ISSN: 1130-6009

ITEA

PRODUCCIÓN ANIMAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

2001 – Vol. 97A N.º 1



I T E A

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

2001 - AÑO XXXII
Vol. 97A N.º 1

DIRECCIÓN Y REDACCIÓN
Montañana, 176 - Apartado 727
50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: 34-976 576311
Fax.: 34-976 575501
E-mail: enotivol@aragob.es
andreu@eead.csic.es
cmmarin@aragob.es

Depósito legal: Z-577-82
ISSN: 1130-6009
INO Reproducciones, S.A.
Polígono Miguel Servet, nave 13
50013 Zaragoza

COMITÉ DE REDACCIÓN

DIRECTOR: Eduardo Notivol Paino
SUBDIRECTOR: Joaquín Uriarte Abad
SECRETARIAS: Serie Producción Vegetal: Pilar Andreu Puyal
Serie Producción Animal: Clara Marín Alcalá
VOCALES: José Álvarez Álvarez
Rafael Delfa Belenguer
Joaquín Gómez Aparisi
Emilio Manrique Persiva
José Luis Alabart Álvarez
Juan A. Marín Velázquez
Azucena Gracia Royo
M.ª Dolores Quílez Sáez de Viteri
Carlos Zaragoza Larios
Pere Alberti Lasalle

JUNTA DIRECTIVA DE A.I.D.A.

PRESIDENTE: Leonardo Plana Claver
VICEPRESIDENTES: 1.º Emilio Manrique Persiva
2.º Rafael Socias i Company
SECRETARIO: José Álvarez Álvarez
TESORERO: Joaquín Uriarte Abad
VOCALES: José Folch Pera
Ignacio Delgado Enguita
Ricardo Revilla Delgado
Joaquín Gómez Aparisi
Antonio Felipe Mansergas
Pere Alberti Lasalle
Dunixi Gabiña Iturriaga

El coste de ITEA en 2000 ha ascendido a 2.183.469 pesetas, que ha sido financiado por los ingresos habidos en concepto de suscripciones, venta de números sueltos y la aportación de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa
de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, editor titular del Copyright.

ITEA no se responsabiliza necesariamente con las opiniones vertidas en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores.

Suscripciones y Distribución

Información Técnica Económica Agraria publica tres números en volumen. En 2001 se publicarán los volúmenes 97A y 97V correspondientes a las series Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 2001 será de 4.000 ptas. ó 24€ para una serie y de 5.500 ptas. ó 33€ para las dos series.

Se acepta el intercambio con otras revistas.

ITEA. Apartado 727. 50080 Zaragoza (ESPAÑA)

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN ANIMAL) DURANTE 2000

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
S. ALMERÍA, M.M. LLORENTE, J. URIARTE: *Caracterización de las poblaciónes de nematodos gastrointestinales adquiridas por terneros durante el pastoreo de áreas de montaña*	96A-1	67
M. AMILLS, N. JIMÉNEZ, A. RICCARDI, J. FOLCH, A. SÁNCHEZ: *Clonación y secuenciación de alelos MHC-DRB de cabra montesa* (capra pyrenaica)	96A-3	169
J.J. ARRANZ: *Utilización de* genome scan *para la detección de regiones cromosómicas que expliquen parte de la varianza aditiva y el posterior estudio de genes candidatos*	96A-3	173
S. ASTIZ, G. MIRÓ, A. MEANA, C. GARCÍA-ROMERO, F. VALCÁRCEL: *Prevalencia estacional de las bronconeumonías verminosas del ganado caprino en Castilla-La Mancha*	96A-2	95
J.A. BARO, C.E. CARLEOS, R. PONG-WONG, R. ÁLVAREZ: *Evaluación bajo la hipótesis de herencia mixta: uso de información de QTLs en la predicción de valores genéticos poligénicos*	96A-3	189
J.A. BARO DE LA FUENTE, R. ÁLVAREZ, C.E. CARLEOS, D. GARCÍA, H. LAMELAS: *RePed. A tool for checking, exploring and debugging pedigrees*	96A-3	184
A. BARROSO, L.J. ROYO, J. CAÑÓN, S. DUNNER: *La hipertrofia muscular hereditaria: génesis de alelos dominantes negativos de la miostatina (GDF-8) Murina*	96A-3	191
A. BLASCO: *La perspectiva bayesiana. Tres nuevos diálogos entre Hylas y Filonús*	96A-3	199
M.L. CHECA, C. CARLEOS, J.A. BARO, S. DUNNER, J. CAÑÓN: *Estimación de frecuencias alélicas en* pools *de ADN mediante el procedimiento de señales de electroforesis capilar*	96A-3	225
A. CLOP, G. NYMAN, A. SÁNCHEZ, J. L. NOGUERA, L. ANDERSSON: *Detección del origen filogenético de diferentes poblaciones porcinas españolas por pirosecuenciación de una región del citocromo B del ADN mitocondrial porcino*	96A-3	220
V. DUCROCQ, E.A. GÓMEZ: *Análisis de supervivencia, una herramienta estadística para datos de longevidad*	96A-3	235
M.T. FERNÁNDEZ, R. ALENDA, M. SERRANO, E. UGARTE: *Estudio del carácter velocidad de ordeño y recuento de células somáticas en primera lactación de la población vacuna frisona del País Vasco*	96A-3	270
A. FERNÁNDEZ, L. SILIÓ, M.C. RODRÍGUEZ: *Análisis genético del crecimiento en montanera de cerdos ibéricos*	96A-1	77
A. FERNÁNDEZ, C. ÓVILO, C. RODRÍGUEZ, L. SILIÓ: *Polimorfismo* HhaI *del gen de la hormona de crecimiento en cerdos ibéricos: relación con caracteres productivos*	96A-3	254
A. FERNÁNDEZ, M.A. TORO, J. RODRIGÁÑEZ, M.C. RODRÍGUEZ, L. SILIÓ: *La fuerza del mestizo: estimación de la heterosis en el crecimiento de cerdos ibéricos en Montanera*	96A-3	261
V.C. FREIRE, L.C. ISSALY, A. OHAMIAN, M. VIGLIOCCO, J.A. SALMINIS, H.R. PAGLIARICCI: *Producción de carne Bovina con diferentes cargas ganaderas en praderas en la Pampa subhúmeda Argentina. II. Resultados económicos*	96A-1	56
D. GARCÍA, C. CARLEOS, J.A. BARO, J. CAÑÓN: *Identificación de alelos con efecto significativo en la diferenciación de poblaciones*	96A-3	277

D. García, M.L. Checa, P. García-Atance, S. Dunner, J. Cañón:
Medidas de diversidad genética en poblaciones de caballos celtas españoles 96A-3 282

L.A. García Cortés, C. Cabrillo:
Sobre la convergencia del muestreo de Gibbs en los modelos bayesianos jerárquicos..... 96A-3 290

E.A. Gómez, O. Rafel, J. Ramón, O. Perucho:
Propuesta de estimación de parámetros genéticos del carácter índice de conversión en dos líneas de conejos seleccionadas por crecimiento 96A-3 296

J.A. Gómez-Limón, L. Meza, A.I. Sanjuán:
La competitividad del sector productor de vacuno de carne y leche en España ante los retos de la agenda 2000 ..... 96A-2 143

MC. Guillermo Galindo González:
Uso de innovaciones en el grupo de ganaderos "Joachín", de Veracruz, México 96A-2 102

M. Habib Yahyaoui, A. Coll, A. Sánchez, J.M. Folch:
Caracterización de variantes genéticas en la k-caseína caprina..... 96A-3 302

J.J. Jurado García:
Nota sobre la estima del error de paternidad cuando la inseminación artificial se complementa con machos de monta natural 96A-2 115

A. Legarra, E. Ugarte, E. Ruiz de Zárate:
Adecuación de la estructura de datos del caballo de carne en Álava para una estima de componentes de varianza 96A-3 311

P. López-Romero, M.J. Carabaño:
Evaluación de modelos alternativos para el análisis de datos de producción de leche a lo largo de la lactación 96A-3 318

M. Piles, D. Gianola, L. Varona, A. Blasco:
Análisis de la respuesta correlacionada a la selección por velocidad de crecimiento en las curvas de crecimiento de conejos..... 96A-3 337

R. Quintanilla, J. Piedrafita:
Efectos maternos en el peso al destete del ganado vacuno de carne: una revisión..... 96A-1 7

M.F. Rothschild:
Advances in pig molecular genetics, gene mapping and genomics 96A-3 349

G. Salcedo:
Efectos del tipo de proteína suplementada a vacas de leche en pastoreo sobre la producción y composición química de la leche 96A-2 126

M. Sánchez, C. Goñi, I. Marañón, S. Martín:
Diferencias en las preferencias entre los consumidores de carne de vacuno etiquetada y no etiquetada 96A-1 40

M. Serrano, P. Díez de Tejada, D. Hernández, J.J. Jurado:
El esquema de selección de la raza caprina "cabra del Guadarrama"..... 96A-3 362

M.A. Toro, C. Barragán, J. Rodrigáñez, C. Rodríguez, L. Silió:
Estimación del parentesco en cerdos ibéricos utilizando marcadores moleculares..... 96A-3 370

L. Torrano, J. Valderrábano:
Capacidad de utilización de la vegetación del sotobosque por el ganado caprino..... 96A-2 155

L. Varona, G. Davalos, M. Pérez-Enciso, J.M. Folch, N. Jiménez, A. Sánchez, J.L. Noguera:
Análisis bayesiano multivariante de componentes de varianza de caracteres de producción en una población Pietrain usando marcadores moleculares 96A-3 379

G. Yagüe-Utrilla, C. Moreno, L.A. García-Cortés, J. Altarriba:
Inferencia en poblaciones donde se desconoce la cantidad de información perdida..... 96A-3 383

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN VEGETAL) DURANTE 2000

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
J.M.ª Álvarez, C.D. Lahoz, F. Villa: *Resistencia al carbón blanco de la borraja (*Entyloma serotinum *Cif)*	96V-1	42
M.V. Andrés, R. Martín, L. Perales, J.M. Durán: *Polinización y germinación, in vivo, del polen en variedades de manzano, peral, nectarina y melocotonero*	96V-1	49
S.C. Calvo, G. Bergamín, C.F. Lara, P. Sander: *Impacto socioeconómico y ambiental del monocultivo del algodón. Un enfoque integral para un estudio de caso (Chaco)*	96V-3	185
E. Carcelén Fernández, J. García Berrios: *Características de los laterales fructíferos en frambueso "no remontante"*	96V-2	116
Y.J. Chew Madinaveitia, J. Santamaría César: *Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa (*Medicago sativa *L.) en la comarca Lagunera (norte de México)*	96V-3	165
J. de J. Espinoza Arellano: *Competencia entre México y países de América Central en los mercados estadounidenses de melón y sandía*	96V-3	173
M.ª del C. Medina Morales: *Concentración de nutrientes y producción de pacana de nogal pecanero, en tres años*	96V-2	139
M.ª del C. Medina Morales, J.A. Samaniego Gaxiola, J. Santamaría César, R. Faz Contreras, T. Herrera Pérez, M. Ramírez Delgado, G. González Cervantes: *Alternancia en la producción del nogal pecanero, en la Comarca Lagunera de México*	96V-2	132
S. Godoy Avila, A. Palomo Gil, J.L. García Hernández: *Evaluación de variedades transgénicas de algodonero (*Gossypium hirsutum L.*) resistentes a gusano rosado (*Pectinophora gossypiella S.*) I. Rendimiento*	96V-3	157
R. Nieto-Ángel, F. Gil-Albert Velarde: *Aclareo químico de frutos de manzano (*Malus Pumila *Mill.) cvs. Starkrimson y Golden Spur en plantaciones de alta densidad*	96V-1	27
A. Palomo Gil, A. Gaytán Mascorro, S. Godoy Ávila: *Respuesta de cuatro variedades de algodón a la densidad poblacional. I. Rendimiento y componentes de rendimiento*	96V-2	95
M. Sanz: *Valoración del diagnóstico nutricional DRIS y DOP a lo largo del ciclo vegetativo del melocotonero*	96V-1	7
M.A. Sanz, A. Blanco, J. Val: *Inhibición del crecimiento de plantas de tomate por la deficiencia inducida de calcio*	96V-3	207
R. Serrato Sánchez, A. Pérez García, M. Sosa Cerecedo, J. Jiménez Castro: *Impacto del aprovechamiento forestal en la pérdida de nutrientes del suelo en los bosques de Durango, México*	96V-2	103
A. Simón: *Influencia de factores anteriores a la recolección sobre la calidad del champiñón (*Agaricus bisporus*)*	96V-1	19
A. Simón, A. Gurría: *Relación entre la calidad del champiñón (*Agaricus bisporus*) en el momento de la recolección y la calidad postrecolección*	96V-2	124

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 1, 5-10

UTILIZACIÓN DE LA ASIMETRÍA FLUCTUANTE EN MEJORA GENÉTICA[1]

J.L. Campo, M.G. Gil, O. Torres, S.G. Dávila

Departamento de Genética y Biotecnología, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, Apartado 8111, 28080 Madrid, España

RESUMEN

Se presentan los distintos índices utilizados en la medición de la asimetría fluctuante, y el análisis estadístico de la variación en dicha asimetría, y se indican los resultados obtenidos en distintas poblaciones de gallinas para determinar la asimetría fluctuante en varios caracteres, morfológicos y sexuales secundarios, y su relación con otras dos medidas del estrés: cociente de leucocitos e inmovilidad muscular. Los tres tipos de asimetría bilateral, o al menos dos, ocurrían simultáneamente para el mismo carácter en las distintas razas. La duración de la inmovilidad muscular estaba asociada positivamente con la asimetría relativa media de todos los caracteres en las hembras de la raza Villafranquina. Los machos de esta misma raza tenían asociación positiva entre la asimetría relativa para superficie de feomelaninas en las alas y el cociente de leucocitos. Estos resultados sugieren que la asimetría relativa no es un indicador general de los niveles de estrés psicológico o físico.

Palabras clave: Asimetría bilateral, Estrés, Bienestar, Cociente de leucocitos, Inmovilidad muscular.

SUMMARY

UTILISATION OF FLUCTUATING ASYMMETRY IN ANIMAL BREEDING

Several indices used as indicators of fluctuating asymmetry and the statistical analysis of the variation in asymmetry are summarised. The results obtained in different breeds of chickens for the fluctuating asymmetry of morphological and secondary sexual traits are shown, besides with the relationship between fluctuating asymmetry and two measures of stress: heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility duration. Any two or all three types of bilateral asymmetry (fluctuating, directional, and antisymmetry) occurred together for the same trait in the different breeds. The duration of tonic immobility was positively associated with the mean relative asymmetry of all traits in hens from the Villafranquina. Males from this breed had a positive relationship between relative asymmetry for wing bay area and leukocyte ratio. Results suggest that relative asymmetry measures did not provide a general tool to assess stress susceptibility.

Key words: Bilateral asymmetry, Stress, Welfare, Leukocyte ratio, Tonic immobility duration.

1. Artículo perteneciente a la X Reunión Nacional de Mejora Genética Animal realizada el mes de junio de 2000 en Caldes de Montbui (Barcelona).

Introducción

Uno de los tipos de asimetría bilateral en caracteres morfológicos (asimetría fluctuante, FA) se considera como un índice de homeostasis y puede utilizarse como indicador del estrés (LEARY and ALLENDORF, 1989; PARSONS, 1992) genético (consanguinidad, homocigosis, hibridación, mutación, selección) y ambiental (temperatura, alimentación, polución). Este tipo de asimetría se caracteriza por una distribución normal de las diferencias entre el lado derecho e izquierdo, con media igual a cero (VAN VALEN, 1962). Los otros dos tipos de asimetría bilateral (asimetría direccional, DA, y antisimetría, AS) se consideran variantes de asimetría adaptativa y no son indicadores del estrés; se caracterizan por una distribución normal con media diferente de cero, y por una distribución no normal (platicúrtica o bimodal) con media igual a cero, respectivamente. La medición de la asimetría fluctuante como procedimiento para medir la respuesta al estrés tiene dos ventajas sobre otros métodos: es no invasivo y el valor óptimo se conoce *a priori*.

Además de su utilidad como indicador del bienestar animal, la asimetría fluctuante está correlacionada con la aptitud biológica (JONES, 1987) y podría ser utilizada en mejora genética para seleccionar los animales potencialmente más viables y productivos. Se han descrito ejemplos bien documentados para producción de leche en vacas (MANNING y col., 1996), producción de esperma en moruecos (MANNING y col., 1995), y velocidad en caballos de carreras (MANNING y OCKENDEN, 1994). En todos los casos los mejores animales eran los más simétricos.

En este artículo se revisan los distintos índices utilizados en la medición de la asimetría fluctuante, y el análisis estadístico de la variación en dicha asimetría. Por otra parte, se resumen los resultados obtenidos (CAMPO y col., 2000) en distintas razas de gallinas para determinar la asimetría fluctuante en varios caracteres, morfológicos y sexuales secundarios, y la relación entre la asimetría fluctuante y otras dos medidas del estrés: cociente heterofilos/linfocitos (GROSS and SIEGEL, 1983) e inmovilidad muscular (GALLUP, 1979).

Material y métodos

En el estudio de caracteres morfológicos se utilizaron cuatro razas españolas de gallinas (Prat Leonada, Castellana Negra, Villafranquina Roja, y Vasca Roja Barrada), y una población sintética originada a partir del cruce entre la Castellana y la Prat (C x P - F_2). En el estudio de caracteres sexuales secundarios se utilizaron dos razas españolas (Andaluza Aperdizada, y Villafranquina Roja), y un "tester" genético procedente de la Universidad de Massachusetts. Todas estas poblaciones se mantienen en la Estación Experimental de "El Encín" (Madrid), dentro del programa de conservación de recursos genéticos iniciado en 1975 por el INIA. Los cuatro caracteres morfológicos analizados fueron la longitud derecha (R) e izquierda (L) de pata (metatarso), ala (radio), segunda pluma primaria del ala, y espolón (en machos). Los tres caracteres sexuales secundarios analizados (en machos) fueron la superficie derecha e izquierda de barbilla, orejilla, y feomelanina del extremo del ala. El valor de cada carácter fue la media de los valores derecho e izquierdo (R+L)/2.

La asimetría fluctuante de un carácter ha sido definida como el valor absoluto de la diferencia entre lado derecho e izquierdo |R-L|, la diferencia (R-L), el cociente R/L, o $1-r^2$ siendo r el coeficiente de correlación entre R y L (PALMER y STROBECK, 1986). Estas medidas pueden corregirse o no por el

valor del carácter (a nivel del individuo o de la población), originando los siguientes índices de medida (siendo n el número de individuos en la muestra): $\sum|R-L|/n$, $2n\sum|R-L|/(R+L)$, $2\sum|R-L|/\sum(R+L)$; var(R-L), $\sum(R-L)^2/n$, var2(R-L)/(R+L), 2nvar(R-L)/$\sum$(R+L); |log(R/L)|, varlog(R/L). El protocolo para analizar la variación en asimetría fluctuante debe tener los siguientes puntos (PALMER y STROBECK, 1986): 1) evaluación de la asimetría adaptativa, 2) evaluación del error de medida, 3) dependencia del valor del carácter, 4) análisis estadístico, y 5) diferencias entre muestras.

En los estudios con gallinas españolas, se consideró el valor absoluto de la diferencia entre lados |R-L|, equivalente a la desviación media; este índice es más apropiado para estudiar la asimetría a nivel individual (SWADDLE y col., 1994) que el otro índice más usado en la práctica, que calcula la varianza de la diferencia entre lados (R-L). Antes de analizar la asimetría fluctuante, se comprobó la presencia de asimetría direccional y antisimetría, inspeccionando la normalidad y el valor medio de la distribución de las diferencias (R-L) por medio de los estadísticos *W* (SHAPIRO and WILK, 1965) y *t*, respectivamente. Para separar el efecto del error de medida de la asimetría fluctuante, en los caracteres sexuales secundarios se tomaron tres medidas repetidas de cada lado en cada animal. Para corregir el efecto del valor del carácter sobre la asimetría se calculó el cociente (asimetría relativa): 2|R-L|/(R+L). Un método alternativo equivalente para evaluar la asimetría relativa es calcular el valor absoluto del logaritmo del cociente R/L La asimetría relativa de todos los caracteres no tenía distribución normal, y se utilizó la transformación arc-sen raíz cuadrada antes del análisis.. Las diferencias entre razas para longitud, superficie, y asimetría fluctuante se estudiaron por análisis de varianza y por la prueba de Student-Newman-Keuls. La asimetría relativa media en cada raza se definió como la media de la asimetría relativa de cada carácter; similarmente, se calculó la asimetría relativa media para cada carácter a través de razas.

Para estimar el cociente heterofilos/linfocitos se tomó sangre de la cresta y se utilizó el método de LUCAS y JAMROZ (1961); se contaron 100 leucocitos, incluyendo los granulares (heterófilos, eosinófilos, y basófilos) y los no granulares (linfocitos y monocitos). Para inducir la inmovilidad muscular, se colocó el animal sobre su espalda con la cabeza colgando en una cuna en forma de U (JONES y FAURE, 1981), contando el tiempo que tardaba el animal en levantarse (máximo 10 minutos). Antes de calcular las correlaciones entre la asimetría fluctuante y el cociente de leucocitos, y entre la asimetría fluctuante y la inmovilidad muscular, se hicieron las transformaciones raíz cuadrada (cociente de leucocitos) y logarítmica (inmovilidad muscular).

Resultados y discusión

En las hembras, había diferencias significativas entre razas para la longitud de patas, alas, y plumas primarias. La Prat tenía significativamente patas más largas (102,30 ± 0,64 mm), la Castellana alas más cortas (86,57 ± 0,53 mm), y la Vasca alas más largas (93,01 ± 0,75 mm) aunque plumas primarias más cortas (135,63 ± 1,02 mm). Las patas y alas del cruce C x P - F_2 (99,06 ± 0,52 y 89,12 ± 0,48 mm, respectivamente) diferían significativamente sólo de una de las razas parentales (la Prat en el primer caso y la Castellana en el segundo). En los machos, las razas también diferían significativamente para las cuatro longitudes, siendo aparente en todas ellas el dimorfismo

sexual entre machos y hembras. Las patas eran significativamente más largas en la Prat (126,29 ± 1,56 mm), las alas más cortas en la Castellana (101,30 ± 1,21 mm), las plumas primarias más largas en la Castellana (183,04 ± 1,67 mm) y la Villafranquina (180,95 ± 1,55 mm), y los espolones más largos en la Villafranquina (35,35 ± 1,15 mm) y la Vasca (36,65 ± 1,21 mm). Como en las hembras, la longitud de patas, alas, y plumas primarias del cruce C x P - F_2 (121,14 ± 0,74, 106,15 ± 0,63 y 183,45 ± 1,92 mm, respectivamente) difería sólo de uno de los parentales (Prat en patas y plumas primarias, y Castellana en alas). Los espolones del cruce (33,58 ± 0,98 mm) eran significativamente más largos que los de las dos razas parentales (27,65 ± 0,81 y 26,39 ± 0,77 mm, respectivamente), siendo considerable el porcentaje de heterosis (24%). Aunque las diferencias en longitud de patas a favor de la Prat eran de esperar, al ser los animales de esta raza tradicionalmente seleccionados para producción de carne como capones, las diferencias en longitud de alas y plumas primarias son difíciles de explicar, puesto que la capacidad de vuelo de la Castellana no es peor que la de las otras razas, y las alas más largas de la Vasca no van acompañadas de plumas primarias más largas. Como era de esperar, las razas semipesadas (Villafranquina y Vasca) tenían espolones más largos que las razas ligeras (Prat y Castellana). La sobredominancia mostrada por este carácter es consistente con una característica sexual secundaria sometida a selección direccional intensa.

