una cepa con especial tropismo por la articulación. En algunos casos, estos síntomas articulares se acompañaron de evidente clínica pulmonar, según análisis macroscópico en la necropsia.

Muestras. Las muestras analizadas en la necropsia fueron lavado broncoalveolar en solución salina tamponada estéril (PBS) y líquido sinovial para el aislamiento de virus por co-cultivo. Para el estudio de PCR, se emplearon tejido articular, pulmón, mama y encéfalo, todos ellos en bloques de 1 cm³ embebidos en RNAlater (Qiagen).

Empleo de células de lavado broncoalveolar. Tras centrifugar 5 min a 400 × g, se resuspendió el sedimento (rico en macrófagos alveolares) en 1-5 ml de RPMI (GIBCO) conteniendo suero fetal bovino (SFB, GIBCO) al 10%, se realizó el recuento (con cámara de Neubauer, Marienfeld) y se distribuyeron 10⁷ células sobre una monocapa de células permisivas a la infección por VMV (véase sección de co-cultivos) en DMEM (GIBCO) con 1% SFB o suero de cordero.

Empleo de líquido articular. Se distribuyó el líquido directamente obtenido de ambos carpos sobre la monocapa de células permisivas en DMEM al 1%.

Co-cultivos para aislamiento de la estirpe. Se emplearon dos tipos de células adherentes permisivas para todos los experimentos de aislamiento viral, FOS (foetal ovine synovial) y células del plexo coroideo ovinas (PLEXUS). Ambas provenían de cultivo primario, se utilizaron en pases tempranos (inferiores a 15) y no daban lugar

a amplicones de VMV con las técnicas PCR disponibles en el laboratorio. Estas células se cultivaron hasta obtener “semi-confluencia” y entonces se co-cultivaron (en DMEM conteniendo suero de cordero al 1%) con líquido articular de ambos carpos o con 10^7 células de lavado broncoalveolar de las ovejas afectadas clínicamente. Transcurridos 11 días, se tripsinizaron los cultivos y las células se sembraron en placas nuevas. Se recogieron sobrenadantes periódicamente y se detectó en ellos actividad transcriptasa inversa (RT) cuando se observó una alta mortalidad (a los 16 días), asociándose esta actividad a la presencia de VMV en las células FOS y PLEXUS, según PCR-secuenciación. El sobrenadante entonces se congeló (como stock de virus), y una alícuota se utilizó para infectar fibroblastos heterólogos, induciendo en ellos la formación de sincitios y la propagación de la estirpe aislada.

Actividad RT en el sobrenadante de cultivo. Como medida indirecta de la cuantificación del virus en el cultivo, se determinó en el sobrenadante a los 9 días de co-cultivo la actividad RT utilizando un kit no radiactivo (The Reverse Transcriptase Assay, Boehringer Mannheim), siguiendo las instrucciones del fabricante. Se cuantificó la quimioluminiscencia por densitometría (ChemiDoc, Bio-Rad).

PCR. Las muestras de tejido y las células en cultivo cuyo sobrenadante presentaba actividad RT se tripsinizaron y, tras la extracción de ADN (QUIAamp DNA blood mini kit, Qiagen), se analizaron por PCR-secuenciación de nucleótidos (nt) para las regiones de VMV: a) Gag p17-p25 (amplicones de 480-500 nt), utilizando cebadores generados en el proyecto europeo CRAF-1999-70356 y por Rimstad *et al.* (1993); y b) LTR (amplicones de 281 a 325 nt) según metodología de Extramiana *et al.* (2002) y utilizando cebadores de Sonigo *et al.* (1985).

Análisis de secuencias. Las secuencias del genoma del VMV obtenidas con ambas fuentes de muestra se compararon, mediante el programa BioEdit (Hall, 1999), entre sí, con las de la base de datos GenBank (NIH) y con amplicones de VMV de dos ovinos españoles (365 y 378; datos no publicados). Los alineamientos múltiples se realizaron con el programa ClustalW (Thompson *et al.*, 1994). Los árboles filogenéticos se produjeron por el método del Neighbour Joining (Saitou y Nei, 1987) y se visualizaron y editaron mediante el programa TreeView (Page, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento del virus. Se obtuvieron sobrenadantes con actividad RT en 2 de los animales estudiados, 496 y 44. En ambos casos el co-cultivo positivo se obtuvo utilizando como material de inóculo, el líquido sinovial. Uno de ellos (aislado 496) se utilizó para análisis comparativo de secuencias en este trabajo.

Secuencias y homologías. En ambos aislamientos, se observó que las secuencias obtenidas diferían del resto de aislados secuenciados y publicados en GenBank, así como de los amplicones obtenidos en nuestro laboratorio a partir de muestras de campo de ovinos españoles (datos no publicados). En la secuencia del aislado 496 se observaron resultados similares al estudiar las regiones LTR y Gag: a) mayor semejanza genética (porcentaje de homología 0,88-0,99) al compararla con otras secuencias víricas, obtenidas de diferentes tejidos del mismo animal en que se aisló (PBMC, mama, cápsula articular, pulmón, cultivos de células FOS “CCF” y PLEXUS “CCP” inoculadas con el líquido sinovial de la cápsula articular de los carpos izquierdo “CI” o derecho “CD”), o con secuencias como 365 (de ovino español con VMV) y CAEV-Co, prototipo de lentivirus caprino estadounidense (GenBank); y b) un menor porcentaje de homología (0,46-0,69) con prototipos (GenBank) de VMV

aislados de ovinos procedentes de países como Portugal (PO1OLV), Islandia (Ic1514), Reino Unido (EV1 o sus secuencias tras subcultivos en nuestro laboratorio, C+L y C+H) o el prototipo de virus caprino de Noruega (CAEV1GA), y en la región Gag, con la secuencia 378 de VMV ovino español. Aunque a menudo pequeñas, se observaron diferencias entre tejidos dentro de un mismo individuo, lo que demuestra la existencia de variabilidad (cuasi-especies virales) en un solo huésped, y una proximidad a algunos aislados ovinos (español) y caprinos (CAEV-Co, causante de artritis) pero no a los otros aislados caprinos y ovinos estudiados, sean o no de origen español (Fig. 1).

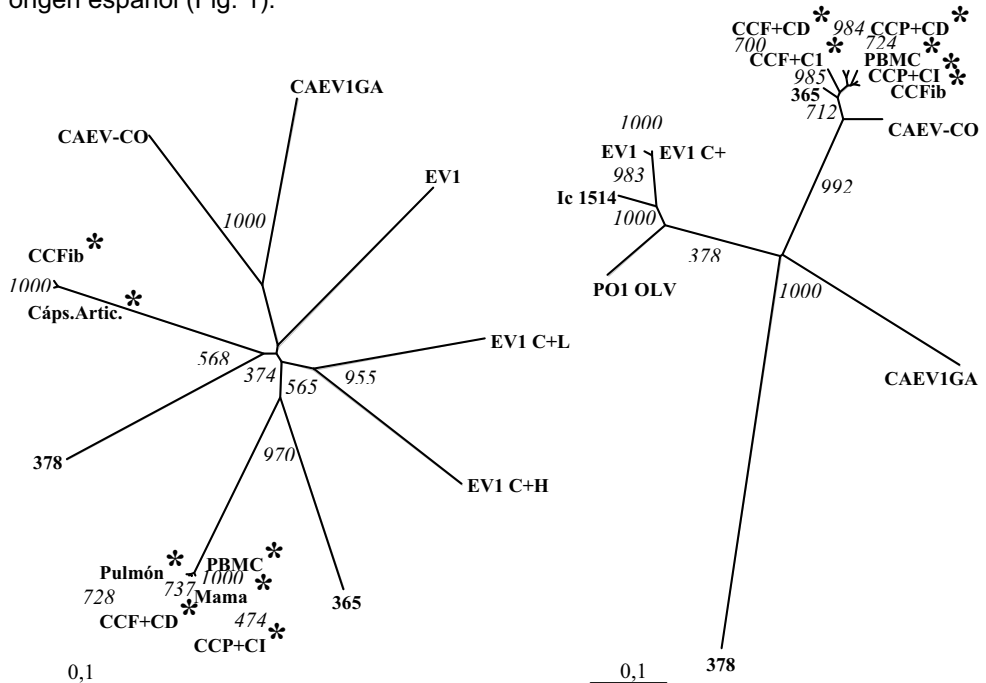


Figura 1. Árboles filogenéticos basados en secuencias de nucleótidos de las regiones LTR (izquierda) y Gag p25-p17 (derecha), mostrando las relaciones de las secuencias derivadas del aislado 496 entre sí, con las prototipo (GenBank) de lentivirus ovinos y caprinos y con dos de origen español (365 y 378). Los números en cursiva hacen referencia a los “bootstraps”. El asterisco corresponde a las secuencias del aislado 496.

REFERENCIAS

- Extramiana et al.** 2002. *Small Rum Res* 44: 109-17;
Rimstad et al. 1993 *Am J Vet Res* 54: 1858-62;
Sonigo et al. 1985 *Cell* 42: 369-82.
Hall.1999. *Nucleic Acids Symposium Ser.* 41: 95-98;
Thompson et al. 1994. *Nucleic Acids Res* 22: 4673-80;
Saitou y Nei. 1987. *Mol Biol Evol* 4: 406-25;
Page. 1996 *Comput Appl Biosci* 12: 357-8.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por CICYT AGL2003-08977-C03-01, EU QLK2-CT-2002-00617 y EU LIFE-CRAFT No. CRAF-1999-70356.

TIPIFICACIÓN MOLECULAR DE *Brucella suis*

Muñoz P. M., M. J. de Miguel, J. M. Blasco, C. M. Marín
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) Gobierno de Aragón.
Apartado 727. 50.080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La brucelosis porcina por *Brucella suis* es un proceso considerado como inexistente o de muy escasa prevalencia en España y, en consecuencia, no existe ningún programa nacional de erradicación. Sin embargo, cada vez son más frecuentes los brotes de brucelosis en porcino extensivo y, además, existe una prevalencia muy elevada de la infección en el jabalí (Godfroid, 2002; Muñoz *et al.*, 2003). La mayoría de las infecciones en suidos (domésticos y salvajes) son producidas por las biovariedades 1, 2 y 3 de *B. suis* (domésticos y salvajes) son producidas por las biovariedades 1, 2 y 3 de *B. suis*, considerándose también la liebre europea como un hospedador habitual de *B. suis* biovar 2. Las técnicas microbiológicas convencionales (esencialmente, crecimiento en medio con fucsina básica y producción de SH₂), descritas para la diferenciación de las biovariedades mencionadas (Alton *et al.*, 1988), dan resultados variables y conducen a errores de tipificación muy frecuentes (Muñoz *et al.*, 2003). Con la finalidad de solventar este problema, se han evaluado técnicas de diagnóstico y tipificación moleculares, siendo las más empleadas una PCR múltiple (denominada AMOS-PCR) basada en la secuencia de inserción *IS711* de *Brucella* (Bricker y Halling, 1994), y diversos PCR-RFLP basados en los polimorfismos de genes de las proteínas de membrana externa *Omp2a*, *Omp2b* y *Omp31*, habiéndose identificado marcadores moleculares considerados como específicos de las diferentes biovariedades (Cloeckeaert *et al.*, 1995; Vizcaíno *et al.*, 1997). Sin embargo, estas técnicas no han sido valoradas con un número representativo de cepas de campo y de diferentes especies animales. El objetivo de este trabajo es analizar los diferentes patrones moleculares obtenidos en las técnicas mencionadas, a partir de distintas cepas europeas de *B. suis* aisladas de animales domésticos y salvajes, y evaluar su eficacia para la identificación de sus diferentes biovariedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 71 cepas de *B. suis* aisladas en España, Portugal y Croacia. Un total de 24 de las 30 cepas españolas analizadas fueron aisladas de 13 explotaciones porcinas (11 extensivas de cerdo ibérico y 2 intensivas de cerdo blanco cruzado con ibérico) y las 6 restantes, de jabalís abatidos en cotos de caza de Ciudad Real. Quince cepas fueron aisladas por el Centro Nacional de Brucelosis de Lisboa, a partir de otras tantas explotaciones portuguesas de cerdo ibérico. Las restantes 26 cepas estudiadas procedían de aislamientos realizados en el Instituto Veterinario de Zagreb (Croacia) a partir de animales domésticos (7 cepas de porcino y 2 de equinos) y salvajes (8 liebres y 9 jabalís).

Los cultivos bacterianos puros fueron previamente tipificados como *B. suis* mediante las técnicas microbiológicas convencionales (Alton *et al.*, 1988). De cada uno de estos cultivos se obtuvo ADN mediante un kit comercial (QIAamp DNA miniKIT, QIAGEN). Los patrones moleculares de cada una de las cepas se determinaron tras amplificación por PCR de los genes *omp2a*, *omp2b* y *omp31* y posterior restricción enzimática (RFLP) de los productos amplificados (Cloeckeaert *et al.*, 1995, Vizcaíno *et al.*, 1997). Paralelamente, usando un cebador de la *IS711* de *B. suis*, se aplicó un

AMOS-PCR (Bricker y Halling, 1994), complementando la técnica con un cebador del gen *ery* de *Brucella* (AMOS-*Ery*; Ocampo *et al.*, en prensa).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los perfiles moleculares obtenidos con los distintos marcadores analizados y su tipificación bacteriológica correspondiente se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipificación bacteriológica convencional (crecimiento en fucsina y producción de SH₂) y resultados moleculares de las biovariedades de referencia y de los distintos aislamientos de *Brucella suis* analizados.

Origen de las cepas	Cepas	Biovar	Producción de SH ₂	Crecimiento en Fucsina básica	PCR Múltiple AMOS- <i>Ery</i> ^a	PCR-RFLP de genes ^b				
						<i>omp</i> 2b	<i>omp</i> 2a	<i>omp</i> 31	Ecor I	Kpn I
Referencia	1330	1	+	-	2A	P1	P1	P2	P2	P1
	Thomsen	2	-	-	1A	P3	NC	NC	NC	P2
	686	3	-	+	1A	P1	NC	P2	P2	P1
España	24 ^c	1/2	+/-	-	1A	P3	NC	P2	P2	P2
	6 ^d	1/2	+/-	-	1A	P1	P1	P2	P2	P2
Portugal	15 ^e	1/2	+/-	-	1A	P3	NC	P2	P2	P2
	14 ^f	1	+	-	2A	P1	P1	P2	P2	P1
Croacia	6 ^g	2	-	-	1A	P1	P1	NC	NC	P2
	6 ^h	3	-	+	2A	P1	P1	P2	P2	P1

^a AMOS-*Ery*: Patrón 1A = Una banda de amplificación; Patrón 2A = Dos bandas de amplificación,

^b P1, P2, P3 = Patrones de restricción descritos como característicos de los genes *omp2a*, *omp2b* y *omp31* con las enzimas de restricción Ecor I, Kpn I, Sty I, Nco I y Ava II; (NC= no corta) en las cepas de referencia.

^c 20 cepas de cerdo y 4 de jabalí; ^d 4 cepas de cerdo y 2 de jabalí; ^e 15 cepas de cerdo; ^f 8 cepas de liebre y 6 de jabalí; ^g 6 cepas de cerdo; ^h 1 cepa de cerdo, 2 cepas de caballo y 3 de jabalí.

Si bien las cepas de referencia 1330, Thomsen y 686 (correspondientes a las biovariedades 1, 2 y 3, respectivamente) presentaron todos los patrones moleculares descritos como característicos (Cloeckert *et al.*, 1995; Vizcaíno *et al.*, 1997), los resultados no fueron tan evidentes con las cepas de campo analizadas. En el caso de las cepas españolas, tanto en las aisladas de cerdos como de jabalís, se encontraron dos combinaciones diferentes de patrones moleculares en PCR-RFLP (6 cepas con una combinación de patrones y 24 cepas con otra). Ninguna de estas dos combinaciones coincidía totalmente con la combinación de patrones considerados característicos de las biovariedades 1 y 2 de referencia, presentando siempre perfiles "intermedios". Cuando se aplicó la técnica AMOS-*Ery*, ninguna de estas cepas presentó el perfil característico de *B. suis* biovar 1. Todas las cepas portuguesas presentaron la misma combinación de patrones moleculares, que fue idéntica a la obtenida en la mayoría (24) de las cepas españolas. De igual modo, ninguna de las cepas aisladas en Portugal presentó el patrón característico de *B. suis* biovar 1 con AMOS-*Ery*. En base a estos resultados no fue posible concluir en una identificación precisa de las biovariedades aisladas en la Península Ibérica.

En contraste, las cepas de origen Croata presentaron combinaciones de patrones moleculares diferentes a los obtenidos con cepas Ibéricas. Todas las cepas identificadas microbiológicamente como *B. suis* biovar 1 presentaron patrones moleculares coincidentes y considerados característicos para esta biovariedad, incluidos los de AMOS-*Ery*. Sin embargo, las cepas identificadas microbiológicamente y mediante AMOS-*Ery* como *B. suis* biovar 2 resultaron en patrones característicos de la biovariedad 1 ó 2, según el gen amplificado. Las tipificadas como *B. suis* biovar 3

(que deberían presentar algunos patrones coincidentes con los de la biovariedad 1 y otros con los de la biovariedad 2), mostraron el patrón descrito como característico de *B. suis* biovar 1 tanto en PCR-RFLP como en AMOS-*Ery*. Al igual que ocurrió con las cepas Ibéricas, los perfiles obtenidos con cepas Croatas no guardaron relación con la especie animal de la que fueron aisladas.

Estos resultados sugieren la existencia de dos biovariedades de *B. suis* características de la Península Ibérica, ambas con marcadores microbiológicos y moleculares intermedios entre las biovariedades 1 y 2 de *B. suis*. Por otra parte, se han identificado dos biovariedades Croatas que, si bien coinciden microbiológicamente con las biovariedades 2 y 3 de referencia, presentan algunos marcadores moleculares considerados como característicos de *B. suis* biovar 1. Discordancias similares, utilizando genes de proteínas de membrana externa de *Brucella*, han sido descritos también por otros autores (Zygmunt *et al.*, 2005).

Por otro lado, la prueba AMOS-*Ery* parece ser específica para descartar las cepas Ibéricas de biovariedad 1, pero no lo es para las cepas Croatas, ya que resulta en el mismo patrón para las biovariedades 1 y 3. Con este marcador molecular no se han descrito hasta el momento discrepancias, por lo que la explicación podría residir en que algunas cepas de la biovar 1 pueden crecer en medios conteniendo fucsina y tipificarse erróneamente como biovar 3. De hecho, se han descrito cepas de *B. abortus* biovar 4 (Alton *et al.*, 1988) y de *B. melitensis* biovar 3 (Verger, comunicación personal) que no crecen en fucsina, cuando el crecimiento en este colorante se considera característico de estas biovariedades.

En conclusión, los resultados obtenidos sugieren que tanto las cepas Ibéricas como las Croatas presentan polimorfismos característicos que las hacen diferentes entre sí y distintas de las cepas consideradas como referencia. Esto cuestiona si las cepas de referencia de *B. suis* son representativas de sus diferentes biovariedades y cuestiona, a su vez, la validez de las técnicas microbiológicas clásicas de tipificación de *B. suis*.

AGRADECIMIENTOS

Las cepas Portuguesas utilizadas en este estudio fueron amablemente cedidas por Ana Cristina Ribeiro Alves Ferreira (C.N.B de Lisboa, Portugal) y las Croatas por Zeljko Cvetnic (I.V.C de Zagreb, Croacia). Las muestras de jabalí Españolas fueron remitidas por Christian Gortázar (Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos IREC de Ciudad Real). Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la UE (proyecto QLK2-CT 2002-00918), la Red Temática de Investigación Cooperativa del Instituto Carlos III (Brucelosis G03/204) y las ayudas para el Grupo Consolidado de Investigación en Brucelosis del Gobierno de Aragón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alton G.G. et al. 1988, "*Techniques for the Brucellosis Laboratory*" INRA, Paris, France

Bricker B.J. y S.M. Halling. 1994. *J. Clin. Microbiol.*, 32(11): 2660-66.

Cloekaert A. et al. 1995. *Microbiology*, 141(Part 9): 2111-21.

Godfroid J. 2002. *Rev. Scien. Tech.*, 21(2): 277-86.

Muñoz P.M. et al. 2003, I.T.E.A. Vol. extra Nº 24, Tomo I: 417-419.

Ocampo A. et al. *Vet. Microbiol.* (Aceptado, en prensa).

Vizcaíno N. et al. 1997, *Microbiology*, 143(Part 9): 2913-21.

Zygmunt M. et al. *Cost 845 Action Meeting*, Lisbon 6-7 de Mayo de 2004.

PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA ENTOMOLOGICA FRENTE A LENGUA AZUL*

J. Lucientes¹, C. Calvete², M. A. Miranda³, J. M. García⁴, N. Moreno⁴, R. Estrada¹, D. Borrás³

¹ Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. jlucien@unizar.es

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Gobierno de Aragón.

³ Lab.de Zoología. Universidad de las Islas Baleares.

⁴ Subdirección General Sanidad Animal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

INTRODUCCIÓN

La Lengua Azul, también denominada Fiebre Catarral Ovina, es una enfermedad infecciosa producida por un arbovirus y que afecta principalmente a rumiantes. El virus se transmite mediante la picadura de mosquitos del género *Culicoides*, considerándose a la especie *Culicoides imicola* el principal vector de este virus en nuestro país. La infección, que suele cursar de forma leve o asintomática en el ganado vacuno, produce por el contrario, una enfermedad de carácter grave en el ganado ovino, cursando con una elevada mortalidad y produciendo elevadas pérdidas económicas. Esta enfermedad es enzoótica en algunos países del área mediterránea, pero de presentación esporádica en nuestro país como consecuencia de la introducción natural del virus a través de mosquitos infectados que son traídos por el viento desde las áreas en las que la enfermedad está presente. Así, el origen de las dos epizootias ocurridas en las islas Baleares en 2000 y 2003 parece que fue la llegada del vector desde Córcega y/o Cerdeña, mientras que la más reciente epizootia ocurrida en octubre de 2004 en el sur de la Península Ibérica probablemente fue debida a la penetración del vector desde el norte de Marruecos.

Hasta la fecha, todas las epizootias de Lengua Azul y Peste Equina (cuyo vector también es *C. imicola*) acaecidas en la Península Ibérica han estado limitadas geográficamente a la mitad sur de la misma. Los trabajos pioneros realizados sobre *C. imicola* en la Península Ibérica [1-4] demostraron que esta limitación geográfica estaba asociada a la distribución del vector, presente principalmente en el suroeste de la península, en donde se dan de forma más generalizada los requisitos necesarios de hábitat para mantener poblaciones estables y abundantes. Sin embargo, el hallazgo en otros estudios más recientes de poblaciones de esta especie de mosquito en las Islas Baleares y Cataluña [5,6], así como la aparición de la enfermedad en regiones europeas más al norte del paralelo 40° N, hacen sospechar de una expansión septentrional de la enfermedad y de sus vectores.

Esta posible expansión de los vectores de la enfermedad ha justificado la puesta en marcha en el 2004 del programa de vigilancia entomológica por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dentro de este programa se pretende actualizar los conocimientos sobre la distribución de *C. imicola* en nuestro país, así como determinar la actividad circadiana de esta especie y la dinámica de sus poblaciones en función de las condiciones climáticas, con el fin de elaborar un mapa de riesgo de enfermedad a nivel nacional.

MATERIAL Y METODOS

Básicamente la metodología empleada consiste en el muestreo de las poblaciones de *Culicoides* mediante la utilización de trampas de aspiración tipo CDC dotadas de una fuente de luz ultravioleta. Las trampas se colocan en la cercanías

de instalaciones ganaderas en las que haya rumiantes, nunca en el interior de las mismas. Cada muestreo se realiza durante dos noches consecutivas, tras el cual se recogen todos los ejemplares capturados siendo posteriormente identificados en el laboratorio.

Con el fin de realizar un muestreo sistemático y uniforme de todo el territorio nacional, la España peninsular se ha dividido en 220 unidades geográficas de 50 x 50km a las que hay que sumar otras 13 correspondientes a las Islas Baleares, Islas Canarias, Ceuta y Melilla. A partir de esta subdivisión del territorio nacional, y en colaboración con las Comunidades Autónomas, se han diseñado tres tipos de muestreos orientados a tres tipos de objetivos diferentes:

1) Muestreos puntuales: orientados a estimar la distribución geográfica de las diferentes especies de *Culicoides*. Para ello se ha intentado conseguir una distribución uniforme de los puntos de muestreo por todo el territorio nacional. Los muestreos se han realizado durante la primavera y otoño de 2004 y se repetirán en 2005.

2) Muestreos permanentes: a partir de los resultados obtenidos en los muestreos puntuales de 2004, se ha realizado una selección de puntos en los que se ha detectado la presencia de *C. imicola*. Durante 2005, en cada uno de estos puntos seleccionados se está realizando un muestreo semanal, con el fin de caracterizar la dinámica poblacional de esta especie a lo largo de un gradiente climatológico.

3) Muestreos de refuerzo: Son muestreos que no siguen ninguna sistemática temporal o espacial. Su localización se definirá en función de las necesidades de los movimientos pecuarios, y se utilizarán también como ampliación del esfuerzo de muestreo en aquellas zonas que se consideran el límite de distribución de la especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento se ha completado el primer muestreo puntual realizado en 2004. La distribución de los puntos muestreados supone una notable ampliación del área geográfica muestreada hasta ahora en anteriores trabajos publicados [1-7], consiguiéndose por lo tanto una mejor caracterización de la distribución actual de *C. imicola* en nuestro país (Figuras 1 y 2). Las mayores densidades de *C. imicola* se han muestreado principalmente en la mitad suroeste de la España peninsular, correspondiéndose con el área de distribución denunciada para la especie en trabajos anteriores. No obstante, y con la excepción de las poblaciones ya detectadas en Islas Baleares y Cataluña, en este muestreo se ha constatado que la especie está también presente en un número importante de localidades situadas más al norte y al este de lo que hasta ahora se había considerado su principal área de distribución, en el suroeste de la Península Ibérica. Los máximos poblacionales, tal y como ya había sido descrito, han correspondido al muestreo de otoño.

La intensificación de los muestreos puntuales en el 2005 junto con los datos obtenidos con los muestreos permanentes permitirán deducir si la especie presenta una distribución estable, o bien en qué medida está condicionada por las variaciones climáticas interanuales.

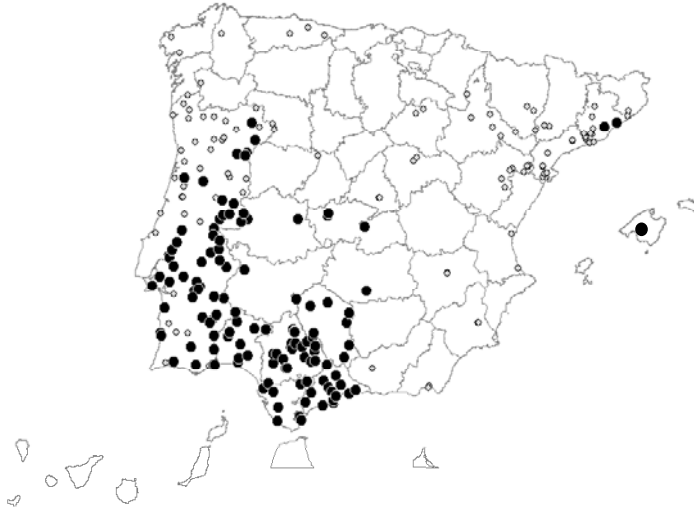


Figura 1: Puntos muestreados y presencia de *C. imicola* (en color negro) en Portugal y España según datos bibliográficos publicados.

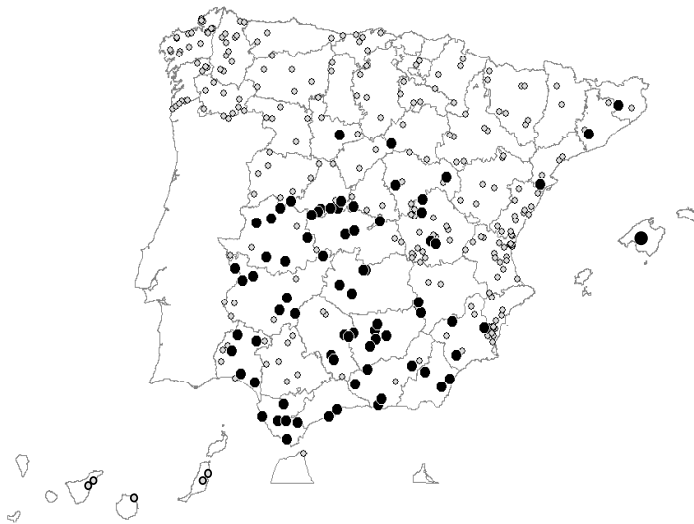


Figura 2: Puntos muestreados durante 2004 y presencia de *C. imicola* (en color negro) dentro del Programa Nacional de Vigilancia Entomológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ortega, M. D., Lloyd, J. E., Holbrook, F. R. 1997. J. Am. Mosquito Contr. 13: 227-232.
- [2] Ortega, M.D., Mellor, P.S., Rawlings, P., Pro, M.J. 1998. Arch. Virol. S14: 85-91.
- [3] Rawlings, P., Pro, M. J., Pena, I., Ortega, M. D., Capela, R. 1997. Med. Vet. Entomol. 11: 49-57.
- [4] Rawlings, P., Capela, R., Pro, M.J., Ortega, M. D., Pena, I. et al. 1998. Arch. Virol. S14: 93-102.
- [5] Miranda, M.A., Borrás, D., Rincón, C., Alemany, A. 2003. Med. Vet. Entomol. 17, 52-54.
- [6] Sarto, V., Saiz, M. 2003. Med. Vet. Entomol. 17: 288-293.
- [7] Capela, R., Purse, BV, Pena, I., Wittman, E.J. et al. 2003. Med. Vet. Entomol. 17: 165-177.