La pata derecha era consistentemente más larga que la izquierda, indicando DA, en las gallinas de las razas Castellana y Villafranquina (R-L = 0,83 ± 0,24 y R-L = 1,59 ± 0,35 mm, respectivamente), mientras que la diferencia R-L no difería significativamente de cero en las hembras de la Prat (0,68 ± 0,44 mm) y la Vasca (0,18 ± 0,42 mm), ni en los machos de ninguna raza (-4,48 ± 2,38, -0,81 ± 1,00, -2,02 ± 1,45 y -2,45 ± 2,32 mm, respectivamente). La prueba de Shapiro-Wilk indicó AS en las hembras de la Prat y en todos los machos. Hembras y machos tenían el mismo tipo de asimetría para la longitud de alas en las razas Castellana (FA; R-L = -0,81 ± 0,49 y R-L = 0,71 ± 1,01 mm), Villafranquina (FA; R-L = 1,07 ± 0,64 y R-L = 1,30 ± 1,26 mm), y Vasca (AS; R-L = -0,05 ± 0,69 y R-L = -0,92 ± 1,47mm), siendo el ala izquierda mayor que la derecha en las hembras de la Prat indicando DA (-1,24 ± 0,34 mm) y mostrando los machos AS (-0,10 ± 1,09 mm). La Castellana, la Villafranquina y la Vasca, mostraban también el mismo tipo de asimetría para la longitud de plumas primarias en gallinas (-3,19 ± 0,99, 1,72 ± 1,06 y 1,23 ± 1,20 mm) y en gallos (3,23 ± 1,56, -2,54 ± 2,09 y 0,97 ± 1,51 mm): DA, FA y FA, respectivamente; en las hembras de la Prat había DA para este carácter (-2,56 ± 0,81 mm) y FA en los machos (0,07 ± 2,58 mm). La diferencia R-L para la longitud de espolón tenía distribución normal en los machos de las cuatro razas, con FA en dos de ellas (-0,71 ± 0,98 mm en la Villafranquina y 0,72 ± 0,50 mm en la Vasca) y DA en las otras dos (-2,13 ± 0,83 mm en la Prat y 1,53 ± 0,63 mm en la Castellana). Las hembras del cruce C x P - F2 tenían FA para la longitud de patas (-0,06 ± 0,45 mm), alas (-0,75 ± 0,62 mm) y plumas primarias (0,52 ± 1,93 mm), mientras que los machos tenían FA para la longitud de espolón (-0,47 ± 0,93 mm) y DA para las otras tres longitudes (-1,50 ± 0,59, -2,28 ± 0,84 y -6,19 ± 2,68 mm, respectivamente). Aunque no era de esperar DA, ocurría en todos los caracteres junto con uno o dos de los otros tipos de asimetría. Estos resultados son consistentes con los de YANG y col (1997) y YANG y SIEGEL (1998) en dos líneas de Leghorn Blanca y sus cruces, mostran-

do que no todos los tipos de asimetría bilateral son FA. Por el contrario MOLLER y col (1995) sólo encontraron FA para longitud de patas, alas, y plumas primarias en cuatro poblaciones diferentes (dos comerciales de crecimiento rápido, una comercial de crecimiento lento, y una de gallo salvaje), de acuerdo con la idea de que las estructuras relacionadas con el movimiento deben ser simétricas.

En todos los caracteres, había correlación positiva y significativa (r = 0,55***) entre el valor |R-L| y la longitud, por lo que se usó el valor de la asimetría relativa para el análisis. No hubo diferencias significativas entre razas para ningún carácter en las hembras, ni para longitud de patas y de alas en los machos. La asimetría relativa para longitud de plumas fue significativamente mayor en los machos de la Prat (6,86 ± 1,15%) en comparación con la Castellana (3,62 ± 0,58%), mientras que para longitud de espolón la única diferencia significativa era entre la Villafranquina (14,20 ± 2,06%) y la Vasca (6,74 ± 0,91%). La diferencia en asimetría relativa entre los machos del cruce C x P - F2 y una de sus dos razas parentales (la Castellana) sólo fue significativa para longitud de plumas primarias (6,58 ± 1,10%). La asimetría relativa media de todas las longitudes fue similar en todas las razas y en el cruce C x P - F2, tanto en hembras como en machos, sugiriendo que no siempre existe asociación entre los niveles de heterocigosis y la asimetría de caracteres morfológicos. En contraste con este resultado, YANG y col. (1997) y YANG y SIEGEL (1998), encontraron que la asimetría general de los cruces fue menor que la de ambas líneas parentales, sugiriendo el valor potencial de FA como indicador del nivel de estrés genético. La asimetría relativa media a través de razas difería significativamente en las hembras para longitud de plumas primarias (3,92 ± 0,21%), longitud de alas (3,34 ± 0,17%), y longitud de patas (2,03 ± 0,12%). En los machos era máxima para longitud de espolones (10,98 ± 0,88%) y, similarmente a las hembras, era menor para longitud de patas (3,70 ± 0,46%), intermedia para longitud de alas (4,20 ± 0,33%), y mayor para longitud de plumas primarias (5,33 ± 0,39%), aunque los valores para longitud de patas y de alas no diferían significativamente. La asimetría relativa para la superficie de feomelaninas del extremo de alas en los machos de la Villafranquina fue todavía mayor (26,16 ± 3,48%), presentando este carácter DA. Los valores tan altos de asimetría relativa encontrados para longitud de espolones (utilizados para el combate) y superficie de feomelaninas (atracción sexual) concuerdan con el hecho de que este tipo de caracteres son más sensibles al estrés ambiental que los caracteres morfológicos sometidos a selección estabilizante.

Las hembras de la Villafranquina (368 ± 34 s) y de la Vasca (395 ± 29 s) tenían mayor duración de la inmovilidad muscular que la Prat (297 ± 22 s) y la Castellana (283 ± 26 s), mientras que los machos de la Prat (237 ± 27 s) diferían significativamente de la Villafranquina (357 ± 31 s) y de la Vasca (360 ± 31 s). La duración de la inmovilidad muscular era significativamente menor en las hembras del cruce C x P - F2 (200 ± 33 s) con un porcentaje elevado de heterosis negativa (-31%). El cociente de leucocitos era significativamente mayor en el cruce, tanto en hembras (0,58 ± 0,04) como en machos (0,66 ± 0,04), con un porcentaje significativo de heterosis (65% y 45%, respectivamente). Estos valores de inmovilidad muscular y cociente de leucocitos concuerdan con los encontrados por CAMPO y ÁLVAREZ (1991) y CAMPO y REDONDO (1997). Las aves con menor duración de la inmovilidad muscular tenían mayor cociente de leucoci-

tos y vice versa, sugiriendo una asociación negativa entre ambos caracteres; el coeficiente de correlación era -0,28, igual al encontrado por CAMPO y REDONDO (1996).

El coeficiente de correlación entre la asimetría relativa media de los diferentes caracteres y la inmovilidad muscular fue positivo y significativo en las hembras de la Villafranquina (r = 0,32*), en concordancia con los resultados obtenidos por MOLLER y col. (1995). Esta asociación fue consistente para los tres caracteres, sugiriendo que FA genera cambios asociados en los niveles de estrés psicológico. Un valor similar se encontró entre la asimetría relativa para longitud de patas y la duración de la inmovilidad muscular en los machos de la Vasca (r = 0,31*). Por el contrario, en las hembras y en los machos de la Prat había asociación negativa entre la asimetría relativa para longitud de alas y la inmovilidad muscular (r = -0,34* y r = -0,32*, respectivamente). También había asociación negativa y significativa entre la asimetría relativa para superficie de feomelaninas y la inmovilidad muscular en los machos de la Villafranquina (r = -0,44**). Los machos de esta raza tenían coeficiente de correlación positivo y significativo entre la asimetría relativa para superficie de feomelaninas y el cociente de leucocitos (r = 0,34*), sugiriendo que el valor de FA como indicador de estrés se reduce a algunos caracteres y poblaciones, especialmente aquéllas sometidas a condiciones extremas. Las hembras del cruce C x P - F2 y los machos de la Castellana tenían correlaciones negativas y significativas entre la longitud de plumas primarias y el cociente de leucocitos (r = -0,47** y r = -0,34*, respectivamente), mientras que los machos de la Villafranquina tenían asociación negativa y significativa entre la longitud de alas y el cociente de leucocitos (r = -0,50**). En los machos del cruce C x P - F2 había asociación positiva entre la longitud de patas y el cociente de leucocitos (r = 0,41*).

Bibliografía

CAMPO J.L., ÁLVAREZ C., 1991. Arch. Geflügelk. 55, 19-22.

CAMPO J.L., REDONDO A., 1996. Oult. Sci. 75, 155-159.

CAMPO J.L., REDONDO A., 1997. 5th Europ. Symp. Poult. Welfare, 163-164.

CAMPO J.L., GIL M.G., MUÑOZ I., ALONSO M., 2000. Poult. Sci. 79, 292-298.

GALLUP G.G., 1979. Anim. Behav. 27, 316-317.

GROSS W.B., SIEGEL H. S., 1983. Avian Dis. 27, 972-979.

JONES J.S., 1987. Nature 325, 298-299.

JONES R.B., FAURE J. M., 1981. Behav. Proc. 6, 47-55.

LEARY R.L., ALLENDORF F.W., 1989. TRENDS ECOL. EVOL. 4, 214-217.

LUCAS A.M., JAMROZ C., 1961. Agriculture Monograph 25. USDA, Washington.

MANNING J.T., OCKENDEN L., 1994. Nature 370, 185-186.

MANNING J.T., DAVIES D.A.R., HUGHES S., 1995. MS.

MANNING J.T., HAAN A., MANNING L., 1996. MS.

MOLLER A.P., SANOTRA G., VESTERGAARD K., 1995. Poult. Sci. 74, 1761-1771.

PALMER A.R., STROBECK C., 1986. Annu. Rev. Ecol. Syst. 17, 391-421.

PARSONS P.A., 1992. Heredity 68, 361-364.

SHAPIRO S.S., WILK M.B., 1965. Biometrika 52, 591-611.

SWADDLE J.P., WITTER M.S., CUTHILL I.C., 1994. Anim. Behav. 48, 986-989.

VAN VALEN L., 1962. Evolution 16, 125-142.

YANG A., SIEGEL P.B., 1998. J. Anim. Breed. Genet. 115, 105-111.

YANG A., DUNNINGTON E.A., SIEGEL P.B., 1997. Poult. Sci. 76, 1632-1636.

(Aceptado para su publicación el 25 de enero de 2001)

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 1, 11-28

APLICACIONES DE LAS TÉCNICAS DE LA GENÉTICA MOLECULAR PARA EL ESTUDIO DEL POLIMORFISMO GENÉTICO DE LAS PROTEÍNAS LÁCTEAS DE LOS RUMIANTES DOMÉSTICOS. REVISIÓN

A. Barroso, S. Dunner, J. Cañón

Laboratorio de Genética Molecular, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria
Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040 Madrid, España
e-mail: dunner@eucmax.sim.ucm.es
Internet: www.ucm.es/info/genetvet

RESUMEN

Hasta hace una década, los estudios de polimorfismo genético de las proteínas lácteas se basaban en la caracterización de la estructura primaria de las mismas, con lo que el espectro de análisis se reducía a hembras adultas en fase de lactación, amén de otras limitaciones en cuanto a la sensibilidad de detección. Desde entonces, el rápido desarrollo de las técnicas moleculares del ADN ha hecho posible el conocimiento del genotipo de las lactoproteínas en ambos sexos y a cualquier edad, aumentando en gran medida su valor potencial como herramientas de selección. Así, el genotipado de los machos de inseminación artificial integrados en programas de mejora, de interés creciente merced a las diferencias significativas en cuanto a las características físico-químicas y tecnológicas de la leche asociadas a determinadas variantes, es posible sin necesidad de recurrir a la información indirecta proporcionada por ascendientes, apareamientos e hijas.

En este trabajo, se revisan diversas técnicas de detección de mutaciones más sobresalientes, desde los procedimientos iniciales de tipificación molecular basados en la digestión del ADN genómico con enzimas de restricción y posterior hibridación con una sonda específica –técnica de *Southern*–, hasta los métodos basados en la amplificación previa de un fragmento específico del genoma por medio de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (*Polymerase Chain Reaction*, PCR). La revisión se circunscribe a los métodos que ya han sido aplicados al campo del polimorfismo genético de las proteínas lácteas de las tres especies de rumiantes domésticos: vaca (*Bos taurus*), cabra (*Capra hircus*) y oveja (*Ovis aries*).

Palabras clave: Lactoproteínas, Detección de Mutaciones, Southern, PCR, SSCP, ARMS, ASO, RFLPs, ACRS.

SUMMARY

APPLICATIONS OF MOLECULAR GENETIC TECHNIQUES FOR THE STUDY OF GENETIC POLYMORPHISM OF MILK PROTEINS IN DOMESTIC RUMINANTS. A REVIEW

Until last decade, genetic polymorphism screenings on lactoproteins relied on direct characterisation of their primary structures, restricting the analysis spectrum to adult lactating females, as well as other limitations concerning sensitivity of detection.

The fast development of DNA molecular techniques since then has made possible the identification of milk protein genotypes in both sexes at birth, considerably increasing their potential value as an aid for genetic selection. Genotyping of A.I. sires integrated in breeding programs, of growing interest due to significant differences in physico-chemical and technological properties of milk associated with certain variants, is now feasible, circumventing the need of indirect information as deduced from ancestors, mates and daughters.

In this work, several mutation detection techniques are reviewed, from initial molecular typing protocols based on restriction enzyme digestion of genomic DNA coupled to hybridisation with specific probes –the *Southern* technique–, to those procedures based on previous amplification of a specific genomic segment through Polymerase Chain Reaction (PCR). Here, we focuse on methods already applied to the field of genetic polymorphism of lactoproteins in domestic ruminants: cow (*Bos taurus*), goat (*Capra hircus*), and sheep (*Ovis aries*).

Key words: Lactoproteins, Mutation Detection, Southern, PCR, SSCP, ARMS, ASO, RFLPs, ACRS.

El gran desarrollo de las técnicas moleculares de detección de mutaciones durante la última década ha hecho posible tanto la identificación de un gran número de nuevos genes causantes de enfermedad como el descubrimiento de mutaciones nuevas, así como la agilización en el genotipado de las ya conocidas, especialmente importante en los estudios de correlación estructura-función. En la actualidad, el esfuerzo investigador no se centra exclusivamente en aumentar la sensibilidad de detección sino también en los aspectos de procesabilidad de un gran número de muestras, rapidez y economía, de lo que se benefician notablemente los campos del diagnóstico y de la genética de poblaciones.

La utilización de los procedimientos de la genética molecular en el mundo del polimorfismo genético de las proteínas lácteas se fundamenta en el hecho de que todas las variantes genéticas de las mismas (revisadas en BARROSO *et al.*, 1999a) tienen su correspondiente mutación en el ADN genómico, lo que explica su modelo mendeliano de herencia. Estas técnicas han de ser muy sensibles, pues gran parte de las variantes difieren entre sí por sustituciones puntuales –transiciones o transversiones– sobre la región codificante, que dan lugar a diversas sustituciones aminoacídicas. En casos muy concretos, las mutaciones están situadas en regiones exónicas no traducidas (como ocurre con la variante E de la caseína α_{s1} caprina, que presenta una inserción de 457 pares de bases (pb) en el exón XIX –JANSÀ *et al.*, 1994–, amén de varias sustituciones aminoacídicas con respecto a A, B y C –BRIGNON *et al.*, 1989, 1990–). O en los intrones, bien sobre las secuencias de procesamiento de los mismos (*splice sites*), como ocurre con la variante A de la caseína α_{s1} bovina (MOHR *et al.*, 1994); bien fuera de ellas, caso de la variante F de la caseína α_{s1} caprina (LEROUX *et al.*, 1992).

Es conveniente aclarar, por lo tanto, que esta revisión no se va a centrar en las técnicas que trabajan sobre la propia proteína, sean electroforesis clásicas (es decir, aquéllas cuyo criterio de separación se basa en las diferencias de carga neta de la proteína), isoelectroenfoques (tipo especial de electroforesis en el que las proteínas migran a través de un gradiente de pH hasta alcanzar su punto isoeléctrico –pI–) o perfiles cromatográficos (especialmente, la Cromatografía Líquida de Alta Resolución –HPLC–). Su enorme contribución al campo del polimorfismo genético de las lactoproteínas está fuera de toda duda y de todas ellas existen excelentes revisiones (vgr. SEIBERT *et al.*, 1985; JAUBERT y MARTIN, 1992; NG-KWAI-HANG y GROSCLAUDE, 1992).

Técnica de Southern Blot

La técnica de *Southern blot* (SOUTHERN, 1975) consiste, en síntesis, en digerir el ADN con alguna de las enzimas de restricción bacterianas que cortan los ácidos nucleicos en secuencias específicas, normalmente palíndromos de 4 a 6 pb. Los fragmentos resultantes se someten a una separación electroforética en agarosa, se transfieren a una membrana de nitrocelulosa o de nylon y se hibridan con una *sonda* específica del gen bajo estudio marcada radiactiva o enzimáticamente. Bajo condiciones de temperatura y concentración salina adecuadas, la sonda se une sólo a aquellos fragmentos de restricción que son perfectamente complementarios, visualizables por métodos autorradiográficos o colorimétricos (figura 1).

Los polimorfismos que se pueden detectar por Southern son grandes inserciones o deleciones, o bien mutaciones puntuales que alteren alguna diana de restricción de la enzima utilizada en los fragmentos complementarios a la sonda. Esta técnica tiene la gran ventaja de que no requiere un conocimiento detallado ni de la estructura ni de la secuencia del gen, por lo que se utilizó con mucha frecuencia antes del advenimiento de las técnicas basadas en producto amplificado, que veremos posteriormente, incluido el campo de los genes de las lactoproteínas (cuadro 1). Sin embargo, tiene el enorme inconveniente de que requiere ADN de muy buena calidad y en grandes cantidades (en torno a los 10 µg., por los 10 ng. necesarios para las técnicas basadas en la PCR).

Técnicas moleculares sobre producto amplificado

El espectro de mutaciones genómicas abarca desde grandes reorganizaciones cromosómicas hasta alteraciones de un solo nucleótido, por lo que su estudio se ha de abordar desde perspectivas diferentes. Los métodos de detección de alteraciones a gran escala (como la técnica de *Southern*) no son apropiados para el estudio de mutaciones puntuales, pero tampoco es económicamente viable la secuenciación de grandes segmentos de ADN en un elevado número de individuos si no se tiene ningún conocimiento previo de la existencia y localización de mutaciones de interés.

Las técnicas que se van a comentar a continuación sirven, pues, para seleccionar las muestras anómalas candidatas para su posterior secuenciación. Todas ellas tienen como punto de partida una región discreta de ADN previamente amplificada de forma exponencial por medio de la PCR (*Polymerase Chain Reaction*, Reacción en Cadena de la Polimerasa) (SAIKI *et al.*, 1985;

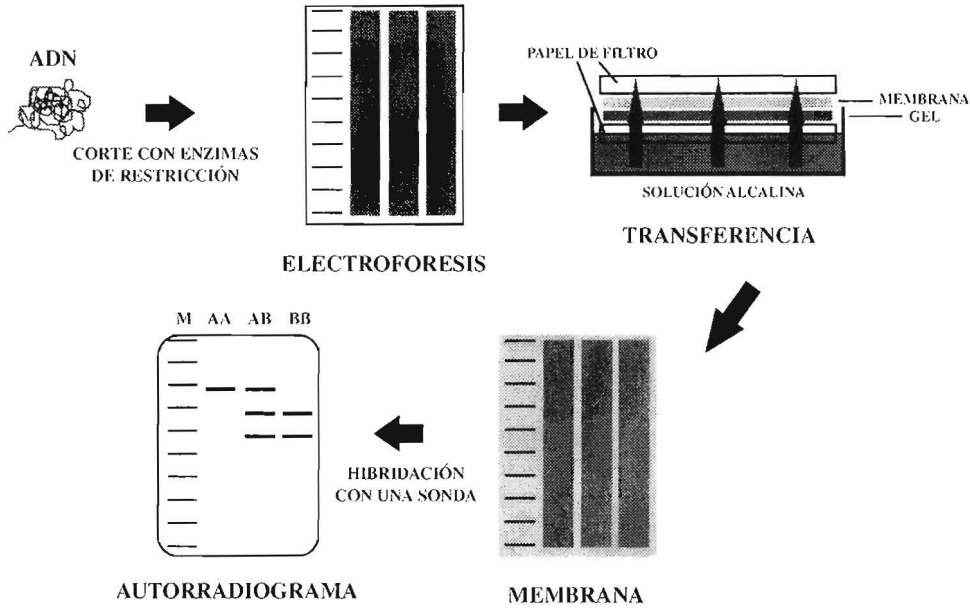


Figura 1. Representación esquemática de la técnica de Southern.
Figure 1. Schematic representation of the Southern technique.

MULLIS y FALOONA, 1987). La amplificación previa al análisis de mutaciones, además de delimitar la zona de interés, nos permite partir de cantidades mínimas de ADN, que puede incluso estar muy degradado.

Durante los últimos años se han publicado una gran cantidad de estas técnicas "PCR dependientes" (revisadas en ROSSITER y CASKEY, 1990; DIANZANI *et al.*, 1993; GROMPE, 1993; LESSA y APPLEBAUM, 1993; LANDEGREN, 1996; COTTON, 1997). En esta revisión, nos centraremos exclusivamente en aquéllas que se han utilizado en el genotipado de las proteínas lácteas.

1. **SSCP (Single-Strand Conformation Polymorphisms)** (ORITA *et al.*, 1989a,b)

El fundamento de esta técnica radica en las estructuras secundarias específicas de secuencia (*confórmeros*) que adquiere el ADN de cadena simple, de tal forma que dos moléculas que se distingan por una diferencia puntual pueden formar confórmeros diferentes, que migran de distinta manera en poliacrilamida no desnaturalizante (figura 2). Inicialmente diseñada para la búsqueda de mutaciones sobre ADN genómico (ORITA *et al.*, 1989a), los mismos autores la adaptaron a fragmentos PCR (ORITA *et al.*, 1989b).

Cuadro 1. Protocolos Southern publicados para el estudio y caracterización de los genes de las proteínas lácteas. Se indican las enzimas que dan lugar a patrones polimórficos, así como su correlación –cuando se conoce– con variantes genéticas

Table 1. Southern protocols published for the study and characterisation of the lactoprotein genes. Enzymes that give rise to polymorphic patterns are shown, as well as their correlation –whenever known– with genetic variants

Proteína	Especie	Enzimas	Variantes	Bibliografía
Caseína αs_1	BOVINA	*Bgl*II/*Eco*RI	B/C	RANDO *et al.*, 1990
		*Eco*RI/*Hind*III/*Msp*I/*Taq*I	–	THREADGILL y WOMACK, 1990
	CAPRINA	*Pst*I/*Taq*I/*Rsa*I	A/B-C/D-F/E/0	LEROUX *et al.*, 1990
	OVINA	*Bgl*I/*Rsa*I/*Taq*I	–	LEVÉZIEL *et al.*, 1991
		*Eco*RI/*Taq*I	–	DI GREGORIO *et al.*, 1991
		*Eco*RI/*Taq*I	–	ORDÁS *et al.*, 1997
Caseína α_{s2}	BOVINA	*Msp*I/*Taq*I	–	THREADGILL y WOMACK, 1990
	CAPRINA	*Mse*I	–	COSENZA *et al.*, 1998
	OVINA	*Pvu*II	–	LEVÉZIEL *et al.*, 1991
		*Eco*RV	–	DI GREGORIO *et al.*, 1991
		*Eco*RI	–	PHUA *et al.*, 1992
		*Eco*RV	–	ORDÁS *et al.*, 1997
β-caseína	BOVINA	*Hin*dIII/*Msp*I/*Taq*I	–	THREADGILL y WOMACK, 1990
	CAPRINA	*Bal*I	–	PAPPALARDO *et al.*, 1996
	OVINA	*Bgl*I/*Rsa*I/*Taq*I/*Hin*dIII	–	LEVÉZIEL *et al.*, 1991
		*Eco*RV/*Hin*dIII/*Taq*I	–	DI GREGORIO *et al.*, 1991
		*Hin*dIII	–	ORDÁS *et al.*, 1997
k-caseína	BOVINA	*Hin*dIII/*Taq*I	A/B	LEVÉZIEL *et al.*, 1988
		*Pst*I	A/B	RANDO *et al.*, 1988
		*Hin*dIII/*Hin*fI	A/B	ROGNE *et al.*, 1989
		*Hin*dIII/*Taq*I	A/B	DAMIANI *et al.*, 1990
		*Hin*dIII/*Msp*I/*Taq*I	A/B (*Hin*dIII/*Taq*I)	THREADGILL y WOMACK, 1990
	OVINA	*Pvu*II	–	LEVÉZIEL *et al.*, 1991
		*Hin*dIII/*Pvu*II/*Pst*I	–	DI GREGORIO *et al.*, 1991
		*Hin*dIII/*Pvu*II/*Pst*I	–	ORDÁS *et al.*, 1997
α-lactoalbúmina	BOVINA	*Eco*RI/*Hin*dIII/*Msp*I/*Taq*I	A/B (*Msp*I)	THREADGILL y WOMACK, 1990
b-lactoglobulina	BOVINA	*Hae*III	A/B	LIEN *et al.*, 1990
		*Hph*I/*Hae*III	A/B	TEE *et al.*, 1990
		*Msp*I/*Taq*I	–	THREADGILL y WOMACK, 1990

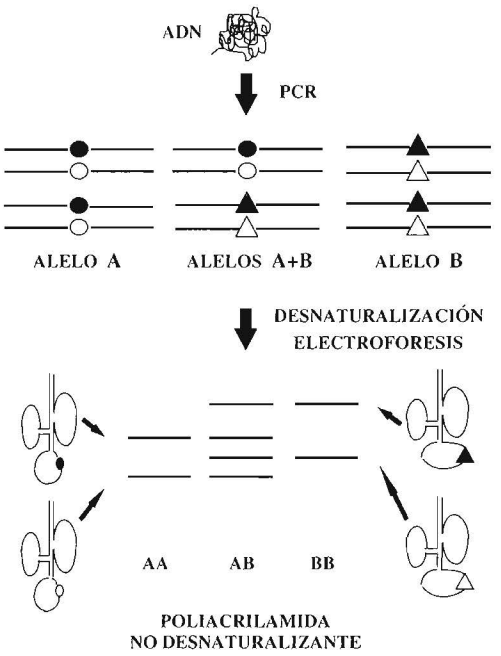


Figura 2. Representación esquemática de la técnica de SSCP.
Figure 2. Schematic representation of the SSCP technique.