¿DAMOS LA SUFICIENTE IMPORTANCIA A LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN LAS EXPLOTACIONES OVINAS?

Valcárcel F.¹; A. Cerdeño¹; J.J. Mateos¹, P. Martín¹, T. Muñoz¹; A.S. Olmeda², F.A. Rojo-Vázquez³

¹ Centro de Investigaciones Agropecuarias, Dehesón del Encinar (Oropesa, Toledo);

² Dep. Sanidad Animal, UCM; ³ Dep. Sanidad Animal, Universidad de León

INTRODUCCIÓN

Las nematodosis gastrointestinales han sido consideradas desde siempre como una de las principales causas de pérdidas económicas en las explotaciones de rumiantes (Cordero, 1970; Flores, 1981). En este sentido, diversos estudios realizados en las zonas de secano de Toledo (Tarazona, 1974; Tarazona *et al.*, 1985; García *et al.*, 1993; Valcárcel *et al.*, 1998) demostraron que prácticamente el 100% de los rebaños estaban parasitados, aunque con niveles de infección moderados. Todo el sector se concienció de que los animales debían ser desparasitados regularmente y, basándose en estudios epidemiológicos, se llevaron a cabo diversas prácticas de manejo y/o terapéuticas: tratamiento antes de la cubrición y/o antes del parto, en primavera y otoño, al cambiar a los animales de praderas, rotación de fármacos, rotación de parcelas, pastoreo mixto vacuno-ovino, separación por edades, etc. Desde hace tiempo también se aprovecha el mayor espectro de actividad de ciertos antiparasitarios y a la vez que se lucha contra los ectoparásitos se combaten los parásitos internos. Como generalmente se manifiestan de forma subclínica (Fernández, 1968; Díez *et al.* 1991 a, b), es común la creencia de que la simple aplicación regular de algún antihelmíntico asegura el control de estas parasitosis. Por ello, en muchas explotaciones ovinas la importancia de estas infecciones ha quedado relegada. Ante la ausencia de datos actualizados, el objetivo de este estudio es comprobar si la situación ha cambiado respecto a décadas anteriores y si las medidas tradicionalmente recomendadas son adecuadas actualmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre julio de 2003 y junio de 2004 en la finca experimental del CIA Dehesón del Encinar (Toledo). Se trata de una dehesa de 715 Ha en la que pastan por separado vacuno avileño, ovino talaverano y ciervos en libertad. Para el estudio se emplearon ovinos de 1 a 10 años de edad, con el sistema de 1 parto al año, alimentados fundamentalmente de pasto (1 oveja/Ha) suplementando en épocas de escasez herbácea. Se desparasitó con bencimidazol carbamatos (albendazol, 5 mg/kg pv, po, febrero) y con lactonas macrocíclicas (ivermectina 1ml/50 kg, sc, en octubre). Mensualmente se realizó la necropsia (n= 67, 5-8 animales/mes) para determinar la carga parasitaria adulta en abomaso e intestino delgado. El día previo al sacrificio se tomaron muestras de heces para determinar la eliminación fecal de huevos (hpg= huevos eliminados por gramo de heces). Los resultados obtenidos se comparan con los obtenidos años atrás en la misma explotación (n= 94 para la carga parasitaria -García *et al.* 1993- y n=54 para la eliminación de huevos - Valcárcel *et al.* 1998). En ambos casos, la metodología de la necropsia y la eliminación fecal de huevos se realizó con las técnicas de laboratorio habituales revisadas por García *et al.* (2000) y Valcárcel *et al.* (2000 a, b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se detectó la eliminación fecal de huevos en el 56% de las muestras (promedio= 307 hpg, min= 15, max= 3030). En la evolución mensual de la eliminación se apreció el modelo bicuspidal de eliminación de huevos en heces descrito en numerosas ocasiones (Fernández, 1968; Tarazona *et al.*, 1985; Uriarte y Gabiña, 1987; Valcárcel *et al.* 1998) con la mayor eliminación fecal de huevos a finales de la primavera (1538 hpg), un descenso al inicio del verano y un nuevo aumento (831 hpg) a finales del verano-principios del otoño (Figura 1).

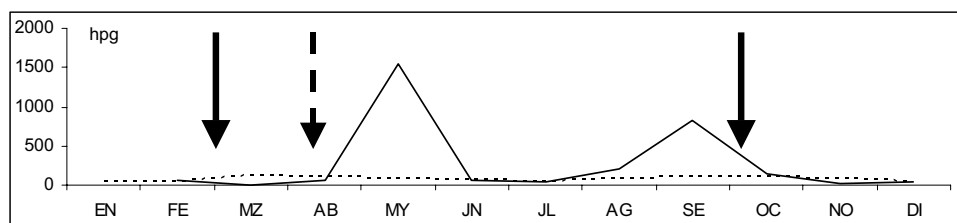


Figura 1. Promedio mensual (2003- 2004, -----; 1990-1992, - - - - -) de eliminación fecal de huevos (hpg) en ovinos en una dehesa característica de la Campana de Oropesa (Toledo). Las flechas indican las fechas de las desparasitaciones

En relación con los adultos, el 87% de los animales tenía un promedio de 1259 vermes (min= 30, max= 25480). Después del tratamiento de febrero, la carga parasitaria aumenta progresivamente y alcanza los máximos promedios de infección en el mes de septiembre (4957 vermes) (Figura 2).

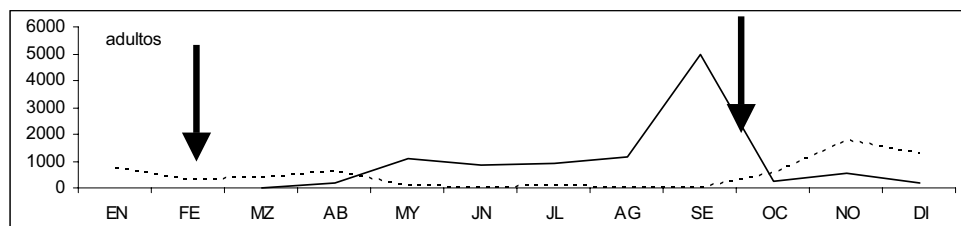


Figura 2. Promedio mensual (2003-2004, -----; 1986-1989, - - - - -) de nematodos gastrointestinales en ovinos en una dehesa característica de la Campana de Oropesa (Toledo). Las flechas indican las fechas de las desparasitaciones

Con pequeñas diferencias, los resultados de prevalencia del siglo pasado (huevos, 95% y adultos 79%) pueden considerarse como situaciones similares ya que esta menor prevalencia de la eliminación puede ser debida a la mayor presión antiparasitaria. Ambas prevalencias pueden considerarse normales dado que este parámetro oscila en Toledo del 63% al 100% (revisado por García *et al.*, 1996). Sin embargo, en cuanto a la intensidad de la infección de ambos parámetros en este estudio -aún pudiendo considerarse entre bajos y moderados y por tanto acordes con lo esperado en una ganadería ovina extensiva- merecen una reflexión aparte ya que son más de 3 veces superiores a los observados 15 años atrás (Figura 3).

Diversos factores influyen en la epidemiología de estas parasitosis y pueden justificar parcialmente la mayor parasitación actual respecto a los estudios anteriores. Entre ellos destaca la especie, la cepa del parásito, el clima, la edad y el sexo del hospedador, cálculo correcto de dosis según el peso vivo, tratamiento con productos específicos, etc.; sin embargo los factores diferenciadores de la epidemiología han sido mínimos, puesto que en ambos casos la población y el sistema de manejo han sido muy similares. La mayoría de estos factores han sido

estudiados en el pasado; otros, sin embargo, como la resistencia a los antihelmínticos o la resistencia genética del hospedador se han estudiado en algunas provincias del NO de España (Requejo *et al.*, 1997; Álvarez, 2003; Pérez, 2003) y parecen tener importancia en la epidemiología de estas parasitosis. No sabemos nada de la influencia de estos factores en los ovinos de otras zonas.

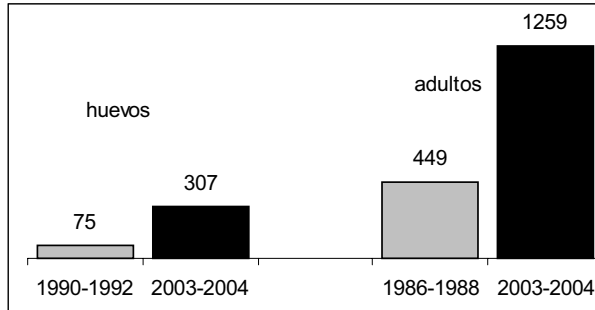


Figura 3. Promedio global de eliminación fecal de huevos de nematodos gastrointestinales en heces (hpg) y carga parasitaria adulta (abomaso-intestino delgado)

Consideraciones finales:

- 1- Este alarmante aumento de la parasitación en una finca que, al menos teóricamente, es modélica para el control de las parasitosis, sugiere que hay hechos que requieren un estudio más profundo;
- 2- Conviene conocer las repercusiones del incremento de estas parasitosis en la condición animal; y
- 3- Existe una notable ausencia de datos actualizados, tanto en Castilla-La Mancha como en otras zonas españolas, lo que aconseja el desarrollo de proyectos para el control y la profilaxis de los problemas parasitarios de los ovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez M.A., 2003, *La Resistencia a los Antihelmínticos en los Ovinos. Situación en la provincia de León y desarrollo de nuevos métodos de detección*. Tesis doctoral, Universidad de León.
- Cordero M., 1970, *Rev. Iber. Parasitol.*, 30: 121-127.
- Díez N., P. Díez, M. Cordero, P. Morondo, 1991a, ICASEP I, Valencia, p. 260.
- Díez N., P. Díez, M. Cordero, M. Mezo, 1991 b., ICASEP I, Valencia, p. 285.
- Fernández M., 1968, *Rev. Iber. Parasitol.*, 28 (1): 32-69.
- Flores M., 1981, *El Campo*, 83: 37-45.
- García C., F. Valcárcel, M. Cordero, F.A. Rojo-Vázquez, 1993, *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*, 8 (2): 155-168.
- García Romero C., F. Valcárcel, F.A. Rojo Vázquez, 1996, *Serie: Area de Producción Animal* 8, 99p.
- García C., F. Valcárcel, A.S. Olmeda, J. Corchero, F.A. Rojo-Vázquez, 2000, *Ovis*, 70: 23-42.
- Pérez J., 2003, *Aproximación al concepto de fenotipo ovino resistente a gastroenteritis parasitarias producidas por strongilidos en la raza Churra*. Tesis doctoral, Universidad de León.
- Requejo J.A., A. Martínez, A. Meana, F.A. Rojo-Vázquez, K. Osoro, L.M. Ortega, 1997, *Vet. Parasitol.*, 87: 83-88.
- Tarazona J.M., 1974, *Ann. INIA. Ser. Hig. y San. Anim.*, 1: 63-85.
- Tarazona J.M., A. Sanz-Pastor, M.M. Babin, A. Canals, T. Domínguez, M. Martín, J. Trujillo, 1985, *Com. INIA. Ser. Hig. y San. Anim.*, 11: 63-69.
- Uriarte J., D. Gabiña, 1987, V Congreso Nacional de Parasitología. Salamanca, pp 143-144.
- Valcárcel F., C. García, A.S. Olmeda, F.A. Rojo-Vázquez, 1998, *Research and Reviews in Parasitology*, 58 (2): 75-82.
- Valcárcel F., C. García, A.S. Olmeda, J. Corchero, F.A. Rojo-Vázquez, 2000a, *Ovis*, 70: 43-53.
- Valcárcel F., C. García, A.S. Olmeda, J. Corchero, A. Meana, F.A. Rojo-Vázquez, 2000b, *Ovis*, 70: 55-75.

SITUACIÓN DE LA RESISTENCIA PARASITARIA A DROGAS ANTIHELMÍNTICAS EN RUMIANTES DE ARGENTINA

Entrocasso C.¹; L. Lázaro¹; C. Fiel², J. Manazza¹

¹Grupo Sanidad Animal, EEA INTA Balcarce; ²Facultad de Veterinaria de Tandil, UNCPBA

INTRODUCCION

Según la bibliografía internacional la importancia de la resistencia parasitaria a las drogas antihelmínticas comenzó antes en los ovinos y es actualmente mucho más grave en pequeños rumiantes que en los bovinos. La resistencia es reconocida como el problema sanitario más importante de los ovinos en los países del Hemisferio Sur (Waller, 2003).

La situación de los ovinos de nuestro país está llegando a ser similar a la de Uruguay en los años 90 donde el 92,5% de las explotaciones ovinas presentaban algún grado de resistencia (Nari *et al.* 1996). En años recientes comenzaron a presentarse varios casos en bovinos y hoy el temor recorre las áreas más productivas del país..

SITUACIÓN EN OVINOS

Zona Central Entrocasso *et al.* en 1988 comunica sobre la existencia de ovinos con *H. contortus* resistentes al oxfendazole en la Pcia de BsAs.. En 1992 Romero *et al.* demuestran la aparición de cepas de *H. contortus* y *N. spathiger* resistentes al oxfendazole en la zona deprimida de la Pcia. En un informe de la FAO (Waller *et al.* 1996) se citaba que la resistencia era más importante en las explotaciones ovinas, alcanzando el 22% en la Pcia. de Bs As. Entrocasso *et al.* (en proceso) en el 2003-2004 estudiaron la prevalencia en 9 establecimientos ovinos de la Cuenca del Salado donde encontraron 7 (78%) establecimientos con resistencia a lactonas macrocíclicas (LM), 6 (67%) con resistencia a benzimidazoles y en 4 (44%) se detectó resistencia combinada a benzimidazoles y LM.