Por tratarse de ADN desnaturalizado, los patrones se duplican con respecto al ADN de cadena doble, de tal manera que los homocigotos presentan típicamente dos bandas y los heterocigotos, cuatro. Es, con mucho, la técnica de búsqueda de mutaciones más extendida (con casi 3.000 citas en MEDLINE), por su sencillez, y ha sido utilizada con éxito en campos tan variados como la detección de mutaciones responsables de enfermedades (DEMERS *et al.*, 1990) y cánceres hereditarios (HOWE *et al.*, 1998), el diagnóstico de cánceres somáticos (KURVINEN *et al.*, 1995), el mapeo de genes (HARLIZIUS *et al.*, 1996), el análisis de ligamiento (HARUMI *et al.*, 1995), la genética de poblaciones (ORTÍ *et al.*, 1997) o el sexado molecular de aves (CORTÉS *et al.*, 1999).

Es, con todo, una técnica limitada, pues no posiciona las mutaciones dentro de los fragmentos analizados. Además, su optimización es puramente empírica, de forma que la sensibilidad para la detección de mutaciones en una región determinada de ADN se ha de verificar por ensayo-error de diferentes parámetros. Entre los más comúnmente utilizados destacan: la fuerza iónica de la solución tampón, la adición o no de glicerol a la matriz del gel, la temperatura, el porcentaje de poliacrilamida, el tamaño del fragmento a analizar, con un óptimo en torno a los 150-250 pb (SEKIYA, 1993; SHEFFIELD *et al.*, 1993), o la relación acrilamida:bisacrilamida.

La técnica de SSCP se ha utilizado también con éxito para el genotipado de polimorfismos genéticos ya conocidos de las

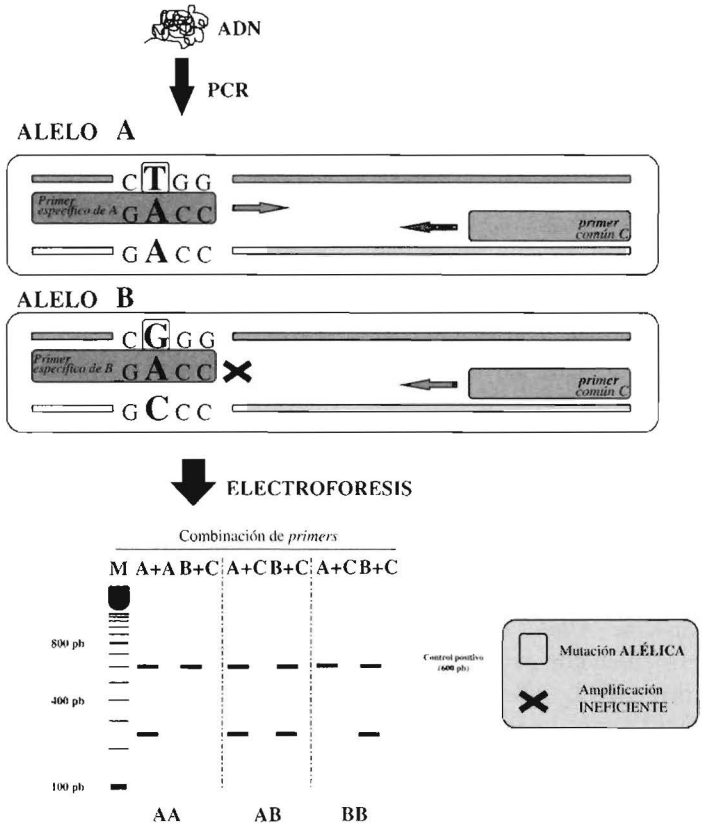


Figura 3. Representación esquemática de la técnica de ARMS. Tan sólo se muestra el primer específico del alelo A.

Figure 3. Schematic representation of the ARMS technique. The A allele specific primer is shown.

proteínas lácteas de la especie bovina, en concreto las variantes A^1, A^2, A^3, B (BARROSO *et al.*, 1999b) y C (BARROSO *et al.*, 1999c) de la β-caseína, la variante D de la caseína α_{s1} (PRINZENBERG y ERHARDT, 1997a) y las variantes A, B, C, E (BARROSO *et al.*, 1997, 1998), F y G (PRINZENBERG *et al.*, 1999) de la *k*-caseína.

2. **ARMS (Amplification Refractory Mutation System)** *(*NEWTON *et al., 1989)/* **ASA (Allele Specific Amplification)** *(*OKAYAMA *et al., 1989)/* **PASA (PCR Amplification of Specific Alleles)** *(*SOMMER *et al., 1989)/* **AS-PCR (Allele Specific-PCR)** (WU *et al.*, 1989)

Esta técnica, descrita por cuatro grupos de investigación el mismo año, no es sino una modificación de la reacción de amplificación convencional en la que uno de los dos *primers* se diseña de tal forma que incluya en o cerca de su extremo 3' la mutación característica del alelo a detectar, lo que favorece su amplificación *preferencial* (figura 3). Dado que el genotipado es por presencia-ausencia, es necesario en todos los casos coamplificar un segmento

control con el fin de distinguir los falsos negativos provocados por fallos en la reacción de PCR de las reacciones de amplificación ineficientes. De esta forma, se pueden detectar sustituciones o inserciones/deleciones de pequeño tamaño, o conocer la fase de ligamiento de loci cercanos en ausencia de parientes por medio de un doble ensayo (*double* PASA –SARKAR y SOMMER, 1991–).

Los protocolos iniciales de la técnica hacían necesario duplicar las reacciones por muestra (figura 3). Mejoras posteriores permiten el genotipado simultáneo de dos alelos en una única reacción utilizando *primers* alelo-específicos de diferente longitud, bien perfectamente complementarios al ADN molde (PAMSA: *PCR Amplification of Multiple Specific Alleles* –DUTTON y SOMMER, 1991–), bien con extremos 5' no complementarios (ADPL: *Allele Discrimination by Primer Length* –LI *et al.*, 1990–).

Se trata de una técnica rápida, automatizable y altamente reproducible, siempre y cuando se diseñen correctamente los *primers* alelo-específicos (SOMMER *et al.*, 1992) y no se utilicen en las reacciones de amplificación ADN polimerasas con actividad 3' → 5' exonucleasa. Es, además, muy sensible, con un umbral de detección del 2,5% (esto es, un alelo mutante por cada 40 copias de alelo salvaje –Sommer *et al.*, 1989–). Y, asimismo, relativamente económica, teniendo en cuenta que se evita el uso de endonucleasas de restricción, aunque es necesario diseñar tantos *primers* como alelos a detectar.

En el cuadro 2 se resumen los trabajos publicados hasta la fecha para el genotipado de las proteínas lácteas por medio de esta técnica.

3. **PCR-S/ASO (PCR-Sequence/Allele Specific Oligonucleotides)** (SAIKI *et al.*, 1986; IITIÄ *et al.*, 1994)

Cuadro 2. Protocolos AS-PCR publicados para la detección de variantes genéticas de las lactoproteínas

Table 2. AS-PCR protocols published for detection of genetic variants of lactoproteins

Proteína	Especie	Variantes detectadas	Bibliografía
caseína αs_1	BOVINA	B/C	David y Deutch, 1992
		B/C	SCHLEE y ROTMANN, 1992a
		F	PRINZENBERG *et al.*, 1998
	OVINA	D (*Welsh*)	RAMUNNO *et al.*, 1997
k-caseína	BOVINA	A/B/E (ADPL)	LINDERSSON *et al.*, 1995
β-caseína	BOVINA	B (*Bidirectional* AS-PCR)	DAMIANI *et al.*, 1992
		$A^1/A^2/B/C$	SCHLEE y ROTMANN, 1992b
		$A^1/A^2/A^3/B$ (ADPL)	LINDERSSON *et al.*, 1995
β-lactoglobulina	BOVINA	A/B	SCHLEE y ROTMANN, 1992b
		A/B (ADPL)	LINDERSSON *et al.*, 1995

Esta técnica consiste en *hibridar* oligonucleótidos específicos o *sondas* de cada alelo que se pretende detectar a secuencias diana previamente amplificadas por PCR, bajo condiciones suficientemente restrictivas como para que una diferencia puntual entre el oligonucleótido y la cadena molde evite tal unión (figura 4). La hibridación de oligonucleótidos para distinguir variantes genéticas es anterior al advenimiento de la PCR; sin embargo, el método se universalizó cuando fue posible aumentar de forma exponencial el número de copias de la secuencia diana, dada la enorme dificultad que entrañaba la unión específica de sondas a secuencias de copia única en genomas complejos (KIDD *et al.*, 1983).

Se distinguen tres variantes de esta técnica, según qué componente de la reacción permanezca en solución, la sonda (*Forward Dot Blot*), el producto PCR (*Reverse Dot Blot*), o ambos (*Liquid Phase Hybridization*) (GYLLENSTEIN y ALLEN, 1996).

En el campo de las proteínas lácteas, se han publicado protocolos de genotipado

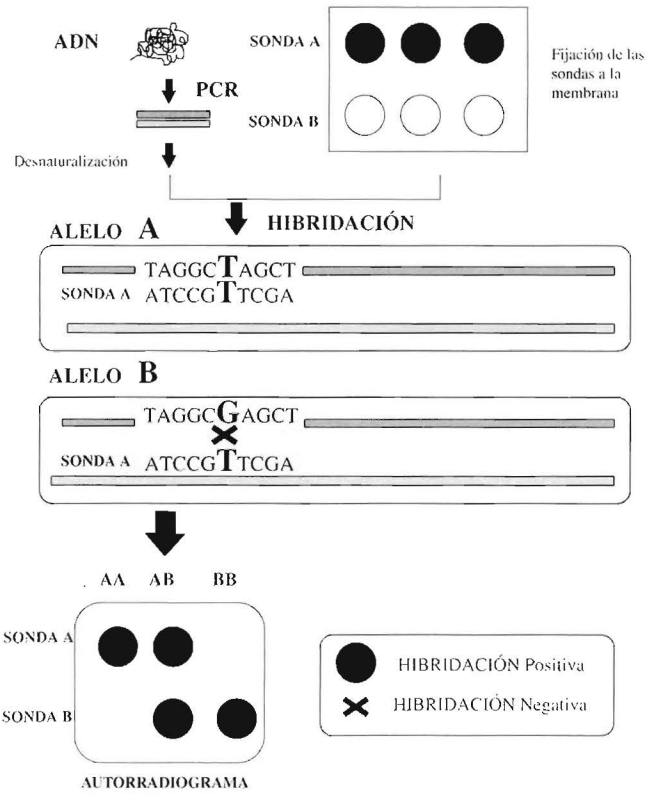


Figura 4. Representación esquemática de la técnica de PCR-SSO, variante Reverse Dot Blot. Sólo se muestra la sonda específica del alelo A.

Figure 4. Schematic representation of the PCR-SSO technique, Reverse Dot Blot variant. The A allele specific probe is shown.

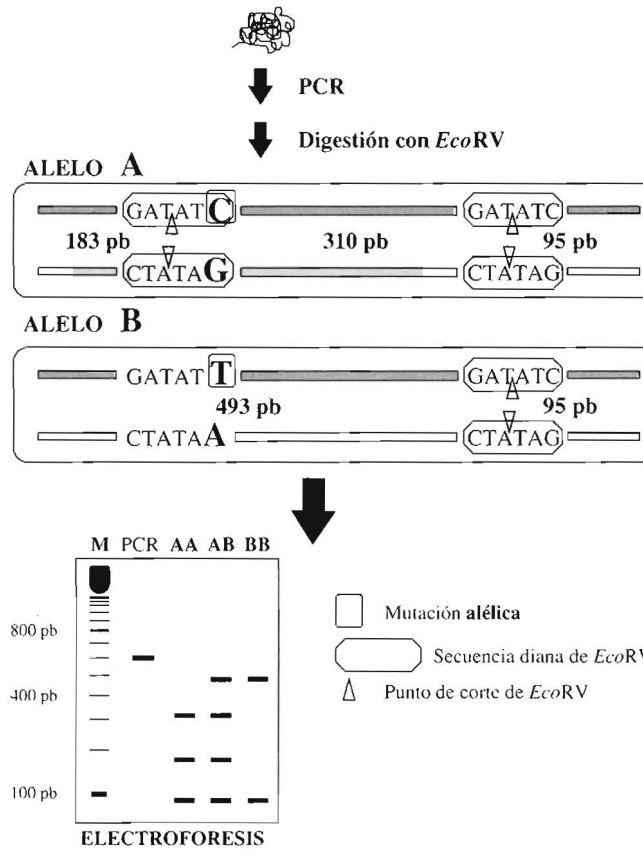


Figura 5. Representación esquemática de la técnica de PCR-RFLPs para un producto PCR de 588 pb.
Figure 5. Schematic representation of the PCR-RFPL technique for a 588bp PCR product.

por PCR-SSO para las variantes A^1, A^2, A^3 y B de la β-caseína (PINDER *et al.*, 1991) y A/B de la β-lactoglobulina (JADOT *et al.*, 1992), ambas en la especie bovina.

4. **PCR-RFLPs (PCR-Restriction Fragment Length Polymorphisms)** (Saperstain y Nickerson, 1991)

En este caso, a diferencia de lo comentado para la técnica de *Southern*, es el producto PCR y no el ADN genómico el que se somete a una digestión por medio de una o más enzimas de restricción (figura 5). Los fragmentos resultantes se separan electroforéticamente en geles de agarosa o de poliacrilamida.

Se trata de la técnica molecular más universalmente utilizada para el genotipado rutinario de mutaciones conocidas, lo que también es aplicable a las lactoproteínas bovinas (cuadro 3), pues no precisa ni del diseño de *primers* alelo-específicos ni de

Cuadro 3. Protocolos PCR-RFLPs publicados para el genotipado de variantes genéticas de las proteínas lácteas bovinas

Table 3. PCR-RFLP protocols published to genotype genetic variants of bovine lactoproteins

Proteína	Enzimas utilizadas	Variantes	Bibliografía
caseína α_{s1}	MaeIII	C	KOCZAN *et al.*, 1993
caseína α_{s2}	*Mnl*I	A/D	OSTA *et al.*, 1995
k-caseína	*Hin*dIII/*Taq*I	A/B	DENICOURT *et al.*, 1990
	*Hin*fI	A/B	MEDRANO y AGUILAR-CÓRDOVA, 1990a
	*Mbo*II/*Taq*I	A/B	ZADWORNY y KUHNLEIN, 1990
	*Hin*dIII	A/B	PINDER *et al.*, 1991
	*Hin*dIII/*Hin*fI/*Hae*III	A/B/E	SCHLIEBEN *et al.*, 1991
	*Mae*I	C	SCHLEE y ROTMANN, 1992c
	*Pst*I	A/B	ZSOLNAI y FÉSÜS, 1996
	*Hae*III/*Hha*I/*Hin*dIII/*Mae*II	A/B/C/E/F/G	PRINZENBERG *et al.*, 1996
α-lactoalbúmina	*Msp*I	A/B	SCHLEE y ROTMANN, 1992b
β-lactoglobulina	*Hae*III	A/B	MEDRANO y AGUILAR-CÓRDOVA, 1990b
	*Hph*I	A/B	WILKINS y KUYS, 1992
	*Hae*III	A/B	ZHOU *et al.*, 1992

una optimización previa de las condiciones, amén de permitir posicionar las mutaciones dentro de los fragmentos analizados. Entre los pequeños rumiantes, tan sólo se ha aplicado en el genotipado de las variantes ovinas A, B (FEGLINI *et al.*, 1998) y C (PRINZENBERG y ERHARDT, 1999) de la β-lactoglobulina y A/D de la caseína α_{s1} (PILLA *et al.*, 1998).

Sin embargo, además de las limitaciones inherentes a su propia capacidad discriminante –sólo detecta aquellos cambios que crean o destruyen alguna diana de restricción para la/s enzima/s utilizada/s–, su principal inconveniente radica en el elevado coste de las endonucleasas, sobre todo cuando es necesario emplear más de una. Es el caso del genotipado de los alelos A, B, C y E de la *k*-caseína bovina, cuya asignación inequívoca hace necesario digerir con *Hin*fI, *Hae*III y *Mae*II (PRINZENBERG *et al.*, 1996).

5. **ACRS (Amplification Created Restriction Sites)** (HALIASSOS *et al.*, 1989)

Variante de la PCR-RFLPs en la que uno de los *primers* introduce una diana de restricción para una o varias de las variantes a genotipar (figura 6). Su aplicación está indicada en todos aquellos casos en los que las mutaciones a detectar no crean ni destruyen la secuencia diana de una enzima de restricción comercial y, por ende, no es factible un diseño de PCR-RFLPs. Goza de las mismas ventajas que ésta en cuanto a facili-

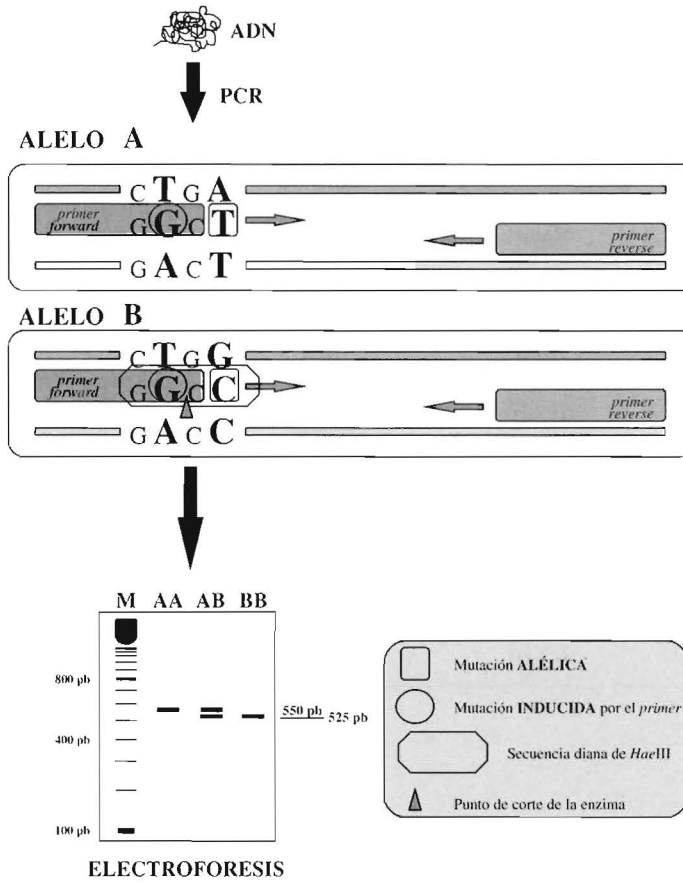


Figura 6. Representación esquemática de la técnica de ACRS para un producto PCR de 550 pb y un primer forward de 26 pb.

Figure 6. Schematic representation of the ACRS technique for a 550 bp PCR product and a forward primer of 26 bp in size.

dad de optimización y visualización. Sin embargo, los costes son aún más elevados que con la técnica anterior, pues es necesario utilizar *primers* muy largos y en mayor número –tantos como alelos a detectar–, así como disponer de agarosas de elevada resolución en geles muy concentrados, merced a la escasa diferencia de tamaño entre los fragmentos de digestión alelo-específicos resultantes –en torno a los 20-25 pb–. Aun así, los genotipados pueden no ser totalmente inequívocos, como ocurre con el método de Lien *et al.* (1992), que no discrimina el alelo A^3 de la β-caseína bovina en heterocigosis de los homocigotos A^3A^3.

En la especie bovina, la técnica de ACRS se ha utilizado para el genotipado de las variantes: A/B (Medrano y Sharrow, 1991), $A^1/A^2/A^3/B$ (Lien *et al.*, 1992) y C (Velmala *et al.*, 1994) de la β-caseína; B/C de la caseína α_{s1} (Lien *et al.*, 1993); C

de la *k*-caseína (Prinzenberg, comunicación personal); y la variante I (PRINZENBERG y ERHARDT, 1997b) de la β-Lg.

Algunos autores (vgr. DIANZANI *et al.*, 1993) proponen como criterio de clasificación de las técnicas de PCR el grado de conocimiento de las mutaciones a detectar: hablaríamos entonces de Técnicas de Búsqueda de Mutaciones Desconocidas (dentro de las cuales se incluyen los SSCPs) y de Técnicas de Diagnóstico de Mutaciones Conocidas (ARMS, PCR-ASO, PCR-RFLPs, ACRS).

Este criterio, sin embargo, se ha desechado en esta revisión por no ser mutuamente excluyente: así, es posible la utilización de protocolos SSCP con fines diagnósticos, como ocurre en la hipertermia maligna de los cerdos (NAKAJIMA *et al.*, 1996) o, tal y como hemos visto, en el caso de las proteínas lácteas (PRINZENBERG y ERHARDT, 1997a; BARROSO *et al.*, 1997, 1998, 1999b, 1999c; PRINZENBERG *et al.*, 1999). Y viceversa en el caso de las técnicas de diagnóstico, como ocurre cuando sometemos un producto de amplificación a la digestión con una batería de enzimas de restricción (PCR-RFLPs) con el fin de encontrar polimorfismos no descritos (KAMINSKI, 1996). Asimismo, es posible aprovechar las ventajas que ambos grupos de métodos ofrecen por medio de protocolos mixtos, como por ejemplo ARMS-SSCP (LO *et al.*, 1992) o PCR-RFLP-SSCP (IWAHANA *et al.*, 1992), de especial interés en sistemas con una gran complejidad alélica.

La elección entre un método u otro de los comentados dependerá de factores tales como las características del gen o los genes bajo estudio y el grado de polimorfismo de los mismos, el número de muestras a procesar, el umbral de sensibilidad necesario o el nivel de preparación técnica del personal disponible, sin olvidar el coste del análisis individual. Existen, incluso, centros de investigación que ofrecen servicios de detección de mutaciones por suscripción (COTTON, 1997).

Finalmente, no hay que olvidar la aplicabilidad de todos estos métodos, no sólo en la búsqueda de mutaciones de las regiones codificantes de los genes, sino también en los promotores, que explicarían diferencias en los niveles de expresión, y en las secuencias intrónicas.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda de la Cooperativa Castellana de Ganaderos en la realización de este trabajo.

Bibliografía

BARROSO, A., DUNNER, S., CAÑÓN, J., 1997. Use of a single-strand conformation polymorphism analysis to perform a simple genotyping of bovine *k*-casein A and B variants. Journal of Dairy Research 64: 535-540.

BARROSO, A., DUNNER, S., CAÑÓN, J., 1998. Technical Note: Detection of bovine kappa-casein variants A, B, C, and E by means of Polymerase Chain Reaction-Single Strand Conformation Polymorphism (PCR-SSCP). Journal of Animal Science 76: 1535-1538.

BARROSO, A., DUNNER, S., CAÑÓN, J., 1999. Polimorfismo genético de las lactoproteínas de los rumiantes domésticos - Revisión. ITEA 95A: 143-179.

BARROSO, A., DUNNER, S., CAÑÓN, J., 1999a. Technical Note: use of PCR-Single-Strand Conformation Polymorphism ananlysis for detection of bovine b-casein variants A^1, A^2, A^3, and B. Journal of Animal Science 77:2629-2632.

BARROSO, A., DUNNER, S., CAÑÓN, J., 1999b. A multiplex PCR-SSCP test to genotype bovine β-casein

alleles A^1, A^2, A^3, B, and C. Animal Genetics 30: 322-323.

BRIGNON, G., MAHÉ, M.F., GROSCLAUDE, F., RIBADEAU-DUMAS, B., 1989. Sequence of caprine α_{s1}-casein and characterization of those of its genetics variants which are synthesized at a high level. α_{s1}-Cn A, B and C. Protein Sequences and Data Analysis 2: 181-188.

BRIGNON, G., MAHÉ, M.F., RIBADEAU-DUMAS, B., MERCIER, J.C., 1990. Two of the three genetic variants which are synthesized at a reduced level have an internal deletion possibly due to altered RNA splicing. European Journal of Biochemistry 193: 237-241.

CORTÉS, O., BARROSO, A., DUNNER, S., 1999. Avian sexing: an optimized protocol using Polymerase Chain Reaction-Single Strand Conformation Polymorphism. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 11: 297-299.

COSENZA, G., RANDO, A., LONGOBARDI, E., MASINA, P., RAMUNNO, L., 1998. A *Mse*I RFLP at the goat α_{s2}-casein gene. Animal Genetics 29: 150.

COTTON, R.G.H., 1997. Slowly but surely towards better scanning for mutations. Trends in Genetics 13: 43-46.

DAMIANI, G., FERRETTI, L., ROGNONI, G., SGARAMELLA, V., 1990. Restriction fragment length polymorphism analysis of the *k*-casein locus in cattle. Animal Genetics 21: 107-114.

DAMIANI, G., PILLA, F., LEONE, P., CACCIÒ, S., 1992. Direct sequencing and bidirectional allele specific polymerase chain reaction of the bovine β-casein B variant. Animal Genetics 23: 561-566.

DAVID, V.A., DEUTCH, A.H., 1992. Detection of bovine α_{s1}-casein genomic variants using the allele-specific polymerase chain reaction. Animal Genetics 23: 425-429.

DEMERS, S.B., ODELBERG, S.J., FISHER, L.McA., 1990. Identification of a factor IX point mutation using SSCP analysis and direct sequencing. Nucleic Acids Research 18: 5575.