Zona noreste Ese mismo trabajo cita que en la zona centro noreste (área con predominancia de *Haemonchus*) alcanzaba el 95% de establecimientos con resistencia, situación que se mantiene en estos días pero sumándose más de una droga.

A nivel nacional sobre 22 establecimientos ovinos analizados dentro del Programa Nacional de INTA en el 2004, se detectó resistencia en el 81 % de los establecimientos. En el 50 % se encontró resistencia a ivermectina y como género implicado: *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Ostertagia*, el 54 % con resistencia a benzimidazoles con los mismos géneros pero se suma *Cooperia*, 27 % de los establecimientos presentaron resistencia a levamisol y se recuperó de los cultivos *Haemonchus* y *Cooperia*. Además en el 9 % de los 22 establecimientos se observó resistencia a closantel y el género implicado resultó ser *Haemonchus*.(40).

Zona sur (Patagonia) Hasta ahora en Argentina la única zona que no se detectó resistencia es en la Patagonia porque es zona fría y semi desértica sin presencia del género *Haemonchus* por lo que es raro tratar a los animales más de una vez por año.

SITUACIÓN EN BOVINOS

Zona noreste. En Argentina los primeros informes sobre resistencia antihelmíntica en bovinos fueron publicados en el segundo semestre del año 2000 provenientes de la

zona subtropical. Uno de ellos realizado con bovinos provenientes de la provincia de Corrientes, detecta la resistencia de *Cooperia pectinata* a ivermectina y doramectina, con reducción del conteo de huevos en materia fecal inferiores al 75 % (Anziani *et al.* 2001). Sorprendentemente los animales provenían de un campo de cría, pero las vacas eran tratadas con abamectina varias veces al año durante varios años debido al control de garrapatas, que en esa área subtropical se presenta altamente infestada. Posteriormente en Santa Fe, Anziani detectó cepas de *Haemonchus* resistentes a benzimidazoles y a avermectinas. En el 2003 Mejía (citado por Anziani *et al.* 2004), informa sobre la presencia de *Haemonchus* y *Ostertagia* resistentes a los benzimidazoles en el sur de Córdoba.

Zona templada central. En esta zona Fiel *et al.* en el año 2000, encuentra un establecimiento de engorde del oeste de la prov. Buenos Aires (Trenque Lauquen), con novillos entre 9 y 11 meses de edad y donde se utilizaba el criterio de “mínimo riesgo parasitario” con tratamientos cada 60 días con IVM. En este caso se observaron recuentos altos (algunos superiores a 1000 hpg), a las 3-4 semanas post-tratamiento. Mediante el Test de reducción del conteo de huevos (T.R.C.H) y el Test de eficacia controlada (T.E.C) se estableció la resistencia de *Cooperia oncophora*, *Trichostrongylus colubriformis* y *T. longispicularis*, a lactonas macrocíclicas. Entrocasso *et al.* (en preparación) analizando 7 campos de cría donde hay áreas de engorde, solo dos (28,6%) demostraron resistencia a endectocida por ser áreas bien estables para ese fin. Ya se han demostrado últimamente casos de resistencia en las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y La Pampa, Formosa, Chaco. También Fiel *et al.* (2003) observaron en un establecimiento de la provincia de Buenos Aires la co-existencia de aislamientos de *Haemonchus contortus* resistentes a los benzimidazoles en ovinos y bovinos, donde los bovinos manifestaron una marcada sintomatología clínica. (Anziani y Fiel,2004)).

Zona sur (Patagonia). No hay información en bovinos.

FACTORES QUE DETERMINAN LA PRESENTACIÓN DE RESISTENCIA

Entre las causas predisponentes para la presentación de resistencia se puede mencionar una alta frecuencia de tratamientos, uso indiscriminado de antiparasitarios sin un diagnóstico previo, falta de rotación de principios activos, calidad dudosa del producto empleado, utilización de nuevas formulaciones que permiten una mayor persistencia del efecto pero también una mayor exposición a dosis subletales, momento de aplicación dependiendo del número de larvas en refugio (en pasto).(Anziani *et al.* 2001; Fiel *et al.* 2001; Nari *et al.* 2000).

Aparentemente los dos factores de manejo que mayor influencia tendrían en la selección de genes resistentes en nemátodos de los bovinos son: la frecuencia de los tratamientos y la proporción de parásitos en refugio.

Los casos de resistencia en ovinos está claramente relacionada a la repetición de tratamientos con la misma base de droga, siendo común 5 a 12 tratamientos al año según la intensidad de la producción. En bovinos la intensificación de la producción y la forma simplista de encarar el control de la enfermedad, de tratar cada dos meses con endectocida o mensualmente con los orales llevaron y siguen llevando al aumento de los casos de resistencia.

Tabla 1: Distribución de los casos de resistencia de los nemátodos bovinos a los antihelmínticos en la Argentina. Periodo abril 2000-noviembre 2003

Provincia	Tratamientos	Géneros involucrados (coprocultivos)	Especies involucradas (necropsias)
Santa Fe (centro)	Avermectinas	Cooperia	<i>C. pectinata</i>
Bs.As. (oeste)	Avermectinas	Cooperia	<i>C. oncophora</i>
Bs.As., Entre Ríos Corrientes	Avermectinas	Cooperia	No determinados
La Pampa (oeste)	Avermectinas	Cooperia	No determinados
Santa Fe (centro)	Avermectinas Benzimidazoles	y Haemonchus y Cooperia	<i>H. placei</i> , <i>C. oncophora</i> y <i>C. pectinata</i>
Bs. As. (centro)	Benzimidazoles	Haemonchus	<i>H. contortus</i>
Córdoba (sur)	Benzimidazoles Avermectinas	Cooperia, Haemonchus y Ostertagia	<i>C. punctata</i> , <i>H. placei</i> , <i>O. ostertagi</i> (BZD) y <i>C. oncophora</i> , <i>C. punctata</i> (avermectinas)
Chaco (centro)	Avermectinas Benzimidazoles	Cooperia y Haemonchus	No determinados

Fuente: Anziani, O.y Fiel,C. (Revista Vet. Arg. XXI abril 2004)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anziani O.S., A.A. Guglielmono, G. Zimmermann, R. Vazquez, V.R. Suarez, 2001, *Vet. Rec.*149: 58-59;
- Anziani O.S., C. A. Fiel, 2004, *Revista Vet. Arg. XXI* (202): 122-133;
- Anziani O.S., V. Suarez, A.A. Guglielmono, O. Wanker, H. Grande, G. Coles, 2004, *Vet. Parasitol.* Vol 122: 303-306;
- Entrocasso C., R. Lange, L. Fernández-Ripol, 1988, *Memorias del VIº Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias*, Buenos Aires, Argentina;
- Fiel C.A., C. Saumell, P. Steffan, E. Rodriguez, G. Salaberry, 2000, *Rev. Med. Vet.* 81 (4): 310-315;
- Fiel C.A., O.S. Anziani, V. Suarez, R. Vazquez, C. Eddi, J. Romero, J. Caracostantogolo, C. Ssaumell, M. Mejía, J. Costa, P. Steffan, 2001, *Revista Veterinaria Argentina*, 18 (171): 21-33;
- Fiel C.A., 2003, "Diagnóstico de una cepa de *Haemonchus contortus* resistente a benzimidazoles en terneros al pié de la madre". (en preparación);
- Mejía M.E, B.M. Fernandez-Igartúa, E.E. Schmidt, J. Cabaret, 2003, *Vet. Res.* 34: 461-467;
- Nari A., J. Hansen, C. Eddi, J. Martins, 2000, *XXI Congreso Mundial de Buiatría*. Punta del Este, Uruguay;
- Romero J., G. Espinosa, A. Valera, 1992, *Rev. Med. Vet* 73 (2): 82-86;
- Waller P., 2003, *Anim. Health Res. Review* 4: 35-43.

EFICACIA DE *DUDDINGTONIA FLAGRANS* EN EL CONTROL DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES DEL OVINO EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE MONTAÑA¹

Gómez-Rincón C. *, J. Valderrábano, J. Uriarte

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Gobierno de Aragón.

Apdo. 727, 50080 Zaragoza. *e-mail: cgomezr@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La grave amenaza que representa para la producción ovina y caprina el desarrollo generalizado de la resistencia a antihelmínticos (Waller, 1997), ha incentivado la búsqueda de métodos de control de los nematodos gastrointestinales (NG) que minimizando el uso de fármacos garanticen el bienestar animal, permitan obtener productos de calidad libres de residuos y contribuyan a la conservación del medio ambiente. En los últimos años, numerosos trabajos avalan la eficacia del hongo nematófago *Duddingtonia flagrans*, en la reducción del nivel de contaminación del pasto, acreditándolo como agente biológico para el control de los (NG) del ganado (Githigia et al., 1997; Chandrawathani et al., 2004). Sin embargo, se desconoce el efecto de la aplicación estratégica del hongo sobre la epidemiología de la infección dentro de un ciclo productivo en sistemas extensivos de producción ovina.

Estudios epidemiológicos realizados en condiciones de montaña del Pirineo, evidenciaron la importancia de la población larvaria transinvernante como responsable de la reanudación del ciclo parasitario de los pastos (Almería y Uriarte, 1999) y consecuentemente, de los efectos negativos sobre la productividad de los corderos en primavera. Por otra parte el aumento de la excreción de huevos en torno al parto (PPR) es considerado como la principal fuente de infección de los animales en pastoreo (Lloyd, 1983). El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficacia de *D. flagrans* sobre la población transinvernante y sobre la derivada del PPR y sus efectos sobre la carga parasitaria de corderos en pastoreo de primavera en sistemas extensivos de montaña del Pirineo Aragonés.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre octubre de 2002 y junio de 2003 en la finca experimental de montaña "La Garcipollera" (CITA-DGA) situada 15 Km al norte de Jaca (Huesca), sobre una pradera de siega de 6.800m² que había sido dividida en dos parcelas homogéneas, denominadas hongo (H) y testigo (T), mediante cercas fijas. Entre octubre y diciembre cada una de las parcelas fue aprovechada por un lote de 10 ovejas de raza Churra Tensina que mantenían una infección natural por NG. El lote destinado a las parcelas H recibió 5x10⁵ chlamidiosporas/Kg de peso vivo (PV) por animal y día del hongo nematófago *Duddingtonia flagrans* (*D. flagrans* Troll A Chr, Hansen A/S, Denmark), mientras que el otro lote, no recibió tratamiento alguno. En abril del siguiente año, un mes después del parto, los dos lotes de ovejas criando 2 corderos fueron asignadas de nuevo a las mismas parcelas durante las siguientes 12 semanas. Al igual que en el pastoreo de otoño el lote de animales destinados a las parcelas H recibieron diariamente hongo en las dosis anteriormente citadas, mientras que el otro lote se mantuvo sin tratamiento.

Al inicio del pastoreo de primavera y con el fin de establecer el efecto del tratamiento de otoño sobre la población larvaria transinvernante, tres corderos de 3

¹ Trabajo financiado por el proyecto UE nº QLRT 2000-01843

meses de edad que habían sido criados libres de parásitos (trazadores), se introdujeron en cada parcela y después de tres semanas de pastoreo fueron sacrificados para caracterizar la carga parasitaria adquirida.

Cada dos semanas a lo largo de todo el período experimental, se determinó la población de larvas infectantes en el pasto, la excreción fecal de huevos de parásitos y el peso de los animales. En el pastoreo de primavera se valoró además la concentración de pepsinógeno sérico de los animales. Tras el pastoreo de primavera, se sacrificó un cordero/oveja de cada lote para caracterizar la carga parasitaria adquirida.

El análisis estadístico de los resultados se realizó por el procedimiento de medidas repetidas previa transformación logarítmica de los datos ($\log_{10}(x+1)$). Los datos no sometidos a medidas repetidas se compararon mediante una prueba t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio del pastoreo de otoño, la contaminación del pasto no difirió significativamente entre ambas parcelas presentando una población media de 500 larvas infectantes/Kg de materia seca de hierba (L3/kg). Tras cuatro semanas de pastoreo, se produjo un ligero incremento de la población larvaria en la parcela T, alcanzando valores superiores a 600 L3/Kg que se mantuvieron hasta la sexta semana, descendiendo posteriormente. En la parcela H, por el contrario, los niveles de contaminación del pasto fueron descendiendo progresivamente desde el inicio para situarse en valores similares a la anterior al final del pastoreo. A lo largo de las 8 semanas que duró el pastoreo de otoño, no se encontraron diferencias significativas en la excreción de huevos en las heces de ambos grupos de ovejas que presentaron un valor medio de $173 \pm 17,3$ huevos/g de heces (Hpg).

Como consecuencia del tratamiento con el hongo en otoño, al inicio del pastoreo de primavera la población de larvas infectantes en la parcela H ($110,6 \pm 102,37$) fue 3,5 veces menor ($p < 0,05$) a la observada en la parcela T ($394,1 \pm 269,94$). Esta reducción de la población transinvernante se vio confirmada por la carga parasitaria exhibida por los corderos trazadores mantenidos en las parcelas H que fue un 20% menor que la que presentaban los de la parcela T. ($2.870 \pm 1.230,5$ vs $3.586,7 \pm 1.768,88$ vermes/animal).

Durante las primeras semanas de pastoreo, el número de larvas disminuyó en ambas parcelas debido, posiblemente, a su ingestión por los animales. A partir de la sexta semana se produjo un brusco incremento de la contaminación en ambas parcelas, procedente de los huevos excretados por las ovejas durante el PPR y que alcanzó máximos de $8.019,5 \pm 1.546,03$ y $20.077,8 \pm 5.016,92$ L3/Kg ($p < 0,05$) en las parcelas H y T respectivamente, en la octava semana de pastoreo (Figura 1). El tratamiento con *D. flagrans* mostró, asimismo, un efecto significativo ($P < 0,01$) en la concentración del pepsinógeno sérico de las ovejas a partir de la 2ª semana de pastoreo, indicando que las ovejas testigo sufrieron una mayor infección que las tratadas con el hongo. En los corderos el pepsinógeno se ajustó al modelo característico de primoinfecciones observándose un incremento progresivo con máximos al final del pastoreo en los testigos ($1.384,8 \pm 372,46$ mUTyr) y dos semanas antes en los tratados ($1.221,16 \pm 412,36$ mUTyr).

El tratamiento con *D. flagrans* no mostró efecto significativo sobre la excreción de huevos de parásitos en las heces de las ovejas que presentaron un valor medio de $316 \pm 42,11$ hpg al día. Sin embargo, los corderos criados por las ovejas tratadas con el hongo siempre presentaron unos valores medios de excreción de huevos

inferiores a los corderos control, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

El efecto del tratamiento con *D. flagrans* sobre la contaminación del pasto tuvo también un efecto significativo ($P < 0,02$) sobre la carga parasitaria de los corderos que se redujo en un 60 % respecto a los criados por las ovejas testigo (Tabla 1). Esta diferencia entre ambos grupos de corderos se debió principalmente a los vermes recuperados del abomaso y aunque un efecto similar del tratamiento se observó en los recuperados del intestino delgado, la diferencia entre ambos grupos no resultó estadísticamente significativa. En ambos lotes, se identificaron *Teladorsagia circumcincta*, *T. trifurcata*, *Trichostrongylus axei*, *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *Nematodirus sphaetiger* y *N. filicollis* siendo *T. circumcincta* y *T. axei* las especies más frecuentemente encontradas.

El efecto del tratamiento con *D. flagrans* sobre la carga parasitaria apareció asociado a un mayor crecimiento ($p < 0,01$) de los corderos criados por las ovejas tratadas ($165 \pm 23,16$ g/día) que de los criados por las testigo ($142 \pm 18,46$ g/día).

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento con *D. flagrans* durante el otoño, es capaz de reducir la cantidad de larvas infectantes en el pasto al inicio de la primavera. Asimismo, su aplicación durante el pastoreo de primavera, puede reducir la fuente de infección derivada del PPR de las ovejas y en consecuencia la carga parasitaria de los corderos y su rendimiento productivo. Por consiguiente, estos resultados sugieren que el uso estratégico de *D. flagrans* en periodos de riesgo, podría entrar a formar parte de un sistema de control integrado de los nematodos gastrointestinales que redujese el empleo de quimioterapéuticos en sistemas ovinos extensivos de montaña.

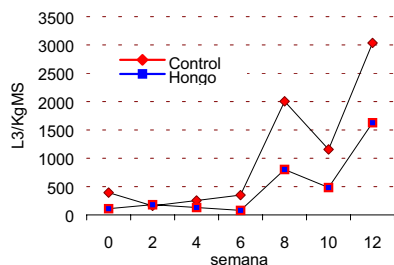


Gráfico 1: Evolución de la contaminación larvaria en la hierba durante el pastoreo de primavera. Los valores correspondientes a las semanas 8, 10 y 12 son 10 veces superiores a los valores representados.

Tabla 1: Carga parasitaria promedio adquirida por los corderos durante el pastoreo de primavera

Carga	Testigo	DS	Hongo	DS	P
<i>Teladorsagia</i> spp.	6.258	5.435,8	2.387	2.659,6	0,015
<i>Trichostrongylus</i> spp.	5.944	6.283,6	1.704	2.636,2	0,019
Total Abomaso	12.202	11523,5	4.091	5.234,01	0,013
<i>Trichostrongylus</i> spp.	2.839	2.394,3	1.561	2.494,2	NS
<i>Nematodirus</i> spp.	873	897,3	467	477,3	NS
Total Intestino Delgado	3.712	2.633,1	2.028	2.359,6	NS
Carga Total	15.914	13.432,2	6.119	7.540,0	0,019

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeria S., J. Uriarte, 1999, *Vet. Parasitol.* 83:37-47
 Chandrawathani P., O. Jamnah, M. Adnan, P.J.Waller, M. Larsen, A.T. Gillespie, 2004, *Vet. Parasitol.* 120:177-187.
 Githigia, S.M., S.M. Thamsborg, M. Larsen, 1997, *Int. J. Parasitol.* 27:931-939.
 Lloyd S., 1983, *Vet. Immunol. Immunopathol.* 4:153-176
 Waller P.J., 1997, *Vet. Parasitol.* 72:391-405.

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE LEPTINA PLASMÁTICA Y LA RESPUESTA INMUNE FRENTE A *HAEMONCHUS CONTORTUS* EN EL PERIPARTO OVINO.¹

J. Valderrábano*, C. Gómez-Rincón, J. Uriarte

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Gobierno de Aragón.

Apdo. 727, 50080 Zaragoza. *e-mail: jvalderrabano@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Está ampliamente documentado que el estado nutricional del hospedador es un factor determinante en las relaciones hospedador-parásito (Coop y Kyriazakis, 1999). Sin embargo, los mecanismos implicados en esta relación son desconocidos. En los últimos años, han surgido opiniones cada vez más fundadas que establecen que tanto el balance como los aportes energéticos son factores importantes en la respuesta inmune (Lord, 2002). Así mismo, hay evidencias que respaldan la idea de que la leptina, una proteína producida por el tejido adiposo en proporción al total de grasa corporal, actúa como un regulador prominente de la actividad del sistema inmune, ligando las funciones de los linfocitos T con el estado nutritivo al actuar directamente sobre las funciones de las células CD4⁺T (Lord *et al.*, 1998) y afectando indirectamente la presencia de otras hormonas (Ahima *et al.*, 1996). Estos hechos confieren al tejido adiposo un papel claro no solo como reserva energética sino también en la respuesta inmune (Mataresse, 2000). Trabajos recientes han puesto de manifiesto que la mejora de las características de la canal de corderas también mejoraba el desarrollo de la resistencia frente a la infección de nematodos gastrointestinales (GI) (Valderrábano *et al.*, 2002) y que la cantidad de grasa almacenada por las ovejas al inicio de la gestación estaba involucrada en la subsiguiente respuesta inmune frente a *T. circumcincta* / *T. colubriformis* en torno al parto (Valderrábano y Uriarte, 2003). Por otra parte, estudios sobre la concentración de leptina circulante encontraron que la concentración de leptina plasmática en ovejas gestantes alimentadas a nivel de mantenimiento, alcanzaba un máximo a mitad de gestación disminuyendo progresivamente hasta el final de gestación inicio de la lactación (Ehrehardt *et al.*, 2001) cuando suele tener lugar una depresión de la inmunidad adquirida frente a parásitos GI en el ovino (Barger, 1993). Estos hechos sugieren la necesidad de explorar el papel de la leptina como posible vínculo de unión entre la cantidad de reservas grasas almacenadas al principio de la gestación y la respuesta inmune frente a parásitos GI en torno al parto.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó con 36 ovejas Romanov x Rasa Aragonesa que habían sido tratadas con esponjas vaginales que contenían 40 mg de acetato de progesterona (Crono Gest® Intervet S.A.) para sincronizar el celo. Cinco semanas después de la cubrición, se realizó un diagnóstico de gestación y atendiendo a nº de fetos, peso (PV) y condición corporal (CC) se seleccionaron 26 ovejas gestantes que fueron desparasitadas con Fenbendazole (Panacur® Hoeschst Roussel) y alojadas en jaulas individuales con suelo de rejilla donde recibieron una alimentación a base

¹ Trabajo financiado por el proyecto UE nº QLRT 2000-01843

de gránulos de alfalfa. Tras una semana de adaptación, los animales fueron distribuidos al azar en dos lotes alto (H) y bajo (L) de 13 animales cada uno. Con objeto de alcanzar en el 90 día de gestación dos niveles bien diferenciados de condición corporal, los animales del lote H fueron alimentados *ad libitum* mientras que los del lote L recibieron una ración equivalente a 0,7 de sus necesidades de mantenimiento. A partir del 90 día de gestación, todos los animales recibieron 30 gramos de alfalfa por kg de peso vivo (PV) y día, en base a su PV a las 6 semanas post cubrición.

Desde la 14 semana de gestación hasta el parto, todas las ovejas de ambos lotes fueron infectadas semanalmente con 7.000 larvas infectantes de *Haemonchus contortus*, procedentes de corderos donantes artificialmente infectados con una cepa de origen autóctono.

Cada tres semanas se determinaron el PV, la condición corporal (CC) (Russel *et al.*, 1969) y el espesor de la grasa y del músculo en el cuadrado lumbar mediante ultrasonidos (Delfa *et al.*, 1995). Semanalmente, desde el comienzo de las infecciones y hasta tres semanas después de los partos, se determinó la concentración de pepsinógeno sérico, el número de eosinófilos circulantes y la excreción de huevos en las heces. Además, en las muestras de sangre tomadas a la semana 14, 16, al parto y 3 semanas post-parto se valoró la concentración de leptina por radioinmunoensayo. Al parto y 3 semanas más tarde, se sacrificaron 5 ovejas de cada tratamiento para cuantificar la carga de vermes, el tamaño y el número de huevos en el útero de las hembras.

La excreción de huevos en las heces, pepsinógeno sérico y los eosinófilos circulantes se analizaron mediante un análisis de varianza de medidas repetidas. Previamente a los análisis, los datos que no se ajustaban a una distribución normal fueron normalizados mediante la transformación logarítmica $\log(x + 1)$. Las variables no sometidas a medidas repetidas se aplicó un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución del PV y del espesor de la grasa estuvieron en consonancia con el nivel de ingestión previamente establecido para ambos tratamientos. Mientras que el tratamiento nutritivo no mostró ningún efecto significativo sobre el espesor del músculo a lo largo del periodo de estudio, la evolución del espesor de la grasa varió notablemente entre ambos grupos. El espesor de la grasa presentó una máxima diferencia entre ambos grupos de ovejas en la semana 14 después de la cubrición declinando posteriormente hasta 3 semanas después del parto cuando las diferencias no resultaron significativas.

El tratamiento nutritivo al inicio de la gestación tuvo un efecto subsiguiente en la excreción de huevos ($P < 0,05$) y en la carga parasitaria ($P < 0,05$) que aumentaron inversamente al plano de alimentación establecido (Fig. 1). Esta respuesta estuvo acompañada por un efecto significativo sobre los eosinófilos circulantes, mostrando las ovejas mejor alimentadas una concentración más elevada ($P < 0,05$) que aquellas sometidas a una alimentación restringida. Estos efectos duraron hasta 3 semanas post-parto cuando las diferencias entre tratamientos desaparecieron. La diferencia en la concentración de pepsinógeno sérico entre las ovejas del grupo H y L ($P < 0,001$) alcanzó un valor máximo 2 semanas tras la infección, sugiriendo que la respuesta inmune dio comienzo en fases tempranas de la infección afectando a la anidación y desarrollo de las larvas infectantes. La diferencia en el daño causado en

la mucosa del abomaso por emergencia de las larvas y los efectos subsiguientes en el tamaño de los vermes ($P<0,01$) y en el n° de huevos en el útero de las hembras ($P<0,05$) apareció asociado con los niveles de leptina sérica (Fig. 2) que estuvieron a su vez altamente correlacionados ($r=0,782$; $P<0,01$) con el espesor de la grasa lumbar.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que la grasa almacenada por las ovejas al inicio de la gestación está involucrada en la expresión de la inmunidad frente a la infección por nematodos GI en torno al parto. Las diferencias en la respuesta inmune que dieron comienzo en las primeras fases de la infección aparecieron asociadas a los niveles de leptina sérica, lo que sugiere que la leptina podría actuar como nexo de unión entre el estado nutritivo y los mecanismos inmunes involucrados en la respuesta frente a la infección por nematodos GI. Estos resultados tienen claras implicaciones para los animales en pastoreo, y en particular sobre el manejo nutritivo en los primeros estadios de la gestación proporcionando una estrategia de manejo sencilla en sistemas de producción sostenible.

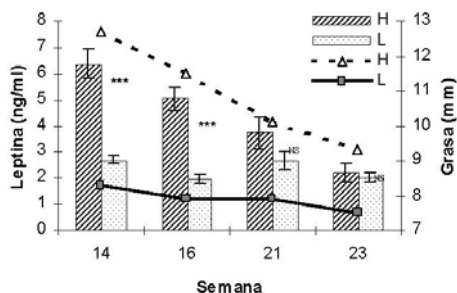


Figura 1. Valores medios de excreción de huevos (líneas) y cargas totales de vermes (barras) de las ovejas alimentadas *ad libitum* (H) ó a 0,7 de sus necesidades de mantenimiento.

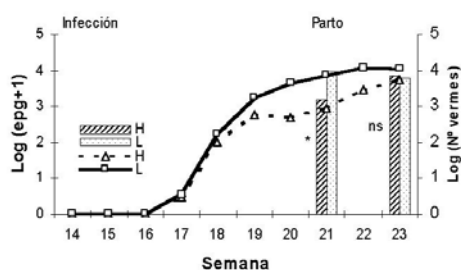


Figura 2. Concentración media de leptina sérica (barras) y espesor de la grasa lumbar (líneas) de las ovejas alimentadas *ad libitum* (H) ó a 0,7 de sus necesidades de mantenimiento.

REFERENCIAS

- Ahima R.S., D. Prabakaran, C. Mantzoros, D. Qu, B. Lowell, E. Maratos-Flier, J.F. Flier, 1996. *Nature*, 382: 250-252.
- Barger I.A., 1993. *Int. J. Parasitol.* 23: 463-469.
- Coop R.L., I. Kyriazakis, 1999. *Vet. Parasitol.*, 84: 187-204.
- Delfa R., A. Teixeira, C. González, 1995. *Proc. 46th Meet. EAAP*, Praga.
- Ehrhardt R.A., R.M. Slepetic, A.W. Bell, Y.R. Boisclair, 2001. *Domest. Anim. Endocrinol.* 21: 85-96.
- Lord G., 2002. *Nutr. Rev.* 60: S35-S38.
- Lord G.M., G. Matarese, J.K. Howard, R.J. Baker, S.R. Bloom, R.I. Lechler, 1998. *Nature* 394: 897-901.
- Matarese G., 2000. *Eur. Cytokine Netw.* 11: 7-13.
- Russel A.J.F., J.M. Doney, R.G. Gunn, 1969. *J. Agric. Sci. Camb.*, 72: 451-454.
- Valderrábano J., R. Delfa, J. Uriarte, 2002. *Vet. Parasitol.* 104: 327-338.
- Valderrábano J., J. Uriarte, 2003. *Anim. Sci.* 76: 481-490.