DENICOURT, D., SABOUR, M.P., MCALLISTER, A.J., 1990. Detection of bovine *k*-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method. Animal Genetics 21: 215-216.

DI GREGORIO, P., RANDO, A., PIERAGOSTINI, E., MASINA, P., 1991. DNA polymorphism at the casein loci in sheep. Animal Genetics 22: 21-30.

DIANZANI, I., CAMASCHELLA, C., PONZONE, A., COTTON, R.G.H., 1993. Dilemmas and progress in mutation detection. Trends in Genetics 9: 403-405.

DUTTON, C., SOMMER, S.S., 1991. Simultaneous detection of multiple single-base alleles at a polymorphic site. Bio/Techniques 11: 700-702.

FEGLINI, M., PARMA, P., ALEANDRI, R, GREPPI, G.F., ENNE, G., 1998. PCR-RFLP test for direct determination of b-lactoglobulin genotype in sheep. Animal Genetics 29: 473-474.

GROMPE, M., 1993. The rapid detection of unknown mutations in nucleic acids. Nature Genetics 5: 111-117.

GYLLENSTEIN, U.B., ALLEN, M., 1996. SSO: Genetic typing with sequence-specific oligonucleotides. En Laboratory Protocols for Mutation Detection, Oxford University Press Inc., New York: 78-81.

HALIASSOS, A., CHOMEL, J.C., TESSON, L., BAUDIS, M., KRUH, J., KAPLAŃ, J.C. *et al.* 1989. Modification of enzymatically amplified DNA for the detection of point mutations. Nucleic Acids Research 17: 3606.

HARLIZIUS, B., GUÉRIN, G., FERRETTI, L., 1996. IDVGA65 (*D6S29*), a SSCP marker assigned to BTA6 by means of FISH, genetic and synteny mapping. Animal Genetics 27: 379.

HARUMI, T., KIMURA, M., YASUE, H. 1995. Survey on swine SINEs (PRE-1) as candidates for SSCP markers in genetic linkage analysis. Animal Genetics 26: 403-406.

HOWE, J.R., ROTH, S., RINGOLD, J.C., SUMMERS, R.W., JÄRVINEN, J., SISTONEN, P. *et al.* 1998. Mutations in the *SMAD4/DPC4* gene in juvenile polyposis. Science 280: 1086-1088.

IITIÄ, A., MIKOLA, M., GREGERSEN, N., HURSKAINEN, P., LÖVGREN, T., 1994. Detection of a point mutation using short oligonucleotide probes in allele-specific hybridization. Bio/Techniques 17: 566-573.

IWAHANA, H., YOSHIMOTO, K., ITAKURA, M., 1992. Detection of point mutations by SSCP of PCR-amplified DNA after endonuclease digestion. Bio/Techniques 12: 64-66.

JADOT, M., LALOUX, J., BURNY, A., KETTMANN, R., 1992. Detection of bovine b-lactoglobulin genomic

variants by the polymerase chain reaction method and molecular hybridization. Animal Genetics 23: 77-79.

JANSÀ, M., LEROUX, C., SÁNCHEZ-BONASTRE, A., MARTIN, P., 1994. Occurrence of a LINE sequence in the 3' UTR of the goat α_{s1}-casein E encoding allele associated with reduced protein synthesis level. Gene 147: 179-187.

JAUBERT, A., MARTIN, P., 1992. Reverse-phase HPLC analysis of goat caseins. Identification of α_{s1} and α_{s2} genetic variants. Le Lait 72: 235-247.

KAMINSKI, S., 1996. *Dde*I RFLP at the 5' region of bovine kappa-casein gene. Journal of Applied Genetics 37: 173-178.

KIDD, V.J., WALLACE, R.B., ITAKURA, K., WOO, S.L.C., 1983. α_1-Antitripsin deficiency detection by direct analysis of the mutation in the gene. Nature 304: 230-234.

KOCZAN, H.R., HOBOM, G., SEYFERT, H.M., 1993. Characterization of the bovine α_{s1}-casein gene C allele, based on a MaeIII polymorphism. Animal Genetics 24: 74.

KURVINEN, K., HIETANEN, S., SYRJÄNEN, K., SYRJÄNEN, S., 1995. Rapid and effective detection of mutations in the p53 gene using nonradioactive single-strand conformation polymorphism (SSCP) technique applied on PhastSystem™. Journal of Virological Methods 51: 43-54.

LANDEGREN, U., 1996. Laboratory Protocols for Mutation Detection. Oxford University Press Inc., New York.

LEROUX, C., MARTIN, P., MAHÉ, M.F., LEVÉZIEL, H., MERCIER, J.C., 1990. Restriction fragment length polymorphism identification of goat a_{s1}-casein alleles: a potential tool in selection of individuals carrying alleles associated with a high level protein synthesis. Animal Genetics 21: 341-351.

LEROUX, C., MAZURE, N., MARTIN, P,. 1992. Mutations away from splice site recognition sequences might *cis*-modulate alternative splicing of goat a_{s1}-casein transcripts. STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE RELEVANT GENE. The Journal of Biological Chemistry 267: 6147-6157.

LESSA, E.P., Applebaum, G., 1993. Screening techniques for detecting allelic variation in DNA sequences. Molecular Ecology 2: 119-129.

LEVÉZIEL, H., MÉTÉNIER, L., MAHÉ, M.F., CHOPLAIN, J., FURET, J.P., PABOEUF, G. *et al.* 1988. Identification of the two common alleles of the bovine *k*-casein locus by the RFLP technique. using the enzyme HindIII. Genetics, Selection and Evolution 20: 247-254.

LEVÉZIEL, H., METENIER, L., GUERIN, G., CULLEN, P., PROVOT, C., BERTAUD, M. *et al.* 1991. Restriction fragment length polymorphism of ovine casein genes: close linkage between the α_{s1}, α_{s2}, β and *k*-casein loci. *Animal Genetics* 22: 1-10.

LI, H., CUI, X., ARNHEIM, N., 1990. Direct electrophoretic detection of the allelic state of single DNA molecules in human sperm by using the polymerase chain reaction. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 87: 4580-4584.

LIEN, S, ALESTRÖM, P., STEINE, T., LANGSRUD, T., VEGARUD, G., ROGNE, S., 1990. A method for β-lactoglobulin genotyping of cattle. Livestock Production Science 25: 173-176.

LIEN, S., ALESTRÖM, P., KLUNGLAND, H., ROGNE, S., 1992. Detection of multiple β-casein *(CASB)* alleles by amplification created restriction sites (ACRS). Animal Genetics 23: 333-338.

LIEN, S., KAMINSKI, S., ALESTRÖM, P., ROGNE, S., 1993. A simple and powerful method for linkage analysis by amplification of DNA from single sperm cells. Genomics 16: 41-44.

LINDERSSON, M., LUNDÉN, A., ANDERSSON, L., 1995. Genotyping bovine milk proteins using allele discrimination by primer length and automated DNA sizing technology. Animal Genetics 26: 67-72.

LO, Y.M.D., PATEL, P., MEHAL, W.Z., FLEMING, K.A., BELL, J.I., WAINSCOAT, J.S., 1992. Analysis of complex genetic systems by ARMS-SSCP: application to HLA genotyping. Nucleic Acids Research 20: 1005-1009.

MEDRANO, J.F., AGUILAR-CÓRDOVA, E. 1990a. Genotyping of bovine *k*-casein loci following DNA sequence amplification. Bio/Technology 8: 144-146.

MEDRANO, J.F., AGUILAR-CÓRDOVA, E., 1990b. Polymerase chain reaction amplification of bovine b-lactoglobulin genomic sequences and identification of genetic variants by RFLP analysis. Animal Bio/Technology 1: 73-77.

MEDRANO, J.F., SHARROW, L., 1991. Genotyping of bovine β-casein loci by restriction site modifica-

tion of polymerase chain reaction (PCR) amplified genomic DNA. Journal of Dairy Science 74 (Supl. 1): 282 (Abstract).

MOHR, U., KOCZAN, D., LINDER, D., HOBOM, G., ERHARDT, G., 1994. A single point mutation results in A allele-specific exon skipping in the bovine α_{s1}-casein mRNA. *Gene* 143: 187-192.

MULLIS, K.B., FALOONA, F., 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via a Polymerase-Catalyzed Chain Reaction. Methods in Enzymology 155: 335-350.

NAKAJIMA, E., MATSUMOTO, T., YAMADA, R., KAWAKAMI, K., TAKEDA, K., OHNISHI, A. *et al.* 1996. Technical Note: use of a PCR-Single Strand Conformation Polymorphism (PCR-SSCP) for detection of a point mutation in the swine ryanodine receptor (RYR1) gene. Journal of Animal Science 74: 2904-2906.

NEWTON, C.R., GRAHAM, A., HEPTINSTALL, L.E., POWELL, S.J., SMITH, J.C., MARKHAM, A.C., 1989. Analysis of any point mutation in DNA. The amplification refractory mutation system (ARMS). Nucleic Acids Research 17: 2503-2516.

Ng-KWAI-HANG, K.F., GROSCLAUDE, F., 1992. Genetic polymorphism of milk proteins. En Advanced Dairy Chemistry (P.F. Fox) 1: Proteins, Applied Science Publishers, London: 405-455.

OKAYAMA, H., CURIEL, D.T., BRANTLY, M.L., HOLMES, M.D., CRYSTAL, R.D., 1989. Rapid and nonradioactive detection of mutations in the human genome by allele-specific amplification. Journal of Laboratorial and Clinical Medicine 114: 105-113.

ORDÁS, J.G., RANDO, A., SENESE, C., MASINA, P., 1997. DNA polymorphisms of casein genes in Spanish dairy sheep. Small Ruminant Research 26: 9-13.

ORITA, M., IWAHANA, H., KANAZAWA, H., HAYASHI, K., SEKIYA, T., 1989a. Detection of polymorphisms of human DNA by gel electrophoresis as single-strand conformation polymorphisms. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 86: 2766-2770.

ORITA, M., SUZUKI, Y., SEKIYA, T., HAYASHI, K., 1989b. Rapid and sensitive detection of point mutations and DNA polymorphisms using the polymerase chain reaction. Genomics 5: 874-879.

ORTÍ, G., HARE, M.P., AVISE, J.C., 1997. Detection and isolation of nuclear haplotypes by PCR-SSCP. Molecular Ecology 6: 575-580.

OSTA, R., MARCOS, S., RODELLAR, C., 1995. A *MnlI* polymorphism at the bovine α_{s2}-casein gene. Animal Genetics 26: 201.

PAPPALARDO, M., RANDO, A., COSENZA, G., CAPUANO, M., RAMUNNO, L., 1996. A *BalI* RFLP at the goat β-casein gene. Animal Genetics 27: 123-124.

PILLA, F., BEVILACQUA, C., LEROUX, C., FRAGHI, A., MARTIN, P., 1998. Genotyping of α_{s1}-casein in sheep. Animal Genetics 29: 472-473.

PHUA, S.H., COLLINS, L., LEWIS, P., WOOD, N., MCNABB, L., BROAD, T. *et al.* 1992. An *Eco*RI restriction fragment length polymorphism at the ovine α_{s2}-casein (CASAS2) locus. Animal Genetics 23: 475.

PINDER, S.J., PERRY, B.N., SKIDMORE, C.J., SAVVA, D., 1991. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of the polymerase chain reaction. Animal Genetics 22: 11-20.

PRINZENBERG, E.M., ERHARDT, G., 1997b. Bovine β-lactoglobulin I is identified by amplification created restriction site using *SmaI*. Animal Genetics 28: 379.

PRINZENBERG, E.M., ERHARDT, G., 1997a. SSCP identifies bovine *CSN1S1*^{D}. Animal Genetics 28: 460.

PRINZENBERG, E.M., ERHARDT, G., 1999. Molecular genetic characterization of ovine β-lactoglobulin C allele and detection by PCR-RFLP. Journal of Animal Breeding and Genetics 116: 9-14.

PRINZENBERG, E.M., HIENDLEDER, S., IKONEN, T., ERHARDT, G., 1996. Molecular genetic characterization of new bovine kappa-casein alleles CSN3^{F} and CSN3^{G} and genotyping by PCR-RFLP. Animal Genetics 27: 347-349.

PRINZENBERG, E.M., ANGLADE, P., RIBADEAU-DUMAS, B., ERHARDT, G., 1998. Biochemical characterization of bovine α_{s1}-casein F and genotyping with sequence-specific primers. Journal of Dairy Research 65: 223-231.

PRINZENBERG, E.M., KRAUSE, I., ERHARDT, G., 1999. SSCP analysis at the bovine CSN3 locus discriminates six alleles corresponding to known protein variants (A, B, C, E, F, G) and three new DNA polymorphisms (H, I, A1). Animal Bio/Technology 10: 49-62.

RAMUNNO, L., COSENZA, G., RANDO, A., MACCIOTTA, N.P.P., PAPPALARDO, M., MASINA, P., 1997. Identification of carriers of the Welsh α_{s1} variant using

an allele-specific PCR method. Animal Genetics 28: 154-155.

RANDO, A., DI GREGORIO, P., MASINA, P., 1988. Identification of bovine *k*-casein genotypes at the DNA level. Animal Genetics 19: 51-54.

RANDO, A., DI GREGORIO, P., DAVOLI, R., DALL'OLIO, S., MASINA, P., RUSSO, V., 1990. Identification of the two common alleles of the bovine α_{s1}-casein locus by means of RFLP's. Proceedings of the 4th World Congress Applied to Livestock Production, Edinburgh, Scotland 14: 241-244.

ROGNE, S., LIEN, S., VEGARUD, G., STEINE, T., LANGSRUD, T., ALESTRÖM, P., 1989. A method for *k*-casein genotyping of bulls. Animal Genetics 20: 317-321.

ROSSITER, B.J.F., CASKEY, C.T., 1990. Molecular scanning methods of mutation detection. The Journal of Biological Chemistry 265: 12753-12756.

SARKAR, G., SOMMER, S.S., 1991. Haplotyping by double PCR amplification of specific alleles. Bio/-Techniques 10: 436-440.

SAIKI, R.K., SCHARF, S., FALOONA, F., MULLIS, K.B., HORN, G.T., ERLICH, H.A. *et al.* 1985. Enzymatic amplification of β-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. Science 230: 1350-1354.

SAIKI, R.K., BUGAWAN, T.L., HORN, G.T., MULLIS, K.B., ERLICH, H.A., 1986. Analysis of enzymatically amplified β-globin and HLA-DQα DNA with allele-specific oligonucleotide probes. Nature 324: 163-166.

SAPERSTAIN, D.A., NICKERSON, J.M., 1991. Restriction Fragment Length Polymorphism analysis using PCR coupled to restriction digests. Bio/Techniques 10: 488-489.

SCHLEE, P. ROTMANN, O., 1992c. Identification of bovine *k*-casein C using the polymerase chain reaction. Journal of Animal Breeding and Genetics 109: 153-155.

SCHLEE, P. ROTMANN, O., 1992a. Determination of bovine α_{s1}-casein alleles B and C by allele-specific polymerase chain reaction. Journal of Animal Breeding and Genetics 109: 316-319.

SCHLEE, P. ROTMANN, O., 1992b. Genotyping of bovine β-casein, β-lactoglobulin and α-lactalbumin using the polymerase chain reaction. Journal of Animal Breeding and Genetics 109: 456-464.

SCHLIEBEN, S., ERHARDT, G., SENFT, B., 1991. Genotyping of bovine *k*-casein (*k*-Cn^A, *k*-Cn^B, *k*-Cn^C, *k*-Cn^E) following DNA sequence amplification and direct sequencing of *k*-Cn^E PCR product. Animal Genetics 22: 333-342.

SEIBERT, B., ERHARDT, G., SENFT, B., 1985. Procedure for simultaneous phenotyping of genetic variants in cow's milk by isolectric focusing. Animal Blood Groups and Biochemical Genetics 16: 183-191.

SEKIYA, T., 1993. Detection of mutant sequences by single-strand conformation polymorphism analysis. Mutation Research 288: 79-83.

SHEFFIELD, V.C., BECK, J.S., KWITEK, A.E., Sandstrom, D.W., Stone, E.M. 1993. The sensitivity of single-strand conformation polymorphism analysis for the detection of single base substitutions. Genomics 16: 325-332.

SOMMER, S.S., CASSADY, J.D., SOBELL, J.L., BOTTEMA, C.D.K., 1989. A novel method for detecting point mutations or polymorphisms and its application to population screening for carriers of phenylketonuria. Mayo Clinical Proceedings 64: 1361-1372.

SOMMER, S.S., GROSZBACH, A.R., BOTTEMA, C.D.K., 1992. PCR amplification of specific alleles (PASA) is a general method for rapidly detecting known single-base changes. Bio/Techniques 12: 82-87.

SOUTHERN E.M., 1975. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. Journal of Molecular Biology 98: 503-517.

STOPPA-LYONNET, D., LAURENT-PUIG, P., ESSIOUX, L., PAGÈS, S., ITHIER, G., LIGOT, L. *et al.* 1997. BRCA1 sequence variations in 160 individuals referred to a breast/ovarian family cancer clinic. The American Journal of Human Genetics 60: 1021-1030.

TEE, M.K., MORAN, C., NICHOLAS, F.W., 1990. Genotyping of the A and B variants of cattle β-lactoglobulin using restriction length polymorphisms. Proceedings of the Australasian Gene Mapping Workshop, Sydney, Australia: 62 (Abstract).

THREADGILL, D.W., WOMACK, J.E., 1990. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. Nucleic Acids Research 18: 6935-6942.

VELMALA, R., GROHS, C., MAHÉ, M.F., LIEN, S., LEVÉZIEL, H., 1994. Genotyping of the bovine β-

casein C allele by amplification created restriction site. Animal Genetics 25: 429.

WILKINS, R.J., KUYS, Y.M., 1992. Rapid β-lactoglobulin genotyping of cattle using the polymerase chain reaction. Animal Genetics 23: 175-178.

WU, D.Y., UGOZZOLI, L., PAL, B.K., WALLACE, R.B., 1989. Allele-specific amplification of β-globin genomic DNA for diagnosis of sickle cell anemia. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 86: 2757-2760.

ZADWORNY, D., KUHNLEIN, U. 1990. The identification of the kappa-casein genotype in Holstein dairy cattle using the polymerase chain reaction. Theoretical and Applied Genetics 80: 631-634.

ZHOU, J.F., ZADWORNY, D., KUHNLEIN, U., 1992. Genotyping of the β-lactoglobulin locus of Holstein dairy cattle using the polymerase chain reaction. Journal of Dairy Science 75 (Supl. 1): 284.

ZSOLNAI, A., FÉSÜS, L., 1996. Simultaneous analysis of bovine *k*-casein and BLAD alleles by multiplex PCR followed by parallel digestion with two restriction enzymes. Animal Genetics 27: 207-209.

(Aceptado para publicación el 27 de junio de 2000)

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 1, 29-46

EVOLUCIÓN ANUAL DEL ESTADO DE CARNES EN OVINO LECHERO EXPLOTADO EN RÉGIMEN DE TRASHUMANCIA VALLE-MONTE, FACTORES QUE LO AFECTAN

L.M. Oregui*, M.V. Bravo, D. Gabiña*****

* NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz, España

** Dep. Sanidad, Gobierno Vasco, Subdirección de Salud Pública de Álava, Avenida de Santiago 11, 01002 Vitoria-Gasteiz, España

*** CIHEAM-IAMZ, Apdo. 202, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

Con el objeto de conocer la evolución de las reservas corporales en los rebaños lecheros de raza Latxa, se realizó un seguimiento de 14 rebaños a lo largo de dos ciclos productivos. Mensualmente, se evaluó la Nota de Estado de Carnes (NEC) de un 20% de las ovejas mayores de un año, seleccionadas de acuerdo a la distribución de edades de los rebaños. En ambos años la NEC media fue de 2,5, con máximos en mayo-junio y mínima en enero. Tanto estos valores máximos y mínimos como la disminución de la NEC en los meses de verano y otoño, coincidiendo con la estancia de los rebaños en monte, así como la recuperación de reservas en el periodo de ordeño, finales de invierno y primavera, se vieron afectados por factores como el año ($p < 0,001$) o la productividad de las ovejas ($p < 0,001$). Esta evolución de las reservas conlleva que la NEC sea mínima en torno al parto, si bien la movilización en los dos últimos meses de gestación es limitada (0,21 unidades de NEC). Esta evolución de la NEC a final de gestación esta influenciada ($p < 0,001$) por características propias de las ovejas como su edad, prolificidad, época de parto o nivel de reservas iniciales. Tanto el retraso de los partos como un mayor nivel de reservas, se asocia a una mayor movilización ($p < 0,001$). En el periodo de lactación, la recuperación de la NEC está afectada ($p < 0,001$) por la fecha de parto y la producción lechera, siendo mas breve y menor en las ovejas de mayor producción con partos más tardíos. Al considerar la evolución de la NEC como variable de agrupamiento de los rebaños, cada uno de los cuatro grupos resultantes están formados por rebaños que presentan una gran homogeneidad en cuanto a fechas medias de parto y localización geográfica.

Palabras clave: Nota de Estado de Carnes, Reservas, Trashumancia, Producción, Ovino Lechero, Latxa.

SUMMARY

EVOLUTION OF THE BODY CONDITION OF DAIRY EWE FLOCKS ALONG THE YEAR, FACTORS WHICH INFLUENCE THIS EVOLUTION IN AN EXTENSIVE SYSTEM OF PRODUCTION

In order to know the Body Condition evolution of dairy ewe flocks, forty flocks of Latxa ewe were studied during two productive years, from the end of milking period to

the end of the following one. The Body Condition score (BCs) was stated monthly in 20% of the ewes older than 1 year, previously selected according to the age distribution of the flocks. In both years the average BCs was 2.5, with maximum values at the end of spring (May-June) and minimum in January. These extreme values and the shape of the BCs reduction in the summer and autumn months, which is the period of mountain pastures utilisation, were influenced by effects like the year ($p < 0,001$) or ewe productivity ($p < 0,001$). These effects also influenced ($p < 0,001$) the reserves recovery in winter and spring months, during the milking period of flocks. A consequence of this evolution was a minimum BCs around lambing, even though the mobilisation during the last third of gestation was not important (a mean of 0,21 BCs units). This mobilisation was affected ($p < 0,001$) by the age, number of lambs born, lambing date or BCs of the ewe. The recovery of reserves along the milking period was also affected ($p < 0,001$) by the lambing date and milk production, by means of its effect on the beginning of the BCs recuperation. Using the BCs evolution of flocks as the clustering variable, each of the four clusters obtained was quite homogenous in mean lambing date and geographical location.

Key words: Body Condition score, Reserves, Trashumance, Ewe production, Dairy ewe, Latxa.

Introducción

El sistema de producción del ovino lechero de raza Latxa presenta dos fases claramente diferenciadas (OREGUI *et al.*, 1997b). En los meses de verano y otoño, una vez finalizado el ordeño, las ovejas se manejan en régimen extensivo, utilizándose los pastos comunales de montaña. Durante los meses de invierno y primavera, en los que tienen lugar los partos y la lactación, las características de manejo se asemejan a las de sistemas semi-intensivos, con pastoreo del terreno disponible en la explotación y suplementación en pesebre. Este manejo, con variaciones relacionadas con la disponibilidad y régimen de tenencia de la tierra, o con el grado de intensificación, es similar al que se encuentra en otros sistemas de producción de ovino lechero en la cuenca mediterránea (FLAMANT y MORAND-FEHR, 1982).

El presente trabajo analiza la evolución del nivel de reservas de las ovejas y rebaños lecheros de raza Latxa, a lo largo del ciclo productivo anual, y de forma mas concreta en los periodos de final de gestación y durante la lactación. Este análisis trata de aportar datos que ayuden a la caracterización del sistema de producción, así como al estudio de los factores de producción y animales que afectan la dinámica de las reservas corporales en ovino lechero.

Material y métodos

Rebaños y selección de ovejas

El estudio se realizó durante dos campañas, comprendidas entre dos meses de junio consecutivos, que coinciden con las fechas medias de final del ordeño y de acceso a los pastos de monte. La campaña o Año incluye los dos meses de junio, inicial y final. Se estudiaron 14 rebaños comerciales de ovino

de raza Latxa (cuadro 1). Uno de los rebaños desapareció durante el periodo de estudio, no disponiendose sus datos en la segunda de campañas (Año 2).

Al inicio de cada campaña o Año, partiendo de los datos del Control Lechero, se calculó el 20% de las ovejas mayores de un año. El número resultante se distribuyó en el conjunto de rebaños estudiados de acuerdo a su tamaño con límites inferior y superior de 25 y 75 ovejas por rebaño. Dentro de cada uno de estos las ovejas a estudiar se seleccionaron al azar, pero teniendo en cuenta la pirámide de edades. En total se controlaron 570 y 480 ovejas, en los años 1 y 2 respectivamente, sobre un censo de 2.644 y 2.291 de hembras presentes.

Estas ovejas se clasificaron en 7 grupos de edad, en función de que esta fuera de 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 o más, años. Las ovejas controladas en la segunda de las campañas fueron las mismas que en la primera, exceptuando las descartadas o introducidas para mantener la estructura de la muestra respecto a su tamaño y edad de las ovejas.

Toma de datos

Se realizó una visita mensual a cada rebaño, en la que se determino, mediante acuerdo entre dos jueces, la Nota de Estado de Carnes (NEC) (RUSSEL *et al.*, 1968) de las ovejas previamente seleccionadas, así como su estado productivo. En base a la información proporcionada por el Control Lechero (GABIÑA *et al.*, 1993) se contrastó la información recogida, y se completaron los datos de fecha de parto, número de corderos nacidos y edad de los animales.

Del conjunto de evaluaciones de la NEC, se han diferenciado cuatro puntuaciones. Las dos situadas en los extremos del periodo de estancia en monte, momento de subida o inmediatamente anterior a la misma (NEC1), y en la visita mas próxima al descenso (NEC2), durante el otoño, han permitido estimar la evolución de las reservas durante la estancia en los pastos comunales de montaña (ΔNECM = NEC1-NEC2). Las otras dos que corresponden al inicio (NEC3) y final (NEC4) del periodo de lactación del rebaño, situadas en invierno y principios de verano, respectivamente, han posibilitado evaluar la evolución de estado de carnes durante la lactación (ΔNECL = NEC3-NEC4)

En los dos rebaños estantes de la muestra, la NEC2 corresponde a la determinada en la visita mas próxima a la fecha media de retorno a la explotación de los rebaños del Grupo al que pertenecen.

Análisis estadísticos

El análisis del efecto de las principales características productivas sobre la NEC a lo largo del año, se realizó mediante análisis de varianza, modelos lineales generalizados (GLM) (SAS, 1987), de acuerdo al siguiente modelo:

$$y_{ijkl} = Reb_i + Año_j + CatPr_k + Mes_l + CatPr_k{*}Mes_l + Año_j{*}Mes_l + Año_j{*}\ CatPr_k + \varepsilon_{ijkl} \quad [1]$$

Donde: Reb: corresponde al rebaño con 14 niveles. Año: (j = 2) las dos campañas de estudio diferenciadas. CatPr (categoría productiva): (k = 2) ovejas que parieron y las que no, en la campaña correspondiente. Mes: (l = 13) cada uno de los meses de la campaña, incluyéndose los dos meses de junio extremos de la misma.

Con el fin de evaluar la similitud de la evolución de la NEC de los rebaños y estu-

diar su posible relación con sus características de producción, se efectuó un agrupamiento jerarquizado, considerando la NEC media mensual de cada rebaño a lo largo del estudio. Se utilizó el método centroide (SOKAL y MICHENER, 1958), empleando el procedimiento "cluster" del paquete estadístico SAS (SAS, 1987).

A partir de los resultados de este agrupamiento, se realizó un análisis de varianza, similar al anteriormente descrito [1], pero en el que se incluyó el Grupo (i = 4) en el que queda incluido el rebaño, como efecto fijo:

$$y_{ijklm} = Reb_j(Grupo_i) + Grupo_i + Año_k + CatPr_l + Mes_m + CatPr_k*Mes_l + Año_j*Mes_l + Año_j* CatPr_k + Grupo_i* Año_k + Grupo_i* CatPr_k + \varepsilon_{ijkl} \quad [2]$$

Por otra parte, se estudió el efecto de las características de las ovejas sobre su NEC en torno al parto, y durante la lactación. Para ello se retuvieron las NEC de las ovejas, entre 65 días antes y 35 días después a la fecha de parto, y entre el parto y el secado, respectivamente. En el primero de los casos, las NEC disponibles (n = 3194) se agruparon en 10 clases de acuerdo a su proximidad al parto (DMP), con una amplitud de 10 días y marcas de clase de -60, -50,...0, ...20 y 30 días, al parto.

En el periodo de lactación, se consideró la NEC de las ovejas con lactación calculada (GABIÑA *et al.*, 1993). Las 3329 NEC disponibles se diferenciaron en 12 clases de DMP. En este caso las clases tenían una amplitud de 14 días, con marcas de clase de 7, 21, 35,...147 y 161 días respecto al parto.

El análisis de los factores que afectan a la NEC en estos periodos se realizó mediante análisis de varianza (SAS, 1987), utili-

Cuadro 1. Localización geográfica y fecha media de partos de los rebaños de los grupos resultantes del análisis de cluster

Table 1. Location and mean lambing data of the flocks of the groups obtained from cluster analysis

Grupo	Rebaño	Localización	Fecha media de partos
I	VI-1	Álava (V. Atlántica)	8-Febrero
I	BI-1	Vizcaya (V. Atlántica)	28-Enero
I	BI-2	Vizcaya (V. Mediterránea)	25-Enero
II	VI-2	Álava (V. Mediterránea)	20-Marzo
II	VI-3	Álava (V. Mediterránea)	12-Febrero
II	VI-4	Álava(V. Mediterránea)	3-Febrero
II	VI-5	Álava (V. Mediterránea)	4-Marzo
III	SS-1	Guipúzcoa (V. Atlántica)	14-Enero
III	SS-2	Guipúzcoa (V. Atlántica)	1-Enero
III	SS-3	Guipúzcoa (V. Atlántica)	24-Noviembre
III	SS-7	Guipúzcoa (V. Atlántica)	2-Febrero
IV	SS-4	Guipúzcoa (V. Atlántica)	2-Febrero
IV	SS-5	Guipúzcoa (V. Atlántica)	10-Febrero
IV	SS-6	Guipúzcoa (V. Atlántica)	8-Febrero

zando modelos lineales generalizados. El modelo utilizado en final de gestación fue:

$$y_{ijkm} = RebA_i + Edad_j + EPP_k + NC_l + + DMP_m + EPP_k * NC_l + + EPP_k * DMP_m + NC_l * DMP_m + \varepsilon_{ijklmn} \quad [3]$$

En este modelo: RebA, (i = 27) corresponde al rebaño y año de estudio. Edad: (j = 7) los grupos de edad de las ovejas anteriormente definidos. EPP: (k = 3) época o momento en que tiene lugar el parto de cada oveja, partos tempranos, anteriores al 15 de enero; medios, entre el 15 de enero y 20 de febrero; tardíos, posteriores al 20 de febrero. NC: (l = 2) número de corderos nacidos, simples o múltiples. DMP: (m = 10) distancia al parto, según lo indicado anteriormente.

Para el análisis de la NEC durante la lactación se empleo el modelo:

$$y_{ijkmn} = RebA_i + Edad_j + EPP_k + NCV_l + + NPL_m + DMP_n + EPP_k * NPL_m + + EPP_k * DMP_n + NPL_m * DMp_m + \varepsilon_{ijklmn} \quad [4]$$

En el mismo, los efectos RebA, Edad, EPP, corresponde a los descritos en el modelo anterior (3), y tienen los mismos niveles. El efecto NCV, (l = 3) corresponde el numero de corderos nacidos vivos, 0, 1 y 2 o más. NPL (m = 3): refleja el nivel de producción lechera de la oveja; Bajo, inferior a 100 L de producción lechera tipo o estándar a 120 días, Medio entre 100 y 138 L, y Alto, superior a 138 L Estos niveles corresponden al tercio inferior, medio y superior de la distribución de la producción lechera estándar a 120 días en los animales estudiados.

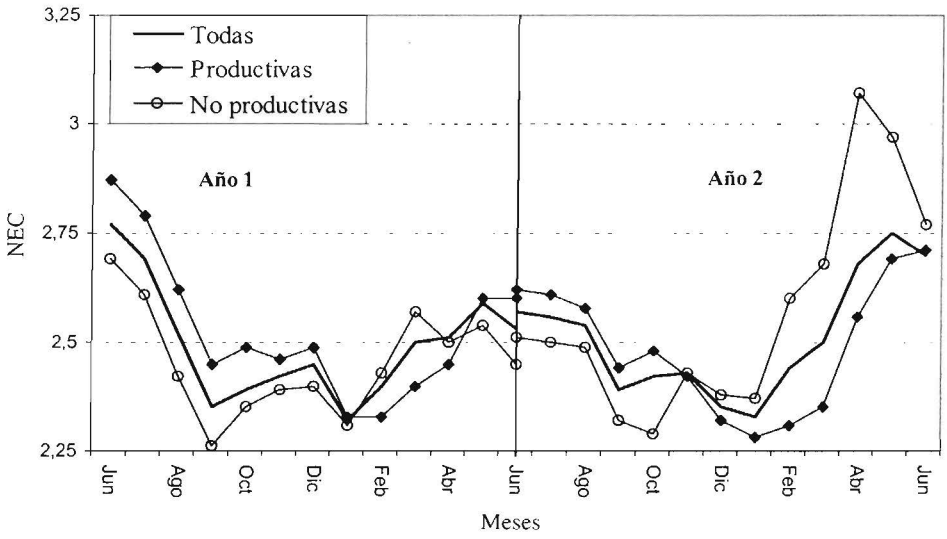


Figura 1. Evolución de la Nota de Estado de Carnes (NEC) del conjunto de ovejas analizadas y de aquellas con parto (productivas) o sin el (no productivas) en el año correspondiente.

Figure 1. Evolution of Body Condition score of all ewes studied and in those with (productivas) or without (no productivas) lambing, in each year.

Resultados

Estado de Carnes a lo largo del ciclo productivo

El análisis de los datos disponibles según el modelo [1] permitió estimar una NEC media de las ovejas de 2,50 ± 0,010 (n = 7814) y 2,51 ± 0,011 (n = 6611) (p > 0,05), en los años 1 y 2 respectivamente.

En la figura 1, se representa la evolución mensual de esta NEC, en la que se aprecian dos fases en cada uno de los años considerados. La primera correspondiente al periodo de reducción de la NEC, y se extiende desde el final de primavera al comienzo del invierno. En la segunda, que abarca el resto de ciclo productivo, de enero a junio, se observa una recuperación del nivel de reservas. Esta evolución se tradujo en un efecto altamente significativo (p < 0,001) del Mes sobre la NEC de las ovejas.

En esta misma gráfica también se aprecian las diferencias en la evolución de la NEC entre años, reflejado en una interacción estadísticamente significativa (p < 0,001) entre Mes y Año. Las diferencias fueron mayores en los meses con un mayor nivel de reservas. En los meses de junio estudiados, las NEC medias estimadas fueron 2,77 ± 0,024 (n = 635); 2,53 ± 0,024 (n = 655) y 2,70 ± 0,032 (n = 445) respectivamente, siendo significativamente inferior (p < 0,001) la del mes de junio intermedio respecto de las de los extremos. Sin embargo los valores mínimos invernales, mes de enero, fueron similares 2,32 ± 0,030 (n = 609) y 2,33 ± 0,030 (n = 547) (p > 0,05).

Si bien la categoría productiva de las ovejas (CatPr), no afectó a la NEC con valores medios estimados de 2,51 ± 0,004 (n = 12.916) y 2,50 ± 0,014 (n = 1.509) (p > 0,05), para las ovejas productivas y no, respectivamente, si se obtuvo un efecto altamente significativo (p < 0,001) de interacción CatPr-Mes. Ello refleja del desfase existente entre ambas categorías de animales (figura 1). En la primera parte del ciclo, de junio a octubre, las ovejas no productivas presentaron una NEC inferior al de las ovejas productivas (p < 0,001), invirtiéndose la tendencia de febrero a abril (p < 0,001, excepto abril: p < 0,05). También se puso de manifiesto una interacción significativa (p < 0,001) entre el año y la CatPr. Mientras en el Año 1, las ovejas productivas tuvieron una NEC superior a las no productivas (2,53 ± 0,006 vs. 2,46 ± 0,019, p < 0,001) en el segundo año las diferencias fueron menores (2,49 ± 0,007 vs. 2,53 ± 0,020, p < 0,05) y de sentido inverso.

Para el conjunto de los rebaños, la mayor reducción de NEC tuvo lugar entre junio y octubre, es decir durante la estancia en monte, observándose un ΔNECM negativo (-0,48 unidades). Este ΔNECM se correlaciona significativa y positivamente (r = 0,60; p < 0,001; n = 883) con la NEC máxima en primavera (NEC1). Sin embrago, la mayor movilización de los animales con mayores reservas no permitió compensar las diferencias iniciales, manteniéndose una correlación significativa (r = 0,66 p < 0,001) entre NEC1 y NEC2, es decir entre las de los momentos extremos de dicho periodo de monte.

La recuperación durante el final del invierno y la primavera (ΔNECL), fue de 0,49 unidades, siendo mayor (r = -0,37; p < 0,001; n = 941) en las ovejas con menor NEC al inicio de este periodo. Observandose también una correlación significativa entre los valores inicial y final (r = 0,53; p < 0,001) de esta fase productiva.

El efecto altamente significativo ($p < 0,001$) del rebaño sobre la NEC llevó a estudiar la similitud existente entre rebaños, de acuerdo al análisis de agrupamiento jerarquizado descrito en *material y métodos*. El dendograma obtenido de dicho análisis se representa en la figura 2, habiendose diferenciado cuatro Grupos, que constan de 3 (Grupos I y IV) o 4 rebaños (Grupos II y III).

Los Grupos I y II están constituidos, respectivamente, por rebaños situados en la zona de transición Atlántico-mediterránea y mediterránea de la Comunidad Autónoma del País Vasco (cuadro 1). Entre ambos se aprecian diferencias importantes en las fechas medias de parto, 30 de enero (Grupo I) y al 20 de febrero (Grupo II). Los Grupos III y IV se sitúan en la vertiente Atlántica, diferenciandose también por las fechas medias de parto, anteriores en el Grupo III (27 de diciembre) que en el Grupo IV (1 de febrero).

Estas distintas evoluciones de la NEC no conllevaron diferencias importantes en los valores medios de la NEC a lo largo del estudio, los cuales fueron 2,52 ± 0,014; 2,50 ± 0,011; 2,52 ± 0,021y 2,45 ± 0,014 en los Grupos I a IV, respectivamente. Únicamente el Grupo IV tiene una NEC media significativamente inferior ($p < 0,01$) al resto. Al comparar la NEC de las ovejas en los dos años considerados (cuadro 2), se observan diferencias entre grupos, resultando una interacción significativa entre Grupo y Año ($p < 0,001$). En los Grupos I y III, la NEC media fue inferior en año 2 ($p < 0,001$), por el contrario la del Grupo II fue superior ese mismo año 2 ($p < 0,001$), mientras que no se observaron diferencias entre años ($p > 0,05$) en el Grupo IV.

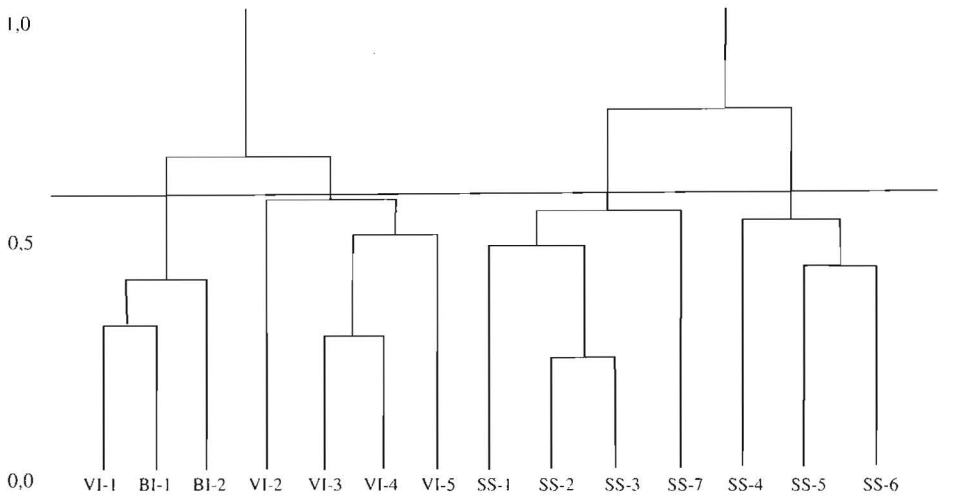


Figura 2. Diagrama de agrupamiento de los rebaños estudiados, en base a la correlación de la Nota de Estado de Carnes mensual.

Figure 2. Tree of flocks association according to the correlation of monthly mean Body Condition score.

Cuadro 2. Nota de Estado de Carnes (NEC), media de mínimos cuadrados ± error estándar, para los distintos grupos de rebaños en los dos años de estudio

Table 2. Body Condition Score (NEC), least square mean ± standard error, of groups of flocks in both years of study

	NEC	
Grupo	Año 1	Año 2
I	$2,57 \pm 0,019^{a}$	$2,48 \pm 0,016^{b}$
II	$2,44 \pm 0,013^{c}$	$2,57 \pm 0,013^{a}$
III	$2,59 \pm 0,022^{a}$	$2,47 \pm 0,055^{bc}$
IV	$2,45 \pm 0,017^{bc}$	$2,46 \pm 0,017^{bc}$

(abc) Los valores de NEC con distinto superíndice difieren entre sí, $p < 0,05$.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados de la Nota de Estado de Carnes (NEC) en torno al parto los distintos efectos simples. Número de corderos nacidos (NC), época de parto (EPP), edad de la oveja (EDAD) y distancia del parto (DMP)

Table 3. Least square means of body condition score (NEC) around lambing for the simple effects considered. Number of lambs (NC), lambing date (EPP), age of ewe (EDAD) and distance to lambing (DMP)

NC p < 0,001			EPP p < 0,001			EDAD p < 0,001			DMP p < 0,001		
Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n
1	$2,42^{a}$	2339	Tempr.	$2,23^{a}$	1084	2	$2,25^{a}$	550	-60	$2,50^{a}$	314
2	$2,27^{b}$	855	Medios	$2,33^{b}$	1321	3	$2,38^{bc}$	517	-50	$2,46^{a}$	358
			Tardíos	$2,48^{c}$	789	4	$2,41^{bd}$	477	-40	$2,50^{a}$	362
						5	$2,46^{d}$	429	-30	$2,43^{ab}$	268
						6	$2,41^{bde}$	400	-20	$2,36^{bc}$	318
						7	$2,35^{ce}$	321	-10	$2,37^{bc}$	304
						8+	$2,18^{f}$	500	0	$2,29^{c}$	294
									10	$2,16^{d}$	341
									20	$2,15^{d}$	336
									30	$2,20^{d}$	299

(abcdef) Los valores de NEC con distintos superíndices, dentro de cada columna, difieren estadísticamente entre sí, $p < 0,05$.

Variación de la NEC de las ovejas en torno al parto

Los distintos factores considerados (DMP, Edad; EPP y NC) tuvieron un efecto significativo ($p < 0,001$) sobre la NEC de las ovejas en este periodo, tal como se observa en el cuadro 3. En el mismo se aprecia una reducción progresiva y significativa ($p < 0,001$) de la NEC de las ovejas en el último tercio de la gestación, más apreciable en el último mes, y que continúa hasta 20 días después del parto. Esta movilización es más acusada en el caso de las ovejas con parto múltiple (figura 3), lo que se tradujo en una menor NEC al parto ($p < 0,05$), que las de parto simple, si bien ambos grupos presentaron NEC similares ($p > 0,05$) al inicio del periodo considerado.

Por otro lado, las ovejas con parto múltiple tendieron a recuperar la NEC de forma mas rápida, localizandose su nivel mínimo ($2,00 \pm 0,042$) en torno al día 10 post-parto. Sin embargo, en las de parto simple el valor menor de la NEC ($2,28 \pm 0,029$) no se observó hasta 20 días después del parto.

Otro de los factores, con influencia significativa ($p < 0,001$) sobre la NEC de las ovejas en torno al parto, fue la época del parto (EPP), mejorando el nivel de reservas a medida que se retrasa (cuadro 3). Esta demora del parto se acompaña de una menor reducción de la NEC antes del mismo (figura 4) y una recuperación mas rápida tras el parto, lo que se refleja en una interacción entre la EPP y el DMP ($p < 0,01$). Igualmente se observa una interacción entre la EPP y NC, con una menor NEC de las ovejas con

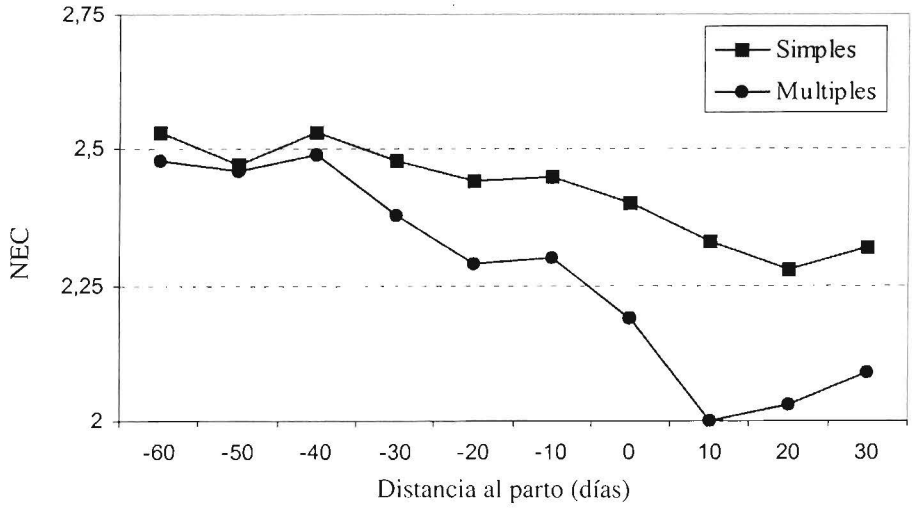


Figura 3. Evolucion de la Nota de Estado de Carnes (NEC) en el último tercio de la gestación en las ovejas de partos simples o múltiples.

Figure 3. Body Condition score (NEC) evolution in last third of pregnancy in the ewes with different litter size, one (simples) or more (multiples) lambs born.

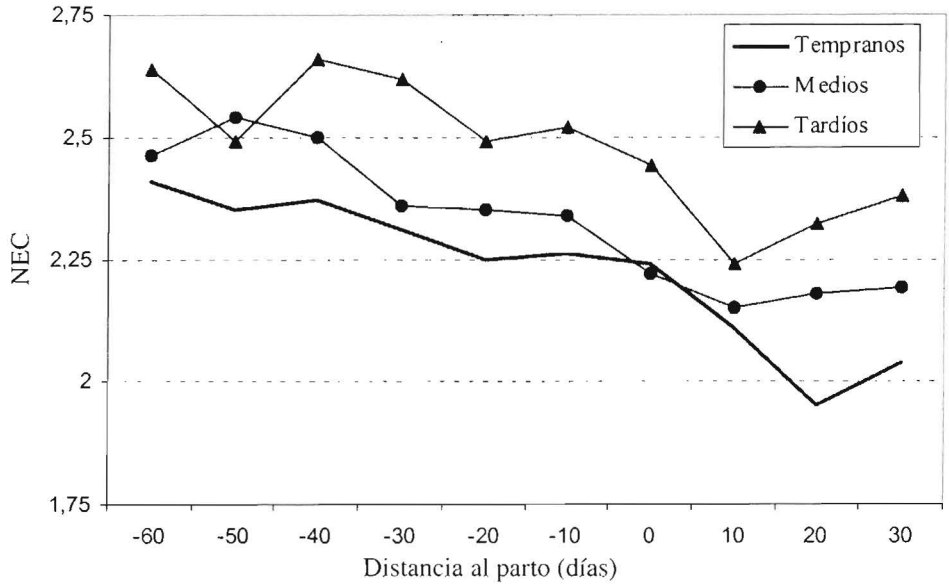


Figura 4. Evolución de la Nota de Estado de Carnes (NEC) en el último tercio de la gestación de las ovejas en función de la localizacion de los partos.

Figure 4. Evolution of ewe Body Condition score (NEC) in last third of pregnancy according to the lambing date.

partos múltiples en el caso de partos tempranos. En estas la diferencia entre ovejas de partos simples y dobles (2,36 ± 0,02 vs 2,10 ± 0,03; $p < 0,001$) es de 0,25 unidades, superior a las observadas en las de partos medios (2,38 ± 0,02 vs. 2,28 ± 0,02; $p < 0,01$) o tardíos (2,53 ± 0,02 vs. 2,43 ± 0,04; $p < 0,01$).

Por otra parte se ha analizado el posible efecto de la NEC inicial de las ovejas sobre la evolución en el último tercio de la gestación. Para ello se diferenciaron tres grupos de animales según su NEC fuera alta, mayor o igual a 3,0 al comienzo del periodo considerado, baja menor o igual a 2,0, y media entre los dos intervalos anteriores. En cada uno de estos grupos, que presentaron una prolificidad similar con el 27,3, 26,5 y 27,3% de partos múltiples en las ovejas de NEC alta, media y baja, respectivamente, se realizo un análisis de varianza de acuerdo al Modelo 3 descrito en material y métodos.

La evolución de la NEC (medias de mínimos cuadrados) de estas ovejas con distinto nivel de reservas iniciales se representa en la figura 5. En ella se aprecia una tendencia a que la movilización sea mayor a medida que se incrementa la NEC inicial. Cuando ésta es igual o mayor a 3,0 se observa una reducción de la NEC de 0,77 unidades (de 3,15 ± 0,02 a 2,38 ± 0,02), alcanzando el valor mínimo el día 30 post-parto. Las ovejas que partían con una NEC media, la misma se redujo en 0,36 unidades (2,49 ± 0,02 - 2,13 ± 0,02), con valores mínimos en el día 20 post-parto. A su vez, la NEC permaneció prácticamente constante en las ovejas delgadas, con un ligero incremento en el periodo previo al parto, 10 días antes del mismo.