**DIRECCIONES DE LOS ASISTENTES A LAS XI JORNADAS
DE PRODUCCIÓN ANIMAL AIDA
Zaragoza, mayo de 2005**

Abecia Martínez José Alfonso

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761612
e-mail: alf@posta.unizar.es

Alabart Álvarez, José Luis

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716450
Fax: 97 6716335
e-mail: jlalabart@aragon.es

Albertí Lasalle, Pere

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716438
Fax: 97 6716335
e-mail: palberti@aragon.es

Álvarez Rodríguez, Javier

Universidad de Lérida
Alcalde Rovira Roure, 177. 25198 - Lerida
Tel.: 97 3702556
Fax: 97 3238264
e-mail: jalvarez4@alumnes.udl.es

Álvarez Sánchez-Arjona, M^a Soledad

Univ. De Salamanca
Filiberto Villalobos, 119.
37007 - Salamanca
Tel.: 92 3294690
Fax: 92 3294774
e-mail: salvarez@usal.es

Amills Eras, Marcel

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812087
Fax: 93 5812106
e-mail: marcel.amills@uab.es

Anguita Freixa Montserrat

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: montserrat.anguita@uab.es

Anguita, Begoña

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: begoña.anguita@uab.es

Aparicio Arnay, María

PigCHAMP Pro europa SA
Ctra. San Rafael, 42. 40006 - Segovia
Tel.: 92 1412556
Fax: 92 1412378
e-mail: maria.aparicio@pigchamp-pro.com

Arcos Belalcazar, Martha Liliana

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811456
Fax: 93 5811404
e-mail: martha-ab@email.com

Argente Carrascosa, M^a José

Univ. Miguel Hernández
Ctra. De Beniel, km 3,2. 03312 - Orihuela
Tel.: 96 6749708
Fax: 96 6749677
e-mail: mj.argente@umh.es

Arias Sánchez, Ramón

CENSYRA-Valdepeñas
Avda. del Vino, 10. 13300 - Valdepeñas
Tel.: 92 6322774
Fax: 92 6311805
e-mail: rarias@jccm.es

Arranz Arriola, Josune

NEIKER-Granja Modelo Arkaute
Apartado 46. 01080 - Vitoria
Tel.: 94 5121328
Fax: 94 5281422
e-mail: jarranz@neiker.net

Arranz Santos, Juan José

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 27071 - Leon
Tel.: 98 7291470
Fax: 987291311
e-mail: dp1jas@unileon.es

Arriaga Sasieta, Haritz

NEIKER

Berreaga, 1. 48160 - Derio

Tel.: 94 40343325

Fax: 94 4034310

e-mail: harriaga@neiker.net

Arroyo Martínez, José Antonio

Producción Animal, ETSIA, UPM

Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid

Tel.: 91 5493069

Fax: 91 5499763

e-mail: jmarroyo@pan.etsia.upm.es

Arruga Laviña, M^a Victoria

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza

Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza

Tel.: 97 6761662

Fax: 97 6761662

e-mail: mvarruga@posta.unizar.es

Asenjo Martín, Begoña

UVA-EUIA, Soria

Campus de Soria, s/n. 42003 - Soria

Tel.: 97 5129478

Fax: 97 5129401

e-mail: basenjo@agro.uva.es

Bach, Alex

Ud. Rumiantes IRTA

Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra

Tel.: 93 5919127

e-mail: alex.bach@irta.es

Badaoui, Bouabid

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB

Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra

Tel.: 93 5814063

Fax: 93 5812106

e-mail: bouabid.badaoui@uab.es

Balcells Teres, Joaquín

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza

Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza

Tel.: 97 6761000

Fax: 97 6761612

Ballester Devis, María

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB

Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra

Tel.: 93 5814260

Fax: 93 5812106

e-mail: maria.ballester@uab.es

Barón Porras, José Alberto

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia

Campus de Murcia. 30071 - Murcia

Tel.: 646003182

Fax: 96 8364147

e-mail: jabzootecnia@hotmail.com

Baselga Izquierdo, Manuel

UPV-Dpto. Ciencia Animal

Camino de Vera, 14. 46020 - Valencia

Tel.: 96 3877438

Fax: 96 3877439

e-mail: mbaselga@dca.upv.es

Baucells, M^a Dolores

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB

Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra

Tel.: 935811504

Fax: 93 5811504

e-mail: mariadolores.baucells@uab.es

Bautista Cruz, Jara

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba

Avda. Menéndez Pidal, s/n.

14080 - Córdoba

Tel.: 95 7218555

Fax: 95 7218563

e-mail: pa2bacrj@uco.es

Beltrán, Pablo

Universidad de Salamanca

Filiberto Villalobos 119, 37007 Salamanca

e-mail: pbeltran@latinmail.com

Beltrán de Heredia, Ignaca

NEIKER-Granja Modelo Arkaute

Apartado 46. 01080 - Vitoria

Tel.: 94 5011327

Fax: 94 5281422

e-mail: ibeltran@neiker.net

Bernués Jal, Alberto

CITA-Gobierno de Aragón

Apartado 727. 50080 - Zaragoza

Tel.: 97 6716439

Fax: 97 6716335

e-mail: abernues@aragon.es

Blanco Alibés, Mireia

CITA-Gobierno de Aragón

Apartado 727. 50080 - Zaragoza

Tel.: 97 6716453

Fax: 97 6716335

e-mail: mblanco@aragon.es

Blas Ferrer, Enrique
Producción Animal, UPV
C³ de Vera, 14. 46020 - Valencia
Tel.: 96 3877430
Fax: 96 3877439
e-mail: eblas@dca.upv.es

Blumetto Velazco, Óscar
Producción Animal, UPV
C³ de Vera, 14. 46020 - Valencia

Bosch Puig, Lluís
Univ. De Girona
Av. Lluís Santaló, s/n. 17071 - Girona
Tel.: 97 2418458
Fax: 97 2418399
e-mail: lluis.bosch@udg.es

Bouattour, Amine
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811497
Fax: 93 5811494
e-mail: amine.bouattour@uab.es

Buil López-Menchero, Tamar
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6762490
Fax: 97 6761590
e-mail: tamar@unizar.es

Caballero de la Calle, Juan Ramón
EUITA- UCLM
Rda. Calatrava, 5. 13071 - Ciudad Real
Tel.: 92 6295478
Fax: 92 6295351
e-mail: joseramon.caballero@uclm.es

Caja López, Gerardo
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811442
Fax: 93 58124
e-mail: gerardo.caja@uab.es

Calsamiglia Blancafort, Sergio
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra

Calvete Margolles, Carlos
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716453
Fax: 97 6716335
e-mail: abernues@aragon.es

Calvo Lacosta, Jorge
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716436
Fax: 97 6716335
e-mail: jhcalvo@aragon.es

Campo Chavarri, José Luis
INIA
Apartado 8111. 28080 - Madrid
Tel.: 91 3476743
Fax: 91 3572293
e-mail: jlcampo@inia.es

Campos León, Maribel
NIRSoluciones SL
Avda. Gran Capital, 47 portal 4, 3^º C.
14006 - Cordoba
Tel.: 65 18322850
e-mail: mcampos@nirsoluciones.com

Cánovas, Sebastián
Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Universidad de Murcia
30071- MURCIA
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: scber@um.es

Carabaño Luengo, Rosa
Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
e-mail: rcarabano@pan.etsia.upm.es

Carballo Santaolalla, Juan A.
C.I.M.A.
Apartado 10. 15080 - La Coruña
Tel.: 98 1673656
Fax: 98 1647902
e-mail: juan.antonio.carballo.santaolalla@xunta.es

Cardozo Junquera, Jaime
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761339
Fax: 97 6761612
e-mail: jcardoz@unizar.es

Carmona García, M^a Isabel

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Campus de Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 667020598
Fax: 96 8364147
e-mail: marisacarm@hotmail.com

Carro Travieso, M^a Dolores

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291240
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1mct@unileon.es

Casals Costa, Ramón

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811495
Fax: 93 5811494
e-mail: ramon.casals@uab.es

Casasús Pueyo, Isabel

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716459
Fax: 97 6716335
e-mail: icasasus@aragon.es

Castillo Gómez, Marisol

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811556
Fax: 93 5811494
e-mail: marisol.castillo@uab.es

Castillo López, Vanesa

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5813097
Fax: 93 5811494
e-mail: vanesa.castillo@uab.es

Castro Madrigal, Teresa

Fac. Veterinaria, UCM
Avda. Puerta de Hierro. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3943784
e-mail: tcastro@vet.ucm.es

Catalán Rueda, Octavio

Inzar S.L.
Julio García Condoy, 42 Local.
50018 - Zaragoza
Tel.: 97 6737100
Fax: 97 6736998
e-mail: ocatalan@inzar.net

Cebrián Pérez, José A.

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761637
Fax: 97 6761612
e-mail: pcebrian@posta.unizar.es

Cerdeño Sánchez, Ana Isabel

CIA-Dehesón del Encinar
Deheson del Encinar, JCCM.
45560 - Oropesa
Tel.: 92 5450443
Fax: 92 5450447
e-mail: cia.dehesonencinar@local.jccm.es

Cerisuelo García, Alba

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: alba.cerisuelo@uab.es

Chacón Pérez, Gema

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 66761612
e-mail: 182043@posta.unizar.es

Chamorro, Susana

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5492219
Fax: 91 5499763
e-mail: susana.chamorro@upm.es

Chapinal Gómez, Nuria

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: nuria.chapinal@uab.es

Ciria Ciria, Jesús

UVA-EUIA
Campus Universitaria. 42003 - Soria
Tel.: 97 5129405
Fax: 97 51229401
e-mail: jciria@agro.uva.es

Clemente Maltes, María

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Univ. De Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: mcmduck@hotmail.com

Colás Esteban, Carmen

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 67761639
Fax: 97 6761612
e-mail: yavoya00@posta.unizar.es

Corral Jiménez, Manuel

SIADT - Finca La Orden
Ctra. Nacional V, km 374. 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014114
Fax: 92 4014001
e-mail: juanmanuel.corral@aym.juntaex.es

Corujo Ferudo, Alfredo

Nutreco Servicios SA
Ronda Poniente, 9. 28760 - Tres Cantos

Daza, Argimiro

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5403069
Fax: 91 5445368
e-mail: adaza@pan.etsia.upm.es

de Vega, Antonio

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761612

Delfa Belenguer, Rafael

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716443
Fax: 97 6716335
e-mail: rdelfa@aragon.es

Devant, María

Ud. Rumiantes IRTA
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5910127
e-mail: maria.devant@irta.es

Diago, Sergio

Inzar S.L.
Julio García Condoy, 42 Local.
50018 - Zaragoza
Tel.: 97 6737100
Fax: 97 6736998
e-mail: sdiago@inzar.net

Dias, M.

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima
4990-706 Refoios do Lima,
Ponte de Lima, Portugal

Duarte Lourenço, Ana Rita

Fac. Med. Vet. Univ. Tec. Lisboa
Encosta do Castelo lote 26.
6000 - Castelo Branco (Pt)
Tel.: 351966641743
Fax: 351213878623
e-mail: herdade.ladeira@iol.pt

Durán Montgé, Pere

IRTA-Más Bové
Apartado 415. 43280 - Reus
Tel.: 97 7328424
Fax: 97 7344055
e-mail: pere.duran@irta.es

Espejo Díaz, Manuel

SIDT-Junta de Extremadura
Finca La Orden. 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014000
Fax: 92 4014001
e-mail: mespejod@aym.juntaex.es

Estellé Fabrellas, Jordi

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5814260
Fax: 98 5812106
e-mail: jordi.estelle@uab.es

Estelles Barber, Fernando

Producción Animal, UPV
C^a de Vera, 14. 46020 - Valencia

Fernández de Ahumada, Elvira

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218555
Fax: 95 7218563
e-mail: g82feahe@uco.es

Fernández Gutiérrez, Miguel

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - Leon
Tel.: 98 7291288
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1mfg@unileon.es

Fernández Juan, Marta

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6762673
Fax: 97 6761612
e-mail: luana@unizar.es

Fernández Martín, Jesús

Dpto. Mejora Genética Animal. INIA
Ctra. La Coruña, km 7.5. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3471487
Fax: 91 3572293
e-mail: jmj@inia.es

Ferret Quesada, Alfred

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
e-mail: alfred.ferret@uab.es

Fina Pla, María

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811399
Fax: 93 5812006
e-mail: marta.fina@uab.es

Flores Valdepeñas, Eva

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra
08194 - Bellaterra
e-mail: EvaMaria.Flores@campus.uab.es

Folch Pera, José

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716436
Fax: 97 6716335
e-mail: jfolch@aragon.es

Fondevila Camps, Manuel

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761662
Fax: 97 6761662
e-mail: mfondevila@posta.unizar.es

Fondevila Camps, Manuel

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761612

Forcada Miranda, Fernando

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761612
e-mail: forcada@posta.unizar.es

Gadea, Joaquín

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Universidad de Murcia
30071 - Murcia
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: jgadea@um.es

Gallardo García, David

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5814062
Fax: 93 5812106
e-mail: david.gallardo@uab.es

Garbayo Sanz, Juana M^a

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716449
Fax: 97 6716335
e-mail: jgarbayo@aragon.es

García García, Rosa

EUITA- UCLM
Rda. Calatrava, 5
13071 - Ciudad Real
e-mail: rbisgg@yahoo.es

García González, Rubén

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291288
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1rgg@unileon.es

García Martínez, Anastasio

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716454
Fax: 97 6716335
e-mail: agarciama@aragon.es

García Paloma, José Antonio

SERIDA
Camino de los Claveles, 604.
33203 - Somió
Tel.: 98 5195300
Fax: 98 5195310
e-mail: jagarcia@serida.org

García Pardo, M^a de la Luz

Univ. Miguel Hernández
Ctra. De Beniel, km 3,2. 03312 - Orihuela
Tel.: 96 6749709
Fax: 96 6749677
e-mail: mariluz.garcia@umh.es

García Rebollar, Pilar

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5491880
Fax: 91 5499763
e-mail: pilar.grebollar@upm.es

García Ruíz, Ana I.

Nutreco Servicios SA
Ronda Poniente, 9. 28760 - Tres Cantos

García Torres, Susana

SIDT-Junta de Extremadura
Finca La Orden. 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014000
Fax: 92 4014001
e-mail: sgarciator@aym.juntaex.es

García Valencia, Diego

Universidad Politécnica de Madrid
Senda del Rey, s/n. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5497978
Fax: 91 5499763
e-mail: mperezserrano12@hotmail.com

Garín, Daniel

Fac. Agronomía-Uni de la República
Avda. Garzón, 780.
12900 - Montevideo (Uruguay)
Tel.: 59823689913
Fax: 59823693160
e-mail: dgarin@fagro.edu.uy

García Vazquez, F.