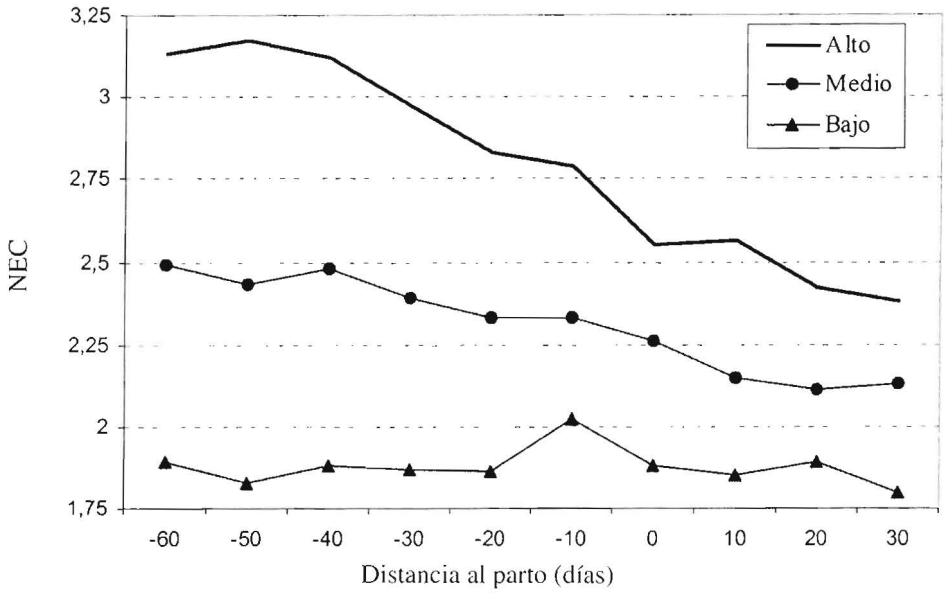


Figura 5. Evolución de la Nota de Estado de Carnes NEC en el último tercio de la gestación de las ovejas con diferente NEC al inicio del cuarto mes de gestación.
Figure 5. Evolution of the Body Condition score (NEC) of the ewes in last third of pregnancy according to BCs two months before lambing.

Evolución de la NEC de las ovejas durante la lactación

A lo largo de la lactación se produjo un incremento en la NEC, el cual se vio afectado por distintas características de las ovejas, tal como se refleja en el cuadro 4. Destaca la influencia de la época de parto (EPP), cuya interacción con la DMP presentó una interacción significativa ($p < 0,001$) sobre la NEC. A medida que se retrasa la fecha de parto, se produjo un acortamiento del periodo de recuperación de las reservas, a vez que un ligero adelanto del inicio de su recuperación tras el parto, similar al indicado al describir la evolución en final de gestación.

En las ovejas de partos tempranos la NEC se incrementó durante la mayor parte de la lactación, estabilizándose ($p > 0,05$) a partir de los 4,5 meses post-parto. Por el contrario en las ovejas de fecha de parto media, la NEC no se incrementó ($p > 0,05$) a partir de los 3 meses de lactación, observándose incluso una ligera disminución en su parte final, con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la NEC máxima ($2,78 \pm 0,05$) y la de final de lactación ($2,64 \pm 0,05$). Esto es aun más evidente en las ovejas de partos tardíos, cuya NEC media fue similar ($p > 0,05$) a partir del segundo mes de lactación, evidenciándose además una reducción significativa ($p < 0,05$) al final de la misma. Estas diferencias en evolución conllevan una inferior NEC media (cuadro 4) de las ovejas de partos mas tardíos.

Igualmente se observa una interacción significativa ($p < 0,001$) entre la EPP y NPL,

Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados de la Nota de Estado de Carnes (NEC) en lactación para los distintos efectos simples considerados. Número de corderos nacidos vivos (NCV), época de parto (EPP), lactación tipo (NPL), edad de la oveja (EDAD) y distancia del parto (DMP)

Table 4. Least square means of Body Condition score (NEC) along lactation for the simple effects considered. Number of lambs born alive (NCV), lambing date (EPP), standardised milk production (NPL), age of ewe (EDAD) and distance to lambing (DMP)

NC p < 0,001			EPP p < 0,001			NPL p < 0,001			EDAD p < 0,001			DMP p < 0,001		
Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n	Niveles	NEC	n
0	2,59[a]	87	Tempr.	2,47[a]	1.311	≤ 100	2,60[a]	1.142	2	2,33[a]	561	7	2,22[a]	358
1	2,51[a]	2354	Medios	2,51[a]	1.457	100-139	2,42[a]	1.114	3	2,49[b]	568	21	2,20[a]	300
2	2,32[b]	888	Tardíos	2,43[b]	561	≥ 139	2,39[b]	1.073	4	2,60[c]	538	35	2,26[ab]	322
									5	2,57[c]	514	46	2,32[b]	261
									6	2,50[c]	390	63	2,43[c]	317
									7	2,46[c]	305	77	2,47[c]	364
									8	2,34[c]	453	91	2,60[d]	296
												105	2,60[d]	268
												119	2,68[e]	230
												133	2,68[e]	322
												147	2,65[de]	206
												161	2,55[cde]	185

(abcde) Los valores de NEC con distintos superíndices, dentro de cada columna, difieren estadísticamente entre sí, p < 0,05.

Cuadro 5. Nota de estado de carnes, media de mínimos cuadrados, de las ovejas en lactanción en función de la época de parto (EPP) y el nivel de producción lechera (NPL)
Table 5. Body condition score, least square mean, along the lactation according with the lambing date (EPP) and standardised milk production (NPL)

	NPL		
EPP	Bajo	Medio	Alto
Temprana	$2,54^{aA}$	$2,45^{bA}$	$2,43^{bA}$
Media	$2,63^{aB}$	$2,51^{bB}$	$2,37^{cB}$
Tardia	$2,61^{aAB}$	$2,30^{bC}$	$2,38^{bB}$

(abc) medias con el mismo superíndice no difieren entre sí dentro de la misma fila ($p > 0,05$).
(ABC) medias con el mismo superíndice no difieren entre sí dentro de la misma columna ($p > 0,05$).

tendiendo a una inferior NEC en las ovejas de mayor producción y partos tardíos (cuadro 5).

Esta producción lechera, representada por la lactación tipo (NPL), también afecta al periodo que transcurre entre el parto y el inicio de la recuperación de la NEC, con interacción significativa del NPL y la DMP ($p < 0,001$). Mientras en las ovejas con NPL inferior a 100 L/año a partir del día 35 post-parto la NEC fue superior ($p < 0,05$) a la existente hasta ese momento, en las ovejas de producción intermedia estas diferencias significativas ($p < 0,05$) no se observaron hasta el día 50 post-parto. En aquellas con NPL superior a 138 L/año, el inicio de la recuperación, diferencias de NEC significativas ($p < 0,05$) respecto a periodos anteriores no tuvo lugar hasta los dos meses y medio de lactación. Este retraso en la recuperación de reservas explica el menor NEC media de las ovejas de un distinto nivel de producción (cuadro 4).

Discusión

La dinámica de las reservas corporales de las ovejas, considerando la evolución de la NEC, presenta dos fases a lo largo del ciclo productivo, una de movilización en el periodo de estancia en monte, meses de verano y otoño, y otra de recuperación, coincidiendo con la lactación, final del invierno y la primavera. La amplitud del periodo de movilización, 7 a 8 meses/año, es superior al descrito en distintos sistemas de producción ovina, incluso a los desarrollados en medios difíciles (GIBON *et al.*, 1985, MOLENAT *et al.*, 1995).

En consecuencia la NEC media es escasa a lo largo del año, en torno a los 2,5 puntos, inferior a la indicada como objetivo tanto en ovino de carne (M.L.C., 1983), como de leche (BOCQUIER y CAJA, 1993).

En segundo lugar destaca que la movilización tenga lugar una vez finalizado el

ordeño. La reducción de la NEC en este periodo de mínima necesidades, coincidiendo con la estancia en los pastos de montaña, ha sido descrita (REVILLA *et al.*, 1991) en rebaños utilizando pastos de altura de los Pirineos. La mayor reducción de NEC que en este periodo presentan las ovejas con un mayor nivel de reservas al acceder al monte ($r = 0,60$ $p < 0,001$), descrito igualmente por los citados autores, estaría relacionada con su mayor capacidad de movilización (COWAN *et al.*, 1980), y su tendencia a una menor ingestión (ARNOLD y BIRRELL, 1977).

Los estudios realizados en zonas de monte y rebaños de características similares (MARIJUAN, 1996) han puesto de manifiesto la influencia de los polos de descanso nocturno (SAVINI *et al.*, 1995) sobre el comportamiento en pastoreo, condicionando un uso preferente de zonas de ladera, que frecuentemente tienen un elevado porcentaje de cubierta arbustiva. Las distintas prácticas de manejo en estas zonas de monte podrían explicar las diferencias entre esta evolución y la descrita por OSORO *et al.* (1991), con un incremento de la NEC en ovejas de raza Latxa, que utilizaban áreas parceladas de montana.

La relación entre la utilización del monte y la movilización de reservas se confirma al comprobar el adelanto del periodo de movilización en las ovejas no productivas (figura 1), las cuáles inician el pastoreo en monte por término medio un mes antes que las productivas (OREGUI *et al.*, 1997b).

En estas circunstancias el periodo de cubrición de las ovejas tiene lugar en la fase de pérdida de NEC, de 2,67 a 2,40 entre julio y octubre. Tanto estos valores de NEC, inferiores a los objetivos en este periodo (3,0-3,5) (M.L.C., 1983; BOCQUIER *et al.*, 1993), como su reducción, puede estar condicionando el éxito reproductivo de las ovejas (ABECIA *et al.*, 1991; O'CALLAGHAN y BOLAND, 1999). En este sentido destacar que las ovejas no productivas tienen en este periodo de verano-otoño una NEC media inferior ($p < 0,05$) a las de las productivas, lo que está de acuerdo con la relación existente entre el nivel de reservas y la respuesta reproductiva.

El descenso del monte, a mediados de otoño, supone el mantenimiento e incluso incremento de la NEC en el conjunto de los rebaños, recuperación que se ve truncada por la movilización de final de gestación. La mayor proximidad entre el descenso del monte y la fecha de parto en las ovejas en que este tiene lugar de forma más temprana, limitaría su capacidad de recuperación en valle, lo que se traduce en una NEC inferior ($p < 0,001$) respecto a aquellas con partos mas retrasados. Además, la coincidencia en las ovejas de partos tempranos de los periodos de máximas necesidades con la parte central del invierno, en la que existe una mínima disponibilidad de pasto (OREGUI *et al.*, 1997b), influiría sobre la mayor movilización experimentada por estos animales en la última fase de la gestación, en particular en aquéllos que al presentar partos dobles tienen unas mayores necesidades, así como sobre el inicio ligeramente mas tardío de la recuperación de las reservas tras el parto.

Sin embargo, la reducción de la NEC en los últimos 45 días de gestación es moderada, 0,21 unidades, equivalentes a 1,2 kg de Peso Vivo (OREGUI *et al.*, 1997a). No obstante, presenta variaciones importantes en función de la NEC inicial de las ovejas. La mayor ingestión descrita en las ovejas con una menor nivel de reservas (WESTON, 1988) tendería a compensar la reducción que la misma experimenta a final de gestación, especialmente en dietas de alto contenido fibroso (DITTRICH *et al.*, 1986), y favorecería la menor movilización observada cuando

la NEC es mas baja. Estas diferencias, en animales sometidos a un mismo manejo, refleja la dificultad de considerar a la NEC como indicador de lo adecuado del manejo alimentario (FRUTOS *et al.*, 1998, ROBINSON, 1986), particularmente si se desconoce su evolución en periodos previos.

En este sentido, la NEC media al parto encontrada (2,29 unidades), inferior a los valores objetivo generalmente indicados, habría que evaluarla en relación con la escasa movilización observada al inicio de la lactación, incluso en las ovejas con un nivel de reservas alto. La utilización limitada de las reservas en la producción de leche que ello supondría, llevaría a considerar que en el sistema actual de producción del ovino latxo, esta baja NEC al parto sería compatible con una adecuada producción lechera. Por otra parte, distintos autores (COWAN *et al.*, 1980; GEENTY y SYKES, 1986) han observado la ausencia de un efecto claro entre la NEC al parto sobre la producción lechera, especialmente en ovino en pastoreo.

La recuperación de reservas durante la lactación se asociaría tanto a su coincidencia con la primavera, como a la práctica de suplementación de las ovejas en ordeño (OREGUI *et al.*, 1997b). La mejor sincronización entre las necesidades de las ovejas y disponibilidad de hierba en ovejas de partos más retrasados, favorece su menor movilización post-parto y el adelanto de la recuperación de la NEC, aunque dada la escasa importancia de esta movilización, su efecto sobre el nivel de reservas medio de las ovejas es escaso. Por el contrario, el manejo uniforme de todo el rebaño, redundaría en marcado retraso de la recuperación en las ovejas de mayor producción, el cual se traduce en una inferior NEC de final de lactación.

En la parte media de la lactación, cuando el pastoreo adquiere mayor importancia (OREGUI *et al.*, 1997b), la NEC aumenta de forma más acusada, y es similar en las ovejas de distinto nivel de producción. Esta recuperación de reservas, junto a la escasa movilización inicial, haría pensar en una adecuada gestión de la alimentación de las ovejas durante el ordeño. Sin embargo, tal como describen ÁLVAREZ *et al.* (1984), una vez adaptadas a un régimen alimenticio, las ovejas con distintos planos de alimentación pueden en todos los casos experimentar incrementos de peso vivo, reservas, siendo afectada la producción lechera.

Esta evolución creciente de las reservas no se mantiene hasta final del ordeño, observándose su estabilizacion, e incluso reducción, en la última fase de la lactación, especialmente en los animales de partos más tardíos. Este momento coincide con una disminución de los aportes de pesebre, asociado al descenso de producción lechera del rebaño (OREGUI *et al.*, 1997b), y con la retirada de superficies de pastoreo (OREGUI, 1992) para la obtención de forrajes para la campaña siguiente. Esta reducción en la disponibilidad de alimentos tendría un mayor efecto en los animales de partos tardíos, con una mayor producción lechera, que verían recortado de forma importante el periodo de recuperación de reservas, tal como se ha descrito anteriormente. Por tanto, un retraso en la fecha de partos, a pesar de la menor movilización al inicio de la lactación, condiciona una menor NEC en este periodo de lactación (cuadro 4), que como se ha indicado tiene una gran importancia en el conjunto del ciclo productivo. Sin embargo, esta evolución negativa de la NEC a final de lactación, no sería una característica ajena en otros sistemas de producción de ovino lechero en pastoreo, habiéndose observado también en rebaños de raza Sarda (MOLINA *et al.*, 1992).

Al analizar el agrupamiento de los rebaños a partir de la evolución de la NEC, se

observa que los grupos resultantes están constituidos por rebaños similares en su localización geográfica y fecha media de parto. Ambas características se relacionan a su vez con las curvas de crecimiento de la hierba (RODRÍGUEZ y ASCAZÍBAR, 1988), y la evolución de las necesidades del rebaño, respectivamente. Desde esta perspectiva, este tipo de análisis comparado de la evolución de la NEC podría ser utilizado como instrumento en el estudio de la capacidad del sistema para hacer frente a diferencias en las condiciones de producción, impuestas por medio.

En este sentido, en el presente estudio se produjo un periodo de sequía que se prolongó desde el otoño del primer año hasta la primera parte de la primavera del segundo, observándose un menor incremento de ΔNECL en la primavera de este primer año que en la del segundo (0,42 ± 0,40 vs. 0,52 ± 0,44; media ± d.t.).

Sin embargo, las diferencias entre años (0,58 ± 0,49 vs. 0,37 ± 0,42) fueron mayores en los rebaños del Grupo II, de fecha media parto mas tardía, que en el resto de los grupos. En estos el ΔNECL, para los años 1 y 2 fue de 0,53 ± 0,49 vs. 0,62 ± 0,49; 0,51 ± 0,42 vs 0,57 ± 0,49 y 0,30 ± 0,46 vs. 0,40 ± 0,43, para los Grupos I, III y IV, respectivamente. La localización de la paridera en los rebaños del Grupo II, supone que su alimentación esté más ligada al pastoreo, lo que de acuerdo con estos resultados les haría mas sensibles a los cambios climáticos de primavera. En el resto de los grupos, con una mayor importancia de la alimentación en pesebre, ésta les permitiría compensar mejor los cambios en la disponibilidad de pasto.

La evolución de la NEC, como reflejo de la alimentación en el periodo de lactación, habría que considerarla tanto desde la perspectiva de la producción lechera, como del sistema en su conjunto. Un engrasamiento excesivo puede afectar negativamente la producción lechera (STERN *et al.*, 1978) e incluso dar lugar a problemas reproductivos (O'CALLAGHAN y BOLLAND, 1999). Sin embargo, esta no parece ser la situación actual, ya que incluso en los animales con una menor producción, la NEC media no se incrementa más de 0,75 unidades en lactación, sin que se alcance una puntuación superior a 3,0 en ningún momento.

Desde la perspectiva del sistema, una gestión de la alimentación en lactación tiene que considerar su papel en la recuperación de reservas y en la preparación de los animales para el siguiente ciclo de producción. En este sentido destacar, que a pesar de una alimentación uniforme para el conjunto de animales, aquellos inicialmente mas delgados son lo que experimentan un mayor incremento de la NEC ($r = -0,37$ $p < 0,001$), posiblemente relacionado con una mayor eficiencia en la utilización de la energía (STERN *et al.*, 1978) y una mayor ingestión (COWAN *et al.*, 1980). Es decir el manejo actual en lactación ejercería un efecto tamponador de las diferencias con el que las ovejas inician el ordeño. Por el contrario la dinámica de constitución de reservas supondría un hándicap para los animales de partos tardíos, considerando su preparación para la campaña siguiente.

En el presente estudio, destaca la importancia de la evolución de la NEC en el periodo del monte sobre el conjunto del sistema, lo que plantea la necesidad de conocer los mecanismos que intervienen en la reducción del nivel de reservas que tienen lugar durante la utilización de los pastos de montaña, con el fin de desarrollar las medidas para evitarla. Ello, de acuerdo a la información existente, permitiría mejorar los resultados reproductivos de las ovejas, además de reducir la nece-

sidad de potenciar la reconstitución de las reservas en el ordeño, periodo en el que son mayores los costes de la alimentación.

Bibliografía

ABECIA J.A., FORCADA F., SIERRA I., 1991, Influence de l'etat corporel sus la cyclicite et le taux d'ovulation chez la brebis Rasa Aragonesa. Options Mediterraneennes, Serie A 13: 117- 121.

ÁLVAREZ P.J., GUADA J.A., ZORITA, E., 1984. Influencia del plano de ingestión durante la lactación sobre la producción de leche en ovejas de ordeño de raza "Churra". An. INIA/Ser Ganadería. 21: 47-68.

ARNOLD G.W., BIRRELL H.A., 1977, Food intake and grazing behaviour of sheep varying in body condition. Anim. Prod., 24: 343-353.

BOCQUIER F., CAJA G., 1993, Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. Hungarian J. An. Prod. Supplemet 1: 580-606.

COWAN R. T., ROBINSON J.J., MCDONALD I., SMART R., 1980, Effects of body fatness at lambing and diet in lactation on body tissue loss, feed intake and milk yield of ewes in early lactation. J. Agric. Sci., Camb., 95: 497-514.

DITTRICH A., DÄBERITZ H., PREDIGER D., HOFFMANN M., FUCHS M., 1986, Untersuchungen zum Verzehrs- und Wiederkauverhalten an Schafen. 2. Verchuse an hochtragenden und laktierenden Mutterschafen beim Einsatz von Stroh-Konzentrat-Gemischen. Arch. Anim. Nutr., 36: 1043-1052.

FLAMANT J.C.; MORAND-FEHR P., 1982, Milk production in sheep and goats. En "Sheep and Goat Production" Editado por I.E. Coop. Ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 275-295.

FRUTOS P; BURATOVICH O., GIRALDEZ F.J., MANTECON A.R., WRIGTH I.A., 1998, Effects on maternal and foetal traits of feeding supplement to grazing pregnant ewes. Anim. Sci., 66:667-673.

GABIÑA D., ARRESE F., ARRANZ J., BELTRAN DE HEREDIA I., 1993, Average milk production and environmental effects on Latxa Sheep. J. Dairy Sci., 76: 1191-1198.

GEENTY K.G., SYKES A.R., 1986, Effect of herbage allowance during pregnancy and lactation on feed intake, milk production, body composition and energy utilization of ewes at pasture. J. Agric. Sci., Camb., 106:351-367.

GIBON A., DEDIEU B., THERIEZ M., 1985, Les reserves corporelles des brebis. Stockage, mobilisation et rôle dans les élevages de milieu difficile. 10emes Journées Rech. Ovine et Caprine INRA-ITOVIC, pp. 172-212.

M.L.C., 1983, Feeding the ewe. Ed. Meet and Livestock Commission, Milton Keines, U.K. 78 pp.

MARIJUAN S., 1996, El pastoreo en comunales. Estudio del comportamiento de las ovejas y la utilización de los recursos disponibles. Tesis de Master of Science C.I.H.E.A.M.-I.A.M. Zaragoza. 165 pp.

MOLENAT P., LAPEYRONIE P., VINCENT M., GOUY J., 1995, Variations de l'état corporel en système d'elevage méditerranéen transhumant. En "Pratiques d'elevage extensif: Identifier modéliser, évaluer" INRA Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement. 27:123-136.

MOLINA M.P., MOLLE G., LIGIOS S., RUDA G., CASU S., 1992. Evolution de la note d'état corporel des brebis de race Sarde dans des différentes systèmes d'élevage et relation avec la production laitiére. Options Méditerranéennes. Série A 13:91-95.

O'CALLAGHAN D., BOLLAND M.P., 1999, Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. Ani. Sci., 68:299-314.

OREGUI L.M., 1992. Estudio del manejo de la alimentación en los rebaños lecheros ovinos de raza Latxa y su influencia sobre los resultados reproductivos y la producción de leche. Tesis Doctoral. Fac. Veterinaria, Universidad de Zaragoza. 318 pp.

OREGUI L.M., GABINA D., VICENTE M.S., BRAVO M.V., TREACHER T., 1997a. Relationships between body condition score, body weight and internal fat deposits in Latxa ewes. Anim. Sci. 65: 63-69.

OREGUI L.M., GARRO J., VICENTE M.S., BRAVO M.V., 1997b. Estudio del sistema de alimentación en las razas ovinas Latxa y Carranzana: utilización de los pastos comunales y suplementación en pesebre. ITEA, 93ª 173- 182.

OSORO K., CELAYA R., OLIVÁN M., DEL POZO M., 1991, Rendimiento animal y dinámica vegetal en pastos de montaña formados por Agrostis-Festuca/Nardus/Calluna y Genista aprovechados por ovino y vacuno. ITEA, Vol Extra 11: 295-297.

REVILLA R., PURROY A., GIBON A., 1991, Evolution de l'etat corporel dans les troupeaux ovins exploites en zone de montagne. Options Mediterraneennes. Serie A 13: 103- 107.

ROBINSON J.J., 1986, Changes in body composition during pregnancy and lactation. Proc. Nutr. Soc., 45:71 -80

RODRÍGUEZ M., ASCAZÍBAR M., 1988, Potencialidad productiva de las praderas naturales en el País Vasco. XXVII Reunion Científica de la S.E.E.P., Jaca 6-8 Junio. Pastos, N.° Extraordinario. pp. 265-273.

RUSSEL A.J.F., GUNN R.G., DONEY J.M., 1968, Components of weight loss in pregnant hill ewes during winter. Anim. Prod., 10: 43-51.

SAVINI I., LANDAIS E., THINON P., DEFFOTAINES J.P., 1995, L'organisation de l'espace pastoral: des concepts et des représentations construits à dire d'experts dans une perspective de modélisation. En "Pratiques d'élevage extensif: Identifier modéliser, évaluer". INRA Etudes et Recherches sur les Systémes Agraires et le Développement. 27: 137-160.

SAS, 1987, SAS/STAT Guide for personal computers. Ed. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

STERN D., ADLER J.H., TAGARI H., EYAL E., 1978, Responses of dairy ewes before an after parturition to different nutritional regimes during pregnancy. II Energy intake, body-weight change during lactation and milk production. Ann. Zootech., 27:335-346.

SYKES A.R., FIELD A.C., GUNN R.G., 1974, Effects of age and state of incisor dentition on body composition and lamb production of sheep grazing hill pastures J.Agric Sci., Cambr. 83:135-143

SOKAL R.R., MICHENER C.C., 1958, A statistical method for evaluating systematic relationships. Uni. Kansas Sci. Bull., 38: 1409-1438

WESTON R.H., 1988, Factors limiting intake of feed by sheep. X. The effects of concentrate supplements on the voluntary consumption and digestion of a medium quality roughage. Austr. J. Agric. Sci., 39: 255-271.

(Aceptado para su publicación el 25 de enero de 2001)

ITEA (2001), Vol. **97A N.° 1**, 47-66

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA LECHERA DE LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

A. Aguilar Valdés*, A. Luévano González**

* Maestro-investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U-L. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Apdo. Postal 126, Admon n.° 3, CP 27003, Torreón, Coahuila, México

** Maestro-investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U-L. Miembro del PEDPD, Apdo. Postal 126 Administración n.° 3, CP 27003, Torreón, Coahuila, México

e-mail: aluevano@ul.uaaan.mx; aaguilar@ual.mx

RESUMEN

México produce el 8% de la leche que se consume en América del Norte, consume menos productos lácteos que EE.UU. y Canadá, e importa grandes volúmenes de leche. Sin embargo, la producción de leche manifiesta una tendencia de crecimiento. Se estima que el déficit en el consumo de leche es del 40% de acuerdo con los consumos mínimos determinados por FAO.

La distribución de la producción de leche en nuestro territorio ha dado origen a la identificación de 9 cuencas lecheras, que producen el 75% de la producción nacional de leche. Entre estas cuencas lecheras destaca la de la Comarca Lagunera localizada en el centro-norte de la República Mexicana. Las empresas de esta región participan con el 30% del mercado nacional de leche pasteurizada y ultrapasteurizada.

Palabras clave: Producción, Consumo, Cuenca lechera, TLC, Importaciones y déficit.

SUMMARY

CURRENT DAIRY CATTLE SITUATION IN MEXICO AND IT INFLUENCE IN THE NORTH CENTER ZONE

México produces 8% of milk that North America consumes, less lacteous products than EE.UU. and Canada. And it imports big milk volumes, however, the milk production shows a tendency of increase. It expects the decrease of this consume is 40% acording of the FAO minimum cunsumes.

The distribution of the milk production in our territory had origined to the identification of the milk river basin that produces 75% of the national milk production. Between this milk river basin stand the Comarca Lagunera, localized in the north center of the Mexican Republic. The enterprises of this region work in the 30% of the national pasteurized milk, market and ultrapasteurized milk.

Key words: Production, Consumption, Dairy region, NAFTA, Imports and deficit.

Introducción

México produce sólo el 2% de la producción mundial y es todavía el principal importador de leche en polvo descremada (LPD) el mundo, lo que significa, en consecuencia que es el país que destina a la compra de leche un fuerte suma de divisas (450 millones de dólares en 1998).

En el sector de producción primaria participan alrededor de 70 mil empresas en las que laboran 360 mil personas para manejar 7,6 millones de vacas de las cuales 2,5 corresponden a ganado especializado. Para el mantenimiento del total del hato se destinan a nivel nacional seis millones de hectáreas de forrajes, encontrándose 1,5 millones en zonas áridas y semiáridas y el resto en regiones tropicales y subtropicales (FIRA, 1999).

Características del sistema nacional de leche

A pesar del esfuerzo de tecnificación, en la actualidad la estructura productiva de la ganadería bovina de leche no es homogénea en el país, su diferenciación obedece básicamente a los niveles tecnológicos incorporados y condiciones climáticas, existiendo en el país cuando menos tres tipos de explotaciones: especializada, semiespecializada, y de ordeño estacional.

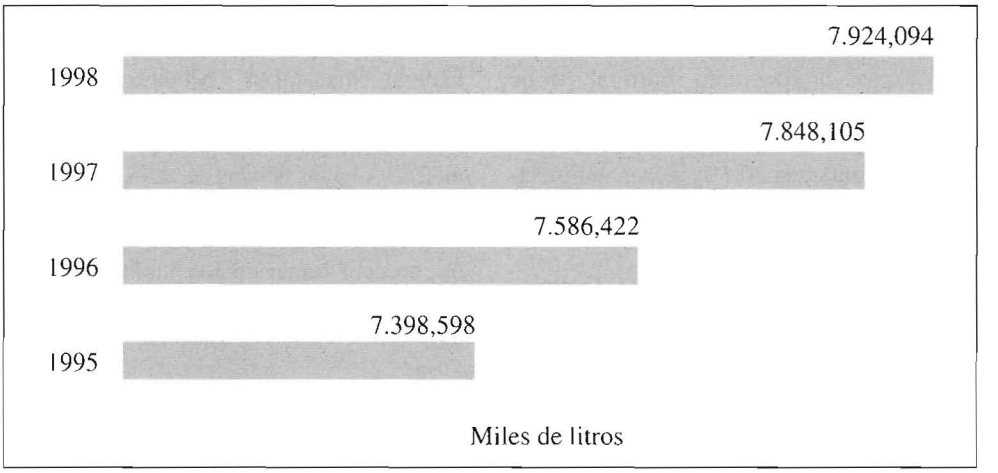
El ganado especializado o estabulado está compuesto principalmente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. La alimentación se basa en dieta especializada en forrajes y alimentos concentrados, se practica continuamente el mejoramiento genético y el control sanitario, y se cuenta además con una infraestructura y mano de obra especializada. El promedio por animal en producción es de 5.000 L/año. Con este sistema se abastece parte de la demanda del país y representa el 50,5% de la producción nacional y el 80% de toda la leche pasteurizada y ultrapasteurizada.

La ganadería semiespecializada cuanta con ganado Holstein y Pardo Suizo que se encuentra en condiciones de semiestabulación en pequeñas extensiones de terreno. Tienen en promedio 10 vacas con un rendimiento diario de 12 litros, que varían estacionalmente. Cuentan con inseminación artificial, la ordeña se realiza en forma manual o con ordeñadoras individuales, no cuentan con equipo de enfriamiento y la alimentación base del ganado es el pasto complementado con forrajes. Este sistema aporta el 30,3% de la producción total.

El sistema de ordeña estacional se desarrolla principalmente en las regiones tropicales del país y utiliza razas Cebuinas, y cruzas de ganado Suizo y Simmental. Su función zootécnica es la producción de carne. Su alimentación se basa en el pastoreo con el mínimo de suplementación alimenticia. Su aportación a la producción nacional equivale al 19,2%.

La producción de leche manifiesta una tendencia de crecimiento (figura 1). En esta situación ha contribuido fuertemente la lechería especializada, mientras que la ganadería lechera del trópico y el sistema semiestabulado no han sufrido grandes modificaciones en su producción, con excepción del ganado del Estado de Jalisco.

La distribución de la producción de leche en nuestro territorio ha dado origen a la identificación de 9 cuencas lecheras, que producen el 75% de la producción nacional de leche (cuadro 1). Dentro de estos indicadores que se presentan resalta por su nivel de producción y eficiencia la Comarca Lagunera.



Fuente: SAGAR-CEA,1998, *Boletín mensual de leche*, Volumen VI, número 6, Junio.

Figura 1. México. Producción nacional de leche de bovino.
Figure 1. México. National production of dairy cattle.

Cuadro 1. Estructura y producción lechera en las cuencas más importantes del país al mes de junio de 1997 y 1998
Table 1. Structure and dairy production in the most importants woodens of the country to June 1997 and 1998

Región productora	Producción anual (miles de litros)		Participación relativa	
	1997	1998	1997	1998
Jalisco	571.208	569.749	15,89	14,78
C. Lagunera	700.429	791,975	19,48	20,55
Veracruz	212.480	210,101	5,91	5,45
Chihuahua	284.220	319,808	7,91	8,30
Guanajuato	318.441	311,304	8,86	8,08
Edo. de México	172.963	160,685	4,81	4,17
Puebla	143.895	171,802	4,00	4,46
Hidalgo	153.647	167,908	4,27	4,36
Aguascalientes	170.650	190,991	4,75	4,96
Total nacional	3.595.135	3.854,010	100,00	100,00

Fuente: SAGAR-CEA, 1998, *Boletín mensual de leche*, Volumen VI, núm. 6, Junio.

De acuerdo con FIRA[1] (1998), el destino de la producción de leche en México es: 41,3% para la economía informal (leche cruda y queserías artesanales), en la elaboración de quesos 26,8%, leche pasteurizada y ultrapasteurizada 20,1%, leches industriales[2] (LPD y condensada) 7,2%, yoghurt 1,1% y otros derivados lácteos 3,5%.

Los Censos Industriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), mencionan que para 1993 existían 11.350 establecimientos industriales del ramo leche, de los cuales 9.486 se dedican a la elaboración de helados y paletas (83,57%), los que fabrican quesos y mantequillas con sistemas artesanales son 1.396 (12,29%), la fabricación de cajetas y derivados lácteos son 357 establecimientos (3,14%), las pasteurizadoras sumaron 94, representando el 0,82% mientras que la industria que elabora leches condensada, evaporada y en polvo sólo cuenta con 17 empresas. Es obvio en consecuencia el alto grado de concentración que existe en la industria lechera en el ramo de la pasteurización e industrialización. En el primer ámbito destacan empresas mexicanas como Lala, Evamex, Alpura, Sello Rojo, Grupo del Norte, Jersey y Permalat, en el segundo rubro encontramos empresas como la Nestlé, Philippe Morris, Danone, New Zelan Dairy Bord y Permalat.

El consumo de leche pasteurizada en un 85% se concentra en el mercado del Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey. En 1997 la distribución en el país se realizó en un 63,2% por medio de las tiendas de abarrotes, un 27,5% en las tiendas de autoservicio y un 9,3% a través del gobierno. Resalta la comerción vía las tiendas de autoservicio ya que se debe tomar en consideración que se ha liberado totalmente el arncel para la introducción de leche fluida (FIRA, 1999).

La FAO recomienda que se consuman 0.500 l/día de leche, sin embargo, se estima que el 40% de la población total del país nunca consume, y un 15% lo hace rara vez. FIRA estima que el consumo nacional aparente *per cápita* en 1998 en México es de 274 ml/día[3].

La producción nacional con respecto al consumo nacional aparente ha evolucionado favorablemente incluso en el período de la crisis 1994-1995. La parte cubierta por la producción nacional paso del 77,42% en 1992 al 86,25% en 1998. Lo anterior ha sido resultado de un incremento anual promedio del 3% de la producción nacional y una baja del 5% en las importaciones de leche. Dentro de los años críticos referidos para la economía mexicana, la contracción en las importaciones se origina en la falta de disponibilidad de divisas para el país, en donde y a pesar de

1. En el marco del programa de Alianza para el progreso, a lo largo de la década de los sesenta fluyen a nuestro país cuantiosos créditos provenientes de la banca internacional. Parte del financiamiento se oriento al campo mexicano por intermediación de los Fideicomisos Instituidos en relación a la Agricultura (FIRA), que en aquel entonces inicia sus operaciones con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

2. Para 1995 se tuvo una producción de 89 mil toneladas de leche condensada y 83 mil toneladas de leche en polvo. De acuerdo con SAGAR-INEGI de 1994 a 1999 la producción de leche en polvo ha disminuido en un promedio anual del 19%.

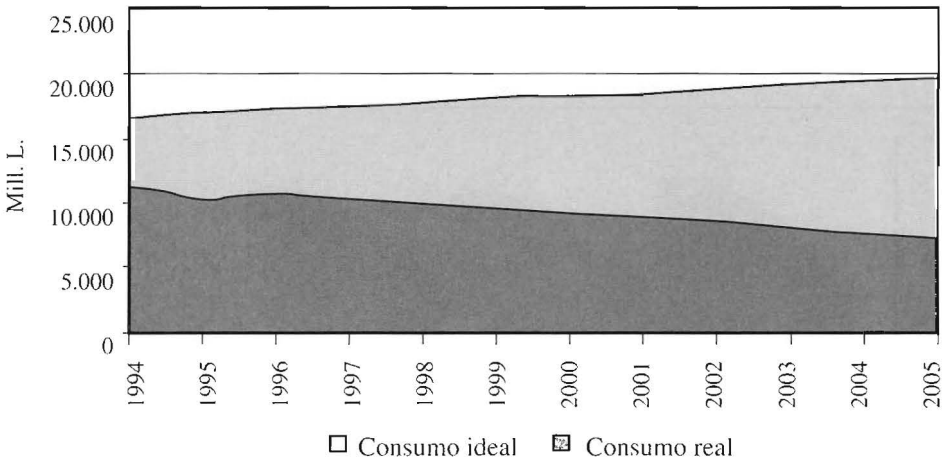
3. El consumo nacional aparente *per cápita* es estimado en función de la disponibilidad de leche en la que se incluye la producción nacional, más las importaciones (todas las leches que contemplan las mayores características del producto: fluida, en polvo, condensada, evaporada, etc.) menos las exportaciones entre la población nacional.

la situación la producción nacional lechera se mantuvo.

En 1997 el déficit (incluyendo importaciones) se estimó en 9,53 mil millones, en 1988 fue de 9,64 mil millones; siguiendo la tendencia lineal de crecimiento de las importaciones, para el año 2005, éste sería de 10,28 mil millones de litros anuales. Si el país se situara en un escenario en donde se frenaran las importaciones y se mantuviera el mismo ritmo en la producción nacional de leche, para el año 2005, se estimaría un aumento del déficit de 15 mil millones de litros.

La disponibilidad de leche por persona en México (descontando las importaciones) ha ido en descenso, lo que refleja que la tasa de crecimiento poblacional ha sido muy superior a la tasa de crecimiento de la producción de leche, de hecho en un escenario (figura 2) en donde no hubiera importaciones, la disponibilidad del producto por persona disminuiría hasta llegar al año 2005, con un consumo *per cápita* mucho menor que en 1972, es decir el año en que las cuencas lecheras en el país se encontraban en pleno despegue.

Si se considera un escenario de importaciones y proyectamos su tendencia en el mismo período y con el mismo ritmo de crecimiento (figura 3), se presentaría una situación engañosa; por un lado se tendería al consumo mínimo *per cápita* recomendado por la FAO, sin embargo el costo de lograrlo bajo estas circunstancias sería sumamente dañino para los productores lecheros del país; miles de establos desaparecerían, las



Fuente: SAGAR-SNIA. 1998. Datos básicos.

Figura 2[4]. México. Consumo ideal y aparente de leche.
Figure 2[4]. Mexico. Ideal and apparent consumption of milk.

4. La FAO considera un consumo mínimo indispensable de 0.500 litros por habitante. A partir de 1998 los datos son estimados. Las diferencias observadas han provocado un constante déficit en la Balanza Comercial de Productos Lácteos, para 1998 este déficit represento 192,2 millones de dólares.

economías periféricas se arruinarían, se afectaría el nivel de empleo, se fugarían millones de dólares y se pasaría a ser un país completamente dependiente de los vaivenes del mercado internacional. La anterior situación obligaría al Estado a subsidiar el consumo de volúmenes crecientes de leche importada, lo cual se antoja imposible dadas las restricciones presupuestarias de estos tiempos.

En México, como se puede apreciar, el problema no es de consumo, sino de disponibilidad de leche y de capacidad de acceso al mismo; el hecho de que buena parte de la población consuma leche cruda, revela el deterioro que ha sufrido el ingreso.

Considerando lo anterior, un escenario alternativo que elevaría el consumo *per cápita* e incrementaría la disponibilidad de la leche, contemplaría las siguientes medidas:

• Estimular la producción lechera nacional especializada y la de doble propósito, por medio de subsidios directos al productor, encaminados al aumento de la productividad por vaca y a implementar una estrategia para estimular el desarrollo genético que tienda a sustituir la importación de vaquillas y las importaciones de insumos.

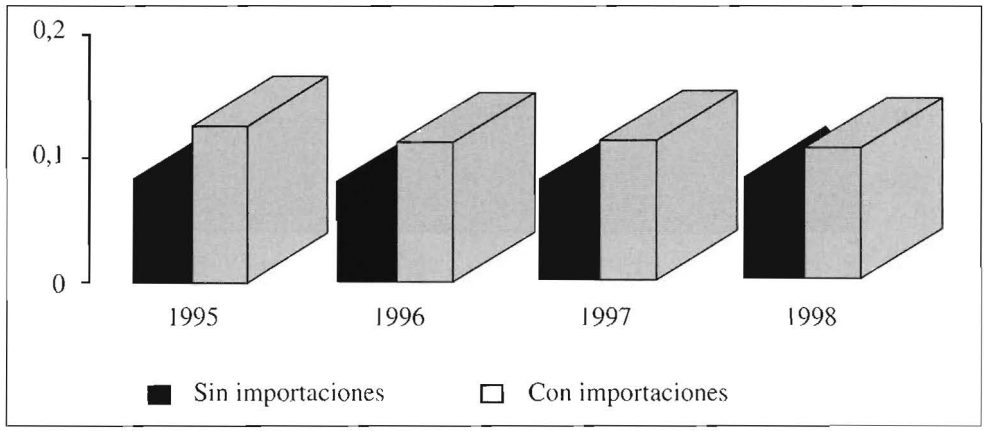
• Estimular la lechería familiar.

• Disminuir el ritmo de importaciones de acuerdo al ritmo de crecimiento de la ganadería lechera nacional.

• Elevar el ingreso de la población.

La producción de leche al TLCAN

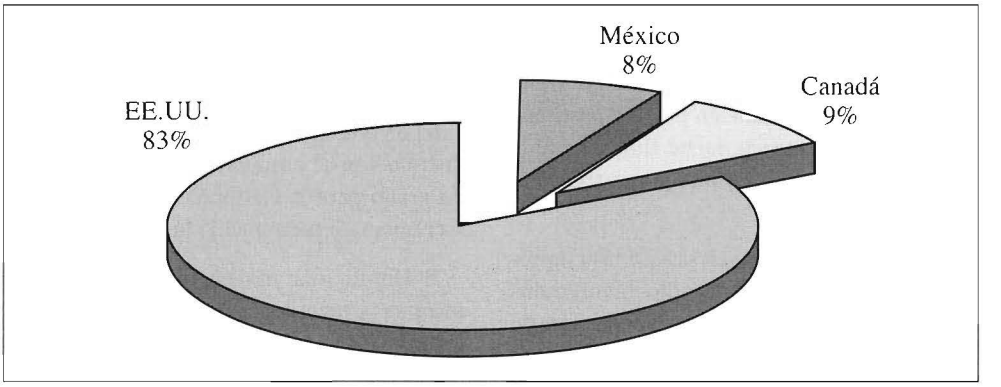
México sólo produce el 8% de la leche que se consume en América del Norte, consume menos productos lácteos que EE.UU. y Canadá, e importa grandes volúmenes de leche.



Fuente: *Ibíd.* Para los montos de importaciones, los datos fueron del cuadro de "Consumos Nacionales Aparentes de Productos Pecuarios" del *Boletín de Información Económica Pecuaria* de diciembre de 1998, editado por la CNG-DEECI.

Figura 3. México. Consumo *per cápita* de leche en dos escenarios[5].
Figure 3. Mexico. Milk consumption percapita in two different sites[5].

5. Importaciones. Incluye cambio de inventario de leche en polvo manejados por CONASUPO.



Fuente: USDA/FAZ/DL&P, 1999.

Figura 4. Producción de leche entera en el área del TLC en 1999.
Figure 4. Whole milk production in the TLC area in 1999.

El TLC con América del Norte (figura 4), modifica de varias formas las condiciones de acceso a los mercados de lácteos entre México, Canadá y EE.UU. Este tratado impone en el comercio de lácteos la arancelización de todas las restricciones a las importaciones del otro país. Lo anterior está dispuesto en la sección 22 de cuotas en EE.UU. y por el rubro de permisos de importación en México.

La importación de leche en polvo descremada (LDP), se encuentra en el grupo de productos con un arancel-cuota; es decir, sólo a partir de cierta cuota de exportación se paga un arancel. La cuota para la leche en polvo es de 40.000 toneladas métricas anuales y arriba de esta cantidad se paga un 139% de impuesto: la tarifa de sobre-cuota será eliminada hasta los 15 años a partir de 1993 y la tarifa cuota se incrementará un 3% por año.

La desgravación arancelaria bajo el tratado en relación a los principales productos lácteos es la siguiente:

Producto	1998	2000	2003
Leche y crema	5%	3%	Libre
Leche en polvo inferior a 1,5% de grasa	111,20%/q	93,90%/q	58,70/q
Leche en polvo superior a 1,5% de grasa	111,20%/q	93,90%/q	58,70/q
Yoghurt	10%	6%	Libre
Suero de leche con contenido de proteínas igual o menor a 12,5%	5%	3%	Libre
Mantequilla	10%	6%	Libre
Queso fresco	20%	12%	Libre
Los demás quesos	10%	6%	Libre
Helado	10%	6%	Libre

Resulta conveniente mencionar que los siguientes productos no quedaron incluidos en el TLC entre México y Canadá: leche condensada, evaporada, en polvo o pastillas, caseína, grasa butírica, leche fluida envasada, yoghurt, mantequilla, queso fresco y suero y lactosuero.

Por otra parte como es sabido las empresas estadounidenses han sido favorecidas con grandes subsidios para exportación de LPD, el gobierno ha apoyado la exportación en promedio anual de 116.000 toneladas de LPD entre 1992 y 1996 lo que ha representado el 25% de producción doméstica. De acuerdo al OECD (1995) refiere que tan sólo en 1994 Los Estados Unidos y Canadá transfirieron subsidios del orden del 54% y el 68% respectivamente. Marín (1999) señala certeramente:

"El mercado de lácteos estadounidense es un mercado protegido, racional y altamente subsidiado, con una alto grado de eficiencia y competitividad artificiales, con precios domésticos superiores a los internacionales, pero con precios competitivos en los mercados mundiales gracias a los soportes que los subsidios proporcionan".

Adicionalmente se observa que las importaciones que realiza México de LDP y otros derivados lácteos, además de contrariar el esfuerzo de los productores y las estrategias para lograr avanzar en la autosuficiencia se ven afectados por la competencia desleal que se emprende por parte de exportadores de Estados Unidos que envían al país productos con grasa vegetal, sebo de vacuno o de cerdo, lacto suero, etc.

Las consecuencias del TLC que los productores lecheros de las cuencas especializadas advierten son las siguientes:

• El ingreso de materias primas (leche entera o descremada en polvo) y productos lácteos elaborados será muy acelerado debido a la sobreproducción de EE.UU. y a la apertura comercial mexicana.

• Habrá una mayor inversión Norteamericana en México, en primer término para la distribución de productos lácteos y en segundo grado para la elaboración, por lo que se incrementará fuertemente la competencia.

• Habrá una mayor disponibilidad de insumos y tecnología para la producción de leche.

• La eliminación de subsidios en EE.UU. será más lenta de lo previsto debido a la fuerte presión de los productores norteamericanos, por lo que la competencia en México será desleal para los productores mexicanos.

• La agroindustria en México contará con mayor disponibilidad de materias primas, tales como leche entera, en polvo o descremada, para su comercialización y/o reconstitución en leche fluida.

• La compra de productos lácteos extranjeros por los consumidores afectará directamente a las procesadoras lácteas del país.

• Los precios al productor continuarán siendo insatisfactorios y se les demandará mayores niveles de calidad en el producto y en el servicio ofrecido por los productores de leche.

• Al no haber crecimiento en la producción, el déficit de leche tendrá que sustituirse con productos importados vía sueros y polvos que generarán una fuerte fuga de divisas.

Por su parte el gobierno federal ha realizado un conjunto de acciones dentro del programa estatal de "Alianza para el Campo", así por ejemplo durante 1995 se realizaron tres ajustes en materia de política de precios: de enero a marzo se implanto un control generalizado de los mismos que solo reconocía aumento en los precios derivados de las materias primas importadas; de abril a junio

la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial libero los precios de todos los lácteos excepto la leche pasteurizada y ultrapasteurizada; en noviembre y diciembre se autorizaron aumento en la leche que sólo entraron en vigor en la parte norte del país (área de las cuencas especializadas). La consecuencia de estas políticas derivaron en un crecimiento mayor de los costos con respecto a los precios concertados, dando como resultado que la captación de la industria pasteurizadora se contrajera y se desviara la leche hacia el procesamiento de derivados lácteos que no contaban con control de precios, originando con ello desabasto de leche fluida.

De 1995 al 2000 el gobierno federal se propuso incrementar la producción nacional de leche a un mayor ritmo que el crecimiento del consumo, con el objeto de reducir las importaciones.

Considerando un incremento anual del 3,5% en el periodo mencionado se planteó un crecimiento de la producción a una tasa superior del 10% anual lo que permitiría cubrir prácticamente el 90% del consumo anual y reducir las importaciones del 35 al 11%.

Las estrategias que se emprendieron para lograr este propósito se centraron en la disponibilidad y costo de los alimentos, el mejoramiento de los parámetros reproductivos del ganado lechero, el fortalecimiento de la infraestructura de acopio e industrialización y programas específicos para cada región del país.

En materia de precios la acción más importante fue la desincorporación de la leche de la canasta básica, con lo que prácticamente se liberó el precio de este producto.

A pesar de los esfuerzos emprendidos la producción sólo creció a un ritmo del 3% anual en promedio. Sin embargo algunas de las medidas mencionadas verán resultados en cuatro o cinco años, por lo que de seguir esta actitud del gobierno federal podrá lograrse un incremento anual en la producción de leche de alrededor del 6 o 7% a partir del 2002.