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Universidad de Murcia
30071- MURCIA
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: fagarcia@um.es

Garrido Varo, Ana

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218531
Fax: 95 7218563
e-mail: pa1gavaa@uco.es

Ghirardi Quinodoz, Juan José

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812913
Fax: 93 5811494
e-mail: juanjose.ghirardi@campus.uab.es

Giraldo Valderrama, Luis Alfonso

Producción Animal, Fac Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - Leon
Tel.: 98 7291288
Fax: 98 7291311
e-mail: conisilvo@epm.net.co

Gómez Blasco, Ernesto Ángel

IVIA-Dpto Ganadería
Ctra. Moncada-Naquera, km 4,5.
46113 - Valencia
Tel.: 96 3424007
Fax: 96 3424001
e-mail: egomez@ivia.es

Gómez Cabrera, Augusto

Producción Animal, ETSIA, UPM
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218436
Fax: 95 7218563
e-mail: pa1gocaa@uco.es

Gómez Conde, M^a Soledad

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5492219
Fax: 91 5499763
e-mail: sgomez@pan.etsia.upm.es

Gómez Rincón, Carlota

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716444
Fax: 97 6716335

Gomis Pérez, Carolina

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Univ. De Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: cgomis@hotmail.com

González Alvarado, Juan Manuel

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Complutense, s/n Ciudad Univers.
28040 - Madrid
Tel.: 91 5497978
Fax: 91 5499763
e-mail: jgalvarado@pan.etsia.upm.es

González Cano, Javier

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5403069
Fax: 91 5499763
e-mail: jgonzalez@pan.etsia.upm.es

González de Bulnes, Antonio

Reproducción Animal, SGIT-INIA
Avda. Puerta de Hierro. 28040 - Madrid
e-mail: bulnes@inia.es

González, Luciano

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812815
Fax: 93 5811494
e-mail: lucianoadrian.gonzalez@uab.es

Grasa Molina, Patricia

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761639
Fax: 97 6761612
e-mail: patgrasa@posta.unizar.es

Grillo Dolset, M. Jesús

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716455
Fax: 97 6716335
e-mail: mjgrillo@aragon.es

Grullón Yunén, José Alberto

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Univ. De Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 67 8900324
Fax: 96 8364147
e-mail: lg6262@hotmail.com

Guerrero Ginel, José Emilio

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218555
Fax: 95 7218563
e-mail: pa1gugij@uco.es

Gutiérrez del Alamo Ons, Ángela

Nutreco Servicios SA
Ronda Poniente, 9. 28760 - Tres Cantos

Gutiérrez Gil, Beatriz

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291470
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1bgg@unileon.es

Haba de la Cerda, M^a José de la

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218555
Fax: 95 7218563
e-mail: pa2hacem@uco.es

Hernández García, Fco. Ignacio

SIDT-Junta de Extremadura
Finca "La Orden". 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014086
Fax: 02 4014001
e-mail: francisco.hernandez@aym.juntaex.es

Hernández Jover, Marta

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812913
Fax: 93 5811494
e-mail: marta.hernandez@uab.es

Hervás Angulo, Gonzalo

EAE-CSIC
Apartado 788. 24080 - León
Tel.: 98 7317064
Fax: 98 7317161
e-mail: hervas@eae.csic.es

Horcada Ibáñez, Alberto

E.U.I.T., Univ. Sevilla
Ctra. Utrera, km 1. 41013 - Sevilla
Tel.: 95 4486448
Fax: 95 4486436
e-mail: albertohi@us.es

Iglesias, Cristina

Ud. Rumiantes-IRTA
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5910127
Fax: 93 5811494
e-mail: cristina.iglesias@campus.uab.es

Jiménez de Bagüés Picazo, M^a Pilar

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716457
Fax: 97 6716335

Jiménez Moreno, Encarnación

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5497978
Fax: 91 5499763
e-mail: encarnajm1979@yahoo.es

Jiménez, Ana Raquel

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: anaraquel.jimenez@uab.es

Joy Torrens, Margarita

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716442
Fax: 97 6716335
e-mail: mjoy@aragon.es

Jurado García, Juan José

Dpto. Mejora Genética Animal. INIA
Ctra. La Coruña, km 7. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3476744
Fax: 91 3572293
e-mail: jurado@inia.es

Lavara García, Raquel

UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, s/n. 46071 - Valencia
Tel.: 96 3879435
Fax: 96 3877439
e-mail: emoce@dca.upv.es

Legarra Albizu, Andrés

IVIDA-NEIKER A.B
Apartado 46. 1080 - Vitoria
Tel.: 94 5121323
Fax: 94 5281422
e-mail: alegarra@neiker.net

León Rota, Eunice de

Zoot. Uni. Fed. Pelotas
R. General Osorio, 509A. PELOTAS - Brasil
Tel.: 532226449
Fax: 532757274
e-mail: nicerota@ufpel.tche.br

Letosa Almale, Jesús

Inzar S.L.
Julio García Condoy, 42 Local.
50018 - Zaragoza
Tel.: 97 6737100
Fax: 97 6736998
e-mail: jletosa@inzar.net

Liste Ruiz, Guiomar

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6762490
Fax: 97 6761590
e-mail: moliste@unizar.es

Lizardo Guiomar, Rosario

IRTA-Más Bové
Apartado 415. 43280 - Reus
Tel.: 97 7328424
Fax: 97 7344055
e-mail: rosil.lizardo@irta.es

Lopes, Julio César

ESA Ponte Lima
Mosteiro de Réfoios.
4990 - Ponte De Lima (Portugal)
Tel.: 351258909740
Fax: 351258909779
e-mail: juliocesar@esa.ipvc.pt

López de M. López de Lacalle, Evangelina

IVIDA-NEIKER A.B
Apartado 46. 01080 - Vitoria
Tel.: 94 5121320
Fax: 94 5281422
e-mail: elmaturana@neiker.net

López Gallego, Fermín

SIDT-Junta de Extremadura
Finca La Orden. 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014000
Fax: 92 4014001
e-mail: flopezga@aym.juntaex.es

López Parra, M^a Montaña
SIDT-Junta de Extremadura
Finca La Orden. 06187 - Guadajira
Tel.: 92 4014000
Fax: 92 4014001
e-mail: mlopezpar@aym.juntaex.es

López Sánchez, Marina
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761659
Fax: 97 6761590
e-mail: mlopez@unizar.es

López Viana, Javier
Genética Fontao SA
Apartado 128. 27080 - Lugo
Tel.: 64 7566796
Fax: 98 2284626
e-mail: javier.lopez.viana@xunta.es

Lucas, Xiomara
UPV
Camino de Vera, 14
46020 - Valencia
Tel.: 96 3877438
Fax: 96 3877439
e-mail: xiolucas@um.es

Lucientes Curdi, Javier
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000

Mach, Nuria
Ud. Rumiantes-IRTA
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5910127
e-mail: nmach21@hotmail.com

Manrique Persiva, Emilio
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000

Manso Alonso, Teresa
UVA
Av. De Madrid, 44. 34004 - Palencia
Tel.: 97 9108367
Fax: 97 9108302
e-mail: tmanso@agro.uva.es

María Levrino, Gustavo
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6762490
Fax: 97 6761612
e-mail: levrino@posta.unizar.es

Marín Alcalá, Clara M^a
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716458
Fax: 97 6716335
e-mail: cmarin@aragon.es

Marmi Plana, Josep
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Edif.V. Campus de Bellaterra.
08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5814260
e-mail: jmarmi@hotmail.com

Martí Jiménez, J. Ignacio
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716452
Fax: 97 6716335
e-mail: jimarti@aragon.es

Martín Orué, Susana
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5818504
Fax: 93 5811494
e-mail: susana.martin@uab.es

Martín Peláez, Sandra
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811504
Fax: 93 5811494
e-mail: sandramaria.martin@uab.es

Martínez Domínguez, Beatriz
Estación Tecnológica de la Carne, Guijuelo
Filiberto Villalobos, s/n. 37770 - Guijuelo
Tel.: 932 3580688
Fax: 92 3580853
e-mail: maccoccc@jcys.es

Martins, Antonio
As.de A y B L. do Norte
Antonio Bento Martins, 86 2^o.
4480-664 - VILADOCONDE (Portugal)
Tel.: 351252623227
e-mail: lmartins@abln.pt

Mateos Fernández, Juan José
CIA-Dehesón del Encinar
Deheson del Encinar. 45560 - Oropesa
Tel.: 92 5450443
Fax: 92 5450447
e-mail: cia.dehesonencinar@local.jccm.es

Maza Rubio, M^a Teresa
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761603
Fax: 97 6762488
e-mail: mazama@unizar.es

Mendizábal Aizpuru, José Antonio
Universidad Pública de Navarra
Campus de Arrosadía. 31006 - Pamplona
e-mail: jamendi@unavarra.es

Menoyo Luque, David
Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5492219
Fax: 91 5499763

Mercadé, Anna
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812087
Fax: 98 5812106
e-mail: anna.mercade@uab.es

Merchán Acedo, Maribel
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812087
Fax: 98 5812106
e-mail: mariaisabel.merchan@uab.es

Merino, Pilar
NEIKER
Berreaga, 1. 48160 - Derio
Tel.: 94 40034319
Fax: 94 4034310
e-mail: pmerino@neiker.net

Miguel Romera, José Ángel
UVA-EUIA
Campus Universitaria. 42003 - Soria
Tel.: 97 5129405
Fax: 97 51229401

Mocé, Eva
UPV
Camino de Vera, 14
46020 - Valencia
Tel.: 96 3877438
Fax: 96 3877439

Milán Sendra, M^a José
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 92 5812152
Fax: 93 5811494
e-mail: mariajose.milan@uab.es

Mogás, Teresa
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra
08193 - Bellaterra
e-mail: teresa.mogas@uab.es

Molina Alcaide, Eduarda
CSIC-El Zaidin
C^o del Jueves, s/n. 18100 - Armilla
Tel.: 95 8572757
Fax: 95 8572753
e-mail: molina@eez.csic.es

Molinero Sastre, Cristina
Estación Tecnológica de la Carne, Guijuelo
Filliberto Villalobos, s/n. 37770 - Guijuelo
Tel.: 932 3580688
Fax: 92 3580853
e-mail: malsascr@jcys.es

Mora Pulido, Virginia
IRTA-Más Bové
Apartado 415. 43280 - Reus
Tel.: 97 328424
Fax: 97 7344055
e-mail: virginia.mora@irta.es

Morales López, René
IRTA-Más Bové
Apartado 415. 43280 - Reus
Tel.: 97 7328424
Fax: 97 7344055
e-mail: rene.morales@irta.es

Morales Peñacoba, Joaquín
PigChamp Pro Europa SA
Ctra. San Rafael, 42. 40006 - Segovia
Tel.: 92 1412556
Fax: 92 1412378
e-mail: joaquin.morales@pigchamp-pro-com

Morató Molet, Roser

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811044
Fax: 93 5812006
e-mail: roser.morato@campus.uab.es

Mozos García, Jon de los

Nutreco Servicios SA
Ronda Poniente, 9. 28760 - Tres Cantos

Muiño Blanco, M^a Teresa

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761639
Fax: 97 6761612
e-mail: muino@posta.unizar.es

Muiño Otero, Rodrigo

Xenética Fontao SA
Apartado 128. 27080 - Lugo
Tel.: 98 2 284391
Fax: 98 2284626
e-mail: rodrigomuino@xeneticafontao.com

Muñoz Álvaro, Pilar

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716452
Fax: 97 6716335
e-mail: pmunnoz@aragon.es

Muñoz Padilla, Susana D.

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Campus de Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 661206237
Fax: 96 8364147

Muriel Durán, Ángel

SIDT-Junta de Extremadura
Apartado 22. 06080 - Badajoz
Tel.: 92 4014000
Fax: 92 4014001
e-mail: amuriel@aym.juntaex.es

Muries Bosch, Beatriz

Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Campus de Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 661206237
Fax: 96 8364147
e-mail: bigbebe@mixmail.com

Nicodemus, Nuria

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5492219
Fax: 91 5499763
e-mail: nnicodemus@pan.etsia.upm.es

Nieto, M^a Isabel

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761597
Fax: 97 6761597
e-mail: olaizola@unizar.es

Núñez Sánchez, Nieves

NIRSoluciones S.L.
Avda. Gran Capitán, 47. Portal 4 3^oC.
14006 - Cordoba
Tel.: 615226584
e-mail: nnunez@nirsoluciones.com

Olaizola Tolosana, Ana M^a

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761597
Fax: 97 6762488
e-mail: olaizola@posta.unizar.es

Olleta, José Luis

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000

Oregui Lizarralde, Luis M^a

NEIKER-Granja Modelo Arkaute
Apartado 46. 01080 - Vitoria
Tel.: 94 5011328
Fax: 94 5281422
e-mail: loregui@neiker.net

Palacín Arizón, Inmaculada

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761590
e-mail: ipalacin@unizar.es

Palacio Liesa, Jorge

Universidad Zaragoza
C/ Aries 46-48 2^o A. - Zaragoza
Tel.: 97 6762847
Fax: 97 6761236
e-mail: jpalacio@unizar.es

Panea, Begoña

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716455
Fax: 97 6716335
e-mail: bpanea@aragon.es

Paramio, M^a Teresa

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra
08194 - Bellaterra
e-mail: teresa.paramio@uab.es

Pareja Coulouscou, Sonia

Dpto. Fisio. Fac. Veterinaria Murcia
Campus de Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 661206237
Fax: 96 8364147

Partida, Armando

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000

Pascual Amorós, M^a Desamparados

UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, 14. 46071 - Valencia
Tel.: 96 3877003
Fax: 96 3877439
e-mail: ampasam@dca.upv.es

Pérez Enciso, Miguel

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5814260
Fax: 98 5812106
e-mail: miguel.perez@uab.es

Pérez Izquierdo, M^a Dolores

Dpto. Fisio. Fac. Veterinaria Murcia
Campus de Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 667020598
Fax: 96 8364147
e-mail: mdpeiz@yahoo.es

Pérez Marín, M^a Dolores

Prod. Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14080 - Córdoba
Tel.: 95 7218555
Fax: 97 5218563
e-mail: pa2pemad@uco.es

Pérez Serrano, Martina

Universidad Politécnica de Madrid
Senda del Rey, s/n. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5497978
Fax: 91 5499763
e-mail: mperezserrano12@hotmail.com

Pérez-G. Palomares, M^a Dolors

CENSYRA-Valdepeñas
Avda. del Vino, s/n. 13300 - Valdepeñas
Tel.: 92 6322156
Fax: 92 6311805
e-mail: mdperez@jccm.es

Piñeiro Noguera, Carlos

PigChamp Pro Europa SA
Ctra. San Rafael, 42. 40006 - Segovia
Tel.: 92 1412556
Fax: 92 1412378
e-mail: carlos.pineiro@pigchamp.pro.com

Piquer Querol, Olga

Producción Animal, UPV
C^o de Vera, s/n. 46071 - Valencia
Tel.: 96 3877430
Fax: 96 3877439
e-mail: olpique@doctor.upv.es

Quintín Casorrán, Fco. Javier

CENSYRA-DGA
Avda. Movera, 580. 50194 - Zaragoza
Tel.: 97 6586227
Fax: 97 6586308
e-mail: censyraza@aragon.es

Quiroz Valiente, Jorge

Universidad de Córdoba
Camino de los Sastres, 6-6-1.
14000 - Córdoba
Tel.: 95 7944202
e-mail: jquiroz@141.com

Ramírez Bellido, Óscar

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5814260
Fax: 93 5812106
e-mail: oscar.ramirez@uab.es

Ramón Fernández, Manuel

CENSYRA-Valdepeñas
Avda. del Vino, 10. 13300 - Valdepeñas
Tel.: 92 6322156
Fax: 92 6311805
e-mail: mramon@jccm.es

Ranilla García, M^a José
Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291234
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1mrg@unileon.es

Revilla Delgado, Ricardo
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716326
Fax: 97 6716335
e-mail: rrevilla@aragon.es

Revilla Martín, Isabel
USAL-EPS Zamora
Avda. Requejo, 33. 49022 - Zamora
Tel.: 98 0545000
Fax: 98 0545002
e-mail: irevilla@usal.es

Robles, Vicent
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812815
Fax: 93 5811494
e-mail: vicentrobles@hotmail.com

Rodríguez Álvarez, Roberto
Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291872
Fax: 98 7291311
e-mail: roberto.rodriguez@unileon.es

Rodríguez Valdovinos, Carmen
INIA
Ctra. La Coruña, km 7. 28040 - Madrid
Tel.: 91 347 6754
Fax: 91 3572293
e-mail: valdo@inia.es

Rodríguez Velasco, Ana
ITA de Castilla y León
Ctra. Riaza-Toro, s/n. 40353 - Hontalbilla
Tel.: 92 1154500
Fax: 92 1154501
e-mail: rodvelan@jcyl.es

Rojo Vázquez, Francisco
Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291338
Fax: 98 7291304
e-mail: dsafvr@unileon.es

Roy Pérez, Teresa de Jesús
Facultad de Veterinaria, Cáceres
Avda. de la Universidad, s/n.
10071 - Cáceres
Tel.: 92 7257168
Fax: 92 7257110
e-mail: tjroy@unex.es

Roza Delgado, Begoña de la
SERIDA
Apartado 13. 33300 - Villaviciosa
Tel.: 98 5890066
Fax: 98 5891854
e-mail: broza@serida.org

Rubio Hernando, Begoña
Estación Tecnológica de la Carne, Guijuelo
Filiberto Villalobos, s/n. 37770 - Guijuelo
Tel.: 92 3580688
Fax: 92 3580353
e-mail: rubherbe@jcyl.es

Ruiz Santos, Roberto
NEIKER-Granja Modelo Arkaute
Apartado 46. 01080 - Vitoria
Tel.: 94 5121334
Fax: 94 5281422
e-mail: rruiz@neiker.net

Saa, Constanza
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5813097
Fax: 93 5812006
e-mail: constanza.saa@uab.es

Salama, Ahmed
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5813097
Fax: 93 5812006
e-mail: ahmed.salama@uab.es

San Primitivo Tirados, Fermín
Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291312
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1fst@unileon.es

Sánchez Bonastre, Armand
Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5811398
Fax: 98 5812106
e-mail: armand.sanchez@uab.es

Sánchez Muñoz, Pedro Jesús
CENSYRA
Avda. del vino, 10. 13300 - Valdepeñas
Tel.: 92 6322156
Fax: 92 6311805
e-mail: pjsanchez@jccm.es

Sánchez Serrano, Juan Pablo
UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, 14. 46020 - Valencia
Tel.: 96 3877007
Fax: 96 3877439
e-mail: juansan@dca.upv.es

Sansegundo, Manuel
Dpto. Fisio. Fac. Veterinaria Murcia
Universidad de Murcia
30071 - Murcia
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: sanse@um.es

Sanz Berzal, Elena
ITA de Castilla y León
Ctra. Riaza-Toro, s/n. 40353 - Hontalbilla
Tel.: 92 1154500
Fax: 92 1154501
e-mail: ita-sanberel@jcyl.es

Sanz Pascua, Albi
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716459
Fax: 97 6716335
e-mail: asanz@aragon.es

Sañudo Astiz, Carlos
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000

Serradilla Manrique, Juan Manuel
Producción Animal, ETSIA, UPM
Apartado 3048. 14080 - Cordoba

Serrano, Beatriz
CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727
50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716454
Fax: 97 6716335
e-mail: bserranop@aragon.es

Silio López, Luis
Dpto. Mejora Genética Animal. INIA
Ctra. La coruña, km 7,5. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3476754
Fax: 91 3572293
e-mail: silio@inia.es

Silvestre Camps, Miguel Ángel
UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, 14. 46020 - Valencia
Tel.: 96 3877007
Fax: 96 3877439
e-mail: misilcam@dca.upv.es

Soarez, M^a Laura
ESA Ponte Lima
Mosteiro de Refoios.
49900 - Ponte De Lima (Portugal)
Tel.: 351258909740
Fax: 351258909779
e-mail: laurasoares@esa.ipvc.pt

Solanas Villacampa, Estela
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761659
Fax: 97 6761590
e-mail: ESOLANAS@UNIZAR.ES

Sosa Misuraca, Cecilia
Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761000
Fax: 97 6761590
e-mail: cecis@adinet.com.uy

Tejido Mediavilla, M^a Luisa
Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - León
Tel.: 98 7291288
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1tm@unileon.es

Theilgaard, Per
UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, 14. 46020 - Valencia
Tel.: 96 3877007
Fax: 96 3877439
e-mail: peth@dca.upv.es

Toledano Díaz, Adolfo

Dpto RA-INIA
Avda. Puerta de Hierro, s/n. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3474046
Fax: 91 3474014
e-mail: toledano@inia.es

Tomás, Anna

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 5812087
Fax: 98 5812106
e-mail: anna.tomas@uab.es

Toro Ibáñez, Miguel A.

Dpto. Mejora Genética Animal. INIA
Ctra. La Coruña, km 7. 28040 - Madrid
Tel.: 91 3476807
Fax: 91 3572293
e-mail: toro@inia.es

Tortosa García, Laura

Dpto. Fisio. Fac. Veterinaria Murcia
Univ. De Murcia. 30071 - Murcia
Tel.: 97 6247819
Fax: 96 8364147
e-mail: laureta_1980@hotmail.com

Ugarte Sagastizabal, Eva

NEIKER-Granja Modelo Arkaute
Apartado 46. 01080 - Vitoria
Tel.: 94 5011322
Fax: 94 5281422
e-mail: eugarte@neiker.net

Uriarte Abad, Joaquín

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716446
Fax: 97 6716335
e-mail: juriarte@aragon.es

Valderrábano Núñez, José

CITA-Gobierno de Aragón
Apartado 727. 50080 - Zaragoza
Tel.: 97 6716441
Fax: 97 6716335
e-mail: jvalderrabano@aragon.es

Valdés Solís, Carmen

Producción Animal, Fac. Veterinaria León
Campus de Vegazana. 24071 - Leon
Tel.: 98 7291292
Fax: 98 7291311
e-mail: dp1cvs@unileon.es

Vega García, Antonio de

Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza
Miguel Servet, 177. 50013 - Zaragoza
Tel.: 97 6761659
Fax: 97 6761590
e-mail: avega@posta.unizar.es

Vicente Antón, José Salvador

UPV-Dpto. Ciencia Animal
Camino de Vera, s/n. 46071 - Valencia
Tel.: 96 3879754
Fax: 96 3877439
e-mail: jvicent@dca.upv.es

Vicente Mainar, Fernando

SERIDA
Apartado 13. 33300 - Villaviciosa
Tel.: 98 5890066
Fax: 98 5891854
e-mail: fvicente@serida.org

Vicente Piqueras, Beatriz

Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5497078
Fax: 91 5499763
e-mail: beatrizvicente@gmail.com

Vidal Fabrega, Oriol

Fac. Veterinaria, Bellaterra UAB
Campus de Bellaterra. 08193 - Bellaterra
Tel.: 93 58120877
Fax: 93 5812106
e-mail: oriol.vidal@uab.es

Vieira Aller, Ceferina

Estación Tecnológica de la Carne, Guijuelo
Filiberto Villalobos, s/n. 37770 - Guijuelo
Tel.: 92 3580656
Fax: 92 3580353
e-mail: cefivieira@yahoo.com

Vieira e Brito, Nuno

ESA Ponte Lima
Mosteiro de Refoios.
49900 - Ponte De Lima (Portugal)
Tel.: 351258909740
Fax: 351258909779
e-mail: nunobrito@esa.ipvc.pt

Villagrà García, Irazazú

Producción Animal, UPV
Cª de Vera, 14. 46020 - Valencia

Villalba Mata, Daniel
Universitat de Lleida
Avda. Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
Tel.: 97 3702556
Fax: 97 3702874
e-mail: dvillalba@prodan.udl.es

Villamide, M^a Jesús
Producción Animal, ETSIA, UPM
Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid
Tel.: 91 5492219
Fax: 91 5499763
e-mail: mariajesus.villamide@upm.es

Vitto Vega, José Rigoberto
Univ. Naciona del Tachira
Venezuela
e-mail: jvitto@reacciun.ve

Viudes de Castro, M^a Pilar
CITA-IVIA
Ctra. Náquera-Moncada, km 4,5.
46113 - Moncada
Tel.: 96 3424007
Fax: 96 3424001
e-mail: mpviudes@ivia.es

Yáñez Pérez de Albéniz, Jesús
EPS Huesca, Univ. Zaragoza
Ctra. Cuarte. 22071 - Huesca
Tel.: 974 23 93 12
e-mail: jyaniz@unizar.es

Zafra Pastor, Encarnación
Dpto. Físio. Fac. Veterinaria Murcia
Univ. De Murcia. 30071 - Murcia
Fax: 96 8364147

(Listado realizado con las inscripciones recibidas a 28 de abril de 2005)



CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2004-05-06

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	4 Oct. 04/ 10 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	22-26 Nov. 04	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/ OCDE/AECI
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	17-28 Ene. 05	Cabrils	IAMZ/IRTA
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	26 Sep. 05/ 31 Mayo 06	Córdoba CSIC/COI/IAMZ	UCO/CAP-JA/
	DISEÑO Y ANÁLISIS DE SERIES DE ENSAYOS: MÉTODOS CLÁSICOS Y BASADOS EN QTLs	12-23 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/Generation Challenge Program
	AGRICULTURA DE REGADÍO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA: GESTIÓN DE INSUMOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	14-25 Nov. 05	Zaragoza	IAMZ
	HORTICULTURA INTENSIVA Y MEDIO AMBIENTE	16-20 Ene. 06	Zaragoza	IAMZ
	CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL PARA LA PLANIFICACIÓN AGRARIA Y EL MANEJO DE CULTIVOS EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	7-17 Mar. 06	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	ALIMENTOS FUNCIONALES: BASES CIENTÍFICAS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO	3-7 Abr. 06	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN ANIMAL	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	13-17 Sep. 04	Zaragoza
TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS CÁRNICOS: SISTEMAS Y TÉCNICAS		13-17 Dic. 04	Zaragoza	IAMZ
VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO		7-18 Feb. 05	Pamplona	IAMZ/Univ. Pública de Navarra
TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL		4-8 Abr. 05	León	IAMZ/Univ. León
PRODUCCIÓN ANIMAL Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE		2-7 Mayo 05	Fonte Boa	IAMZ/EZN
*PRODUCCIÓN ANIMAL	3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza IAMZ		

(* **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 04-05; 06-07; 08-09
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 03-04; 05-06; 07-08
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 03-04; 05-06; 07-08
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 04-05; 06-07; 08-09
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 03-04; 05-06; 07-08
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 04-05; 06-07; 08-09
- ACUICULTURA: 04-05; 06-07; 08-09

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Economía y gestión de la actividad pesquera y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2004. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2005. El plazo de inscripción para los cursos de Producción animal y Marketing agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2005.

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.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	PROGRAMAS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	27 Sep./1 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/MMA-DGB/FAO/AECI
	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	4 Oct. 04/	Zaragoza 10 Jun. 05	IAMZ
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	24 Ene./4 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN FORESTAL EN LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN: INNOVACIONES, CONTROL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	19-25 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/REACTION/CE-DGInvestigación
	NUEVAS ESTRATEGIAS PARA LA PLANIFICACIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	12-16 Dic. 05	Zaragoza	IAMZ
	MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA: MÉTODOS, TÉCNICAS Y ALTERNATIVAS DE GESTIÓN	12-16 Feb. 06	Aleppo	IAMZ/ICARDA/FAO
	DIAGNÓSTICO, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LA SALUD DE LOS BOSQUES	20-25 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	BALANCE DE CARBONO EN SISTEMAS AGRARIOS Y FORESTALES: EL POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES Y LOS COMPROMISOS DEL PROTOCOLO DE KIOTO	27-31 Mar. 06	Barcelona	IAMZ/CREAF
	LOS INDICADORES AMBIENTALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	8-12 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ
	SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ZONAS RURALES	12-16 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	18-22 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/OMC
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, SISTEMAS Y REPERCUSIONES EMPRESARIALES	7-11 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE MERCADO	14-18 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	11-22 Abr. 05	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING EN EL MERCADO INTERNACIONAL DEL VINO	16-20 Mayo 05	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y AGRICULTURA	DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE PECES EN ACUICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA	13-24 Sep. 04	Santiago de Compostela	IAMZ/Univ. Santiago de Compostela
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	27 Sep. 04/ 18 Mar. 05	Barcelona	Univ. Barcelona/ MAPA/FAO/IAMZ
	*ACUICULTURA	6 Oct. 04/ 8 Abr. 05	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	DISEÑO Y GESTIÓN DE CRIADEROS DE MOLUSCOS BIVALVOS	14-19 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE AREAS MARINAS PROTEGIDAS DE INTERÉS PESQUERO	7-12 Mar. 05	Palma de Mallorca	IAMZ/IEO
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESCA Y ACUICULTURA	13-24 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ/AECI
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS DEL MAR: SISTEMAS Y TÉCNICAS	17-21 Oct. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	MEJORAS TECNOLÓGICAS EN ARTES DE PESCA PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE	6-10 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	24-28 Abr. 06	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	CULTIVO DE ALGAS MARINAS: TÉCNICAS, USOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	22-26 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