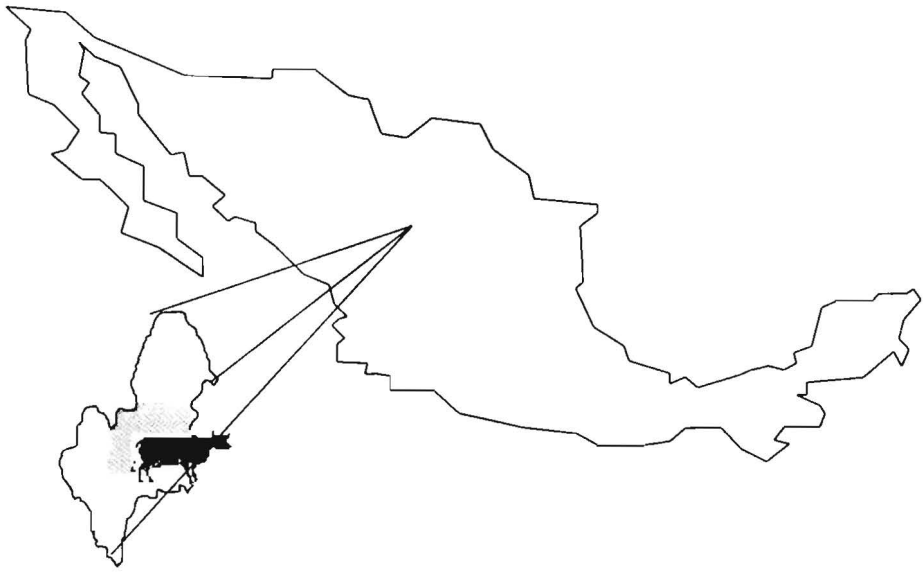


Figura 5. Localización de la Comarca Lagunera.
Figure 5. Comarca Lagunera location.

La lechería especializada en la Comarca Lagunera

El contexto fisiográfico de la región

La Comarca Lagunera (figura 5) se ubica en la parte central de la porción norte de la República Mexicana, entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' W.G. longitud oeste y los paralelos 24° 22" y 26° 53' latitud norte. La extensión territorial es de 47,887 km^2, distribuidos en 15 municipios, siendo cinco del estado de Coahuila y diez de Durango. El 80% de la topografía es semiplana.

La temperatura media anual histórica es de 23,1° C, siendo su máxima extrema de 41,5° C y su mínima de -5,5° C. La precipitación promedio anual es de 262 mm siendo cuatro los meses lluviosos (junio-septiembre).

Con las anteriores condiciones la agricultura y ganadería sólo es posible en condiciones de riego, para lo cual se dispone de dos fuentes de abastecimiento: el agua de gravedad y el acuífero subterráneo.

La actividad lechera en la Comarca Lagunera

Estructura de la actividad lechera

La lechería se desarrolla bajo condiciones intensivas, siendo fundamentalmente especializada. Se cuenta para 1999 con un inventario global de 350.000 cabezas y 170.000 vacas en producción. Predomina el ganado de la raza Holstein que se encuentra en hatos manejados con un alto nivel tecnológico.

La alimentación del ganado se conforma básicamente por alfalfa, ensilaje de maíz y alimentos balanceados (cuadro 2), los cuales se producen a nivel local. La demanda de forrajes se estima en 1.320,000 t de materia seca. Para cubrir el déficit de alimento, se

Cuadro 2
Aprovisionamiento de insumos para la ganadería regional
Table 2
Raw material storage for cattle in the region

Años	Avena F.	Ballico	Sorgo F.	Maíz F.	Alfalfa	Total
1995	3.900	5.123	2.747	5.241	29.146	46.157
1996	4.463	4.074	8.561	6.404	29.548	53.050
1997	5.500	2.194	12.154	15.962	34.499	70.309
1998	5.045	2.648	12.154	15.385	35.227	68.459
Producción total (t)	167.936	110.157	428.499	726.172	2.522,253	3.948,016
Producción (t/ha)	31,9	41,6	42,2	47,2	71,6	
% materia seca	19	23	28	28	24	
Materia seca (t) del total	30.578	25.336	119.980	203.328	554.896	934.117
Demanda en toneladas de materia seca						1.320,000

Fuentes: FIRA, 1999, Complementado con SAGAR, 1999.

importan de otras regiones del país como Chihuahua, Durango, y Tamaulipas.

En la actividad lechera regional participan dos sistemas de producción: el familiar y el intensivo el primero de ellos cuenta con 609 productores en tanto que el segundo tiene 965 productores lecheros (cuadro 3).

El sistema familiar tiene nivel tecnológico tradicional, con menos de 30 vientres en explotación, un sistema de ordeño manual o portátil, con instalaciones rústicas, emplean forrajes de regular calidad y tienen una capacidad empresarial baja. En cambio la lechería especializada cuenta con un nivel tecnológico avanzado, con mas de 200 vientres en explotación, sistemas de ordeño mecanizados, instalaciones modernas, una organización vertical y horizontal y alta capacidad empresarial. De acuerdo al número de vientres en 1999, 12.165 vientres (7%) se encuentran en la familiar, 16.200 (10%) en la media y 141.322 (83%) en la especializada.

El sistema de lechería especializado contribuye aproximadamente con el 95% de la producción de la comarca y cuenta con el 93% del total del hato.

Los parámetros productivos de las explotaciones en términos promedio han sido mejorados constantemente, pero aún se ubican por debajo del potencial productivo del hato, así por ejemplo se estima que en 1998, la parición fue alrededor de un 82% en tanto que la lactancia por vaca y día fue de 30 L, los días abiertos son de 110 y la fertilidad de 43%. Estos datos sin embargo hay que tomarlos con reserva dada la escasez de forrajes de buena calidad que se produjeron como consecuencia de la sequía.

Producción y tendencia del hato

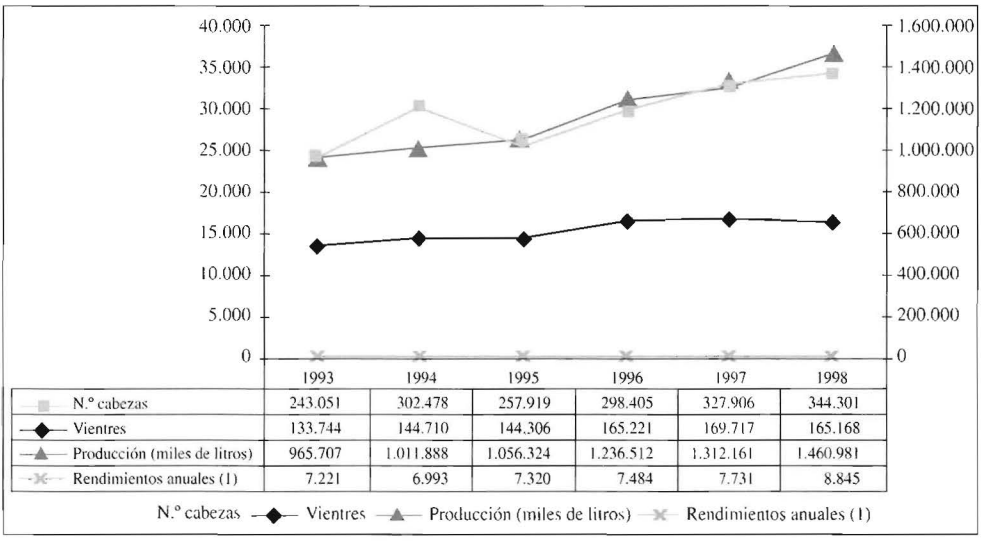
La tendencia del hato de la cuenca lechera en los últimos 4 años (figura 6) refleja un crecimiento del inventario de 3,6%, en tanto que los vientres en explotación ha tenido una tasa promedio de crecimiento de 5,6% y un aumento en éste período de 10,21% en la producción de leche.

La producción lechera anual por vaca ha reportado un comportamiento creciente de 1994 a 1998, el cual se traduce en un incremento promedio de 4,6%, producto de las

Cuadro 3
Estructura de la actividad lechera en la región
Table 3
Milk activity structure in the region

Concepto	Total	Lechería familiar	% del total	Lechería especializada	% del total
Número de empresas	373	76	20,38	297	79,62
Número de vientres	169,7	12,1		157.552	
Promedio de vacas en producción	455	160		530	
Número de productores	1.574	609	38,69	965	61,31

Fuentes: FIRA, 1999.



	1993	1994	1995	1996	1997	1998
N.° cabezas	243.051	302.478	257.919	298.405	327.906	344.301
Vientres	133.744	144.710	144.306	165.221	169.717	165.168
Producción (miles de litros)	965.707	1.011.888	1.056.324	1.236.512	1.312.161	1.460.981
Rendimientos anuales (1)	7.221	6.993	7.320	7.484	7.731	8.845

Fuentes: FIRA,1998 y SAGAR,1998.

Figura 6. Tendencia del hato lechero regional.
Figure 6. Trend of the regional dairy cattle.

constantes mejoras tecnológicas y por ende la infraestructura de la cuenca lechera. Entre los datos más importantes que nos indican el estado actual de la producción lechera en la Laguna se pueden señalar los siguientes:

• El hato lechero estabulado se conformó en 1998, por 165.168 cabezas en explotación, en los distintos sistemas de producción, que en suma producen alrededor de 1.460.981,9 miles de litros anuales.

• Se utilizan aproximadamente 410 toneladas de leche en polvo como alimento sustituto para las becerras.

• Un promedio de 15.000 vaquillas de reemplazo y 112.000 dosis de semen congelado. De las vaquillas de reemplazo 11.000 se importan de Estados Unidos, Canadá y en los dos últimos años de Uruguay y Alemania, dado los bajos precios de adquisición.

En la Comarca Lagunera se cuenta con las mejores explotaciones para ganado estabulado en el país, y de las más eficientes organizaciones de los productores para comercializar sus productos. La producción láctea ha ido en aumento año con año y 1998 y 1999 no fueron la excepción.

A nivel nacional, la Laguna se caracteriza por ser una de las cuencas lecheras más importantes del país, esto es en gran parte debido a la calidad genética de su ganado Holstein, el cual ha mejorado notablemente. Este logro se debe en gran parte a las importaciones de vaquillas al parto y semen de los mejores toros de EE.UU. y Canadá.

Perfil de las empresas agroindustriales de la leche en la Región Lagunera

En torno a los establos lecheros surgieron agroindustrias (cuadro 4), beneficiadoras de leche y derivados lácteos, comercializadoras de ganado lechero, empresas químicas, farmacéuticas y de servicios de asistencia

técnica, constructoras de establos, compañías de equipo de ordeño, etc. La expansión tan importante que el consumo de leche ha tenido en las zonas urbanas y en especial en el Distrito Federal, ha llevado a los productores regionales a conquistar esos importantes mercados.

Desde sus orígenes la agroindustria de la leche no se ha cerrado al mercado de la pasteurización ya que se dedica a diversificar su producción. La actividad lechera ha sido la base del desarrollo agroindustrial de derivados lácteos (cuadro 5), el cual, además de agregar valor a la leche, ha generado fuertes

Cuadro 4. Empresas de acopio y transformación en 1999
Table 4. Gathering and transformation companies in 1999

		Capacidad en millones de litros al año		
	Número	Nominal	Operación	Utilizada %
Centros de acopio	24			
Grupos industriales	8			
E. artesanales	12			
Pasteurización	5	1.200	828	69
Ultrapasteurización	3	275	214	78
Quesos	44	300	163	54
Yoghurt y otros	4	140	107	76
Totales	100	1.915	1.312	69

Notas: Las capacidades nominal y de operación corresponden a la de los grupos industriales con sede en la región e incluyen los volúmenes de operación de las filiales ubicadas fuera de la Comarca Lagunera. Se incluyen en el proceso de quesos y derivados 7.500 toneladas de leche en polvo y 45 millones de litros de leche de cabra.
Fuente: FIRA, 1999.

Cuadro 5. Principales agroindustrias regionales
Table 5. Main regional agribusiness

Empresa	Producto
Pasteurizadora Laguna S.A. de C.V.	Leche pasteurizadora
LALA Derivados Lácteos	Queso, yoghurt, crema y mantequilla
Chilchota Alimentos	Leche, queso, yoghurt y crema
Monica's Foods	Leche y yoghurt Bell
Pasteurizadora Lerdo S.A. de C.V.	Leche pasteurizadora
La Risueña S.A. de C.V.	Leche pasteurizadora y derivados

Fuente: LALA,1998.

inversiones en la región así como un buen número de empleos.

Para el año de 1998, el volumen de captación ascendió a 1.312 millones de litros destinándose 828 millones de litros a la leche pasteurizada, 1,49 toneladas a la crema y la grasa butírica, 214 millones de litros a la leche ultrapasteurizada (UHT), 33,5 toneladas al yoghurt y 71 t a otros derivados. De acuerdo a los volúmenes de captación en 1997-98, las empresas se encuentran ordenadas conforme se aprecia en el cuadro 6. Del conjunto de empresas destaca el Grupo LALA ya que de 1997 a 1998, incrementó su volumen de captación local pasando de 736.525 a 887.309 miles de litros. En el ámbito foráneo su crecimiento fue impresionante ya que en el período 97-98, la captación aumentó de 12.110 a 42.282 en 1998.

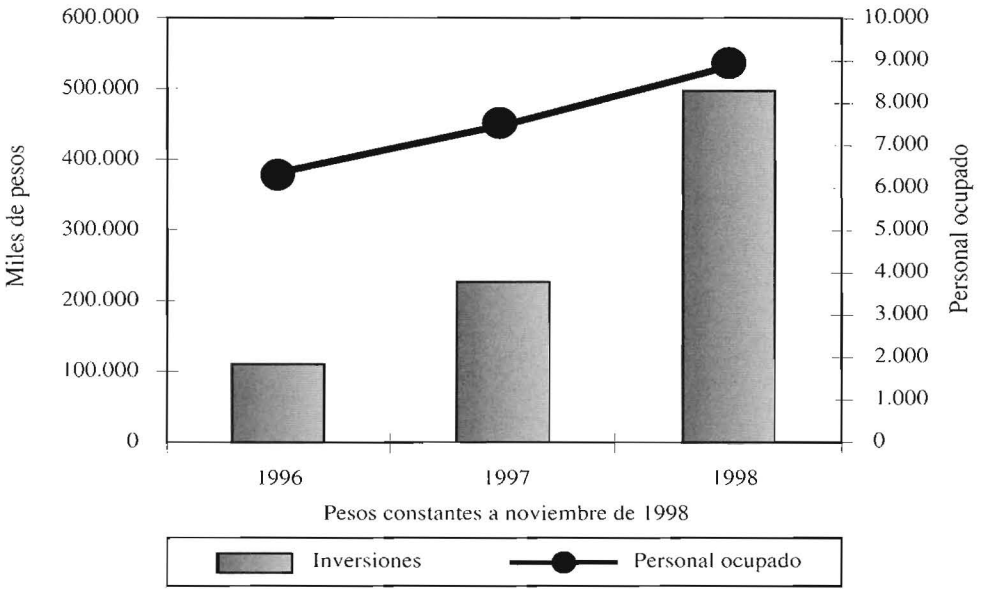
El anterior dinamismo en el mercado, no sería posible si la organización de los productores lecheros no hubiera sido capaz de integrar su producción y de allegarse los recursos financieros necesarios para emprender las empresas mencionadas. Dentro de esta estrategia, la Unión de Crédito Industrial y Agropecuario de la Laguna, S.A. de C.V. proporciona a sus socios, los créditos necesarios para la operación de los establos y compra de insumos otorga además créditos para la compra de equipo e infraestructura para la adquisición de toda la infraestructura y tecnología necesarias para construir empresas lecheras, lo que le ha permitido al Grupo LALA generar todo un conjunto de empresas que en forma vertical y horizontal benefician a los socios que pertenecen a esta empresa. El grupo LALA cuenta con 26 empresas dentro de las que destacan: una unión de crédito, seis pasteurizadoras en diferentes regiones del país, tres empresas de derivados lácteos, una de envases especializados, corporativos, empresas de servicios, etc.

Casi todos los lecheros de más antigüedad pertenecen al grupo LALA. La clave ha

Cuadro 6. Participación en la captación de leche en 1998-99 por las empresas regionales
Table 6. Participation in milk production during 1998-1999 by agribusiness in the region

Empresas	Millones de L en 1998	Millones de L en 1999
Grupo Industrial LALA S.A. de C.V.	748,6	840
Productores de Leche Pura S.A. de C.V.	99	103
Chilchota Alimentos S.A. de C.V.	145	150
Lácteos de Oriente S.A. de C.V.	53	70
Pasteurizadora Lerdo S.A. de C.V.	37	36
La Risueña S.A de C.V.	22	22
Lácteos Mayrán S.A. de C.V.	15	19
Monica's Foods S.A. de C.V.	47	69
Otras	51	46
Total	1.237	1.312

Fuente: FIRA,1999 y LALA, 1999, Administración y Control.



Fuente: Grupo Industrial LALA, 1998.

Figura 7. Personal ocupado y Activos fijos del Grupo LALA.
Figure 7. Personnel and assets of LALA Group.

sido que a pesar de las limitantes, el Grupo Industrial ha reinvertido y se ha reestructurado, cuidando su salud financiera y empleando créditos adecuados para crecer, lo que sin duda ha impactado en una mayor producción y una sólida y firme generación de empleos (figura 7).

El mercado de la cuenca lechera

Como se señaló, en 1998 la producción fue de 1.461 millones de litros, en tanto que en 1997 fue de 1.352, para este último año la captación de leche sin pasteurizar se distribuyó como se señala en el cuadro 7. Destinándose el volumen captado a producir diversos productos que se ofrecen al mercado por parte de la cuenca lechera regional (cuadro 7).

La comercialización tanto en el mercado primario como en el secundario se realiza teniendo una infraestructura de transporte eficiente que permite disponer el producto en tiempos y con la máxima calidad e higiene (cuadro 8).

Las empresas de la Comarca Lagunera participan con el 30% del mercado de leche pasteurizada y ultra pasteurizada a nivel nacional. El mercado más importante para el sistema leche de la Comarca Lagunera lo constituye el Distrito Federal ya que ahí se destinó el 32,2% de la leche pasteurizada en 1999.

El 79 % de la producción se comercializa en forma de leche pasteurizada y en cuanto a los puntos de venta, el 75% lo constituyen detallistas y el resto por medio de cadenas de autoservicio y comercializadoras regio-

Cuadro 7. Productos comercializados
Table 7. Productos comercializados

Productos	Unidad	Volumen
Leche pasteurizada	10^6 L	828,3
Leche UHT	10^6 L	214,3
Quesos	t	38,0
Crema y Grasa B.	t	1,5
Yoghurt	t	33,5
Otros derivados	t	71,8

Fuente: FIRA, 1998.

Cuadro 8. Comercialización y transporte de materias primas en 1999
Table 8. Raw materials marketing and transportation in 1999

	N.° unidades	Volumen (10^6 L)	Capacidad (10^6 L / vía)
Transporte de leche sin pasteurizar	209	1.312	30
Establo-centro de captación	87	1.052	33,1
Centro de captación-industria	122	260	17,5
Equipo de distribución	1.520	1.312	3,5
Totales	1.729	2.624	16,8

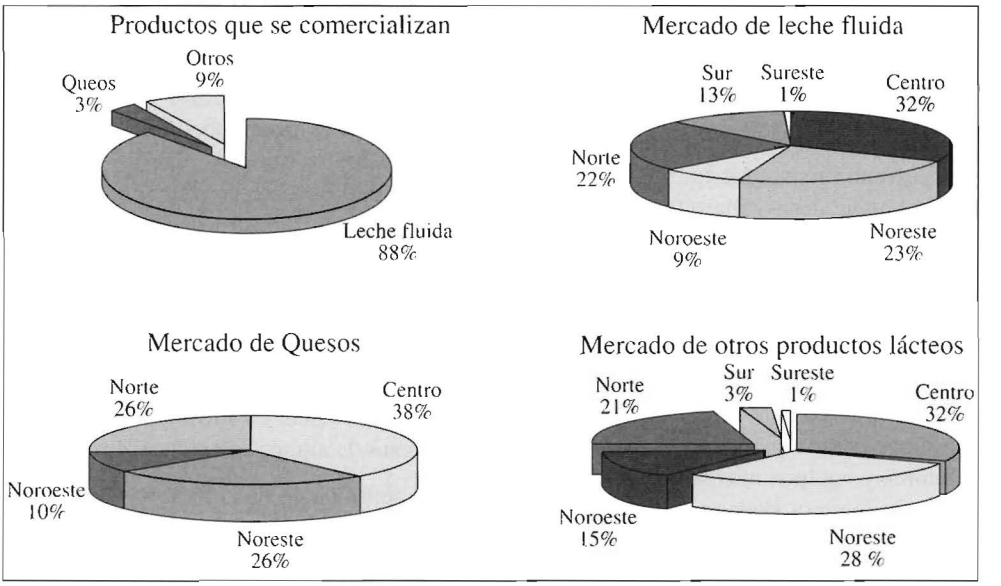
Fuente: FIRA, 1998.

nales, lo que le da gran fuerza de negociación a ésta agroindustria. En el mercado regional LALA concentra el 77%, Chilchota el 10% y el resto de las empresas el 13%.

Los mercados geográficos de la leche fluida y otros derivados como el yoghurt, leche maternizada y dulces se distribuyen en diferentes regiones de la República Mexicana y el extranjero. Para el caso del país (figura 8) el mercado para todos los casos se concentran en el centro y el volumen principal que se comercializa es el de la leche fluida con 1.043 millones de litros para 1998.

Los prestadores de servicios y su participación en la actividad lechera regional

La Comarca Lagunera ha sido por muchos años un foco de atención para el comercio, tanto nacional como internacional, ya que se ha caracterizado por ser una zona altamente agropecuaria y agroindustrial, lo anterior crea necesidades a gran escala. Esto hace que se usen y se busquen formas especiales de enlace comercial en donde el proveedor de servicios se convierte más que un



Fuente: FIRA, 1999.

Figura 8. Mercados atendidos por la cuenca lechera de la Comarca Lagunera.
Figure 8. Markets attended for the Comarca Lagunera milk woodens.

vendedor, en difusor directo de tecnologías. Todas las empresas, independientemente de su tamaño, productos o servicios que proveen a la comunidad cumplen con una función social por pertenecer y ser parte de ella. Los que se dedican a prestar servicios a la ganadería lechera también cumplen con esta función abarcando los siguientes renglones:

• *Promoción de fuentes de trabajo en todos los niveles*. Estas empresas requieren desde empleados generales como son estibadores, auxiliares, choferes, encargados de tiendas, promotores, etc. hasta los servicios profesionales médico veterinarios y agronómicos.

• *Transferencia de tecnología*. Los proveedores de servicios son los que están en contacto directo con la tecnología de primera línea. Son los que servirán de enlace para poder transferir la tecnología, innovaciones o beneficios adicionales.

• *Educación y entrenamiento*. Para el sector lechero, hoy en día, ya no es tan sencillo proveer o aplicar determinado producto, si no va acompañado de una asesoría por parte del fabricante o distribuidor. Todo esto se logra con cursos programados, pláticas informales, etc.

• *Asesoría Financiera*. Cualquier empresa, sin importar el tamaño de ella, cuenta con los servicios de consultoría para que le lleven a cabo valoraciones de equipo e infraestructura, proyectos, así como también la gestión y financiamiento para determinar su viabilidad en el corto y largo plazos.

Las explotaciones lecheras requieren de una gran variedad de productos y servicios suministrados por un sinnúmero de empresas entre las que destacan:

• La industria de alimentos balanceados.

• La industria farmacéutica.

• Los asesores y vendedores de semen, embriones, importación de ganado.

• Los proveedores de semillas, fertilizantes, agroquímicos, granos, forrajes, suplementos minerales y subproductos.

• Las de asesoría y venta de productos informáticos.

• Proveedores de equipo de ordeño y toda la gama de accesorios.

• Empresas que suministran equipo mecánico como son los carros mezcladores, tractores y equipos más sofisticados, como es el uso de rayos láser en la agricultura.

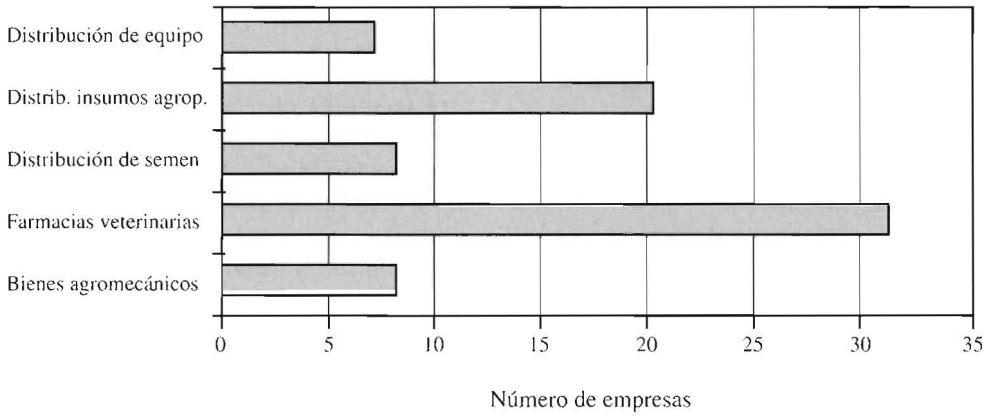
• Otras empresas involucradas como los mecánicos, electricistas, talleres de embobinados, torneros, soldadores, carpinteros, etc.

• Las de recolección y acarreo de cosechas para el ganado lechero, así como su asistencia técnica integral y administración.

Los prestadores de servicios forman una parte activa y trascendente dentro de los grupos sociales que apoyan y se benefician por vía directa de la actividad empresarial lechera en el ámbito regional (figura 9).

Como ya se mencionó, otro de los efectos económicos y sociales que la actividad lechera de la región ha generado, ha sido el impulso de una industria de alimentos balanceados. A la fecha y debido también al incremento que en la región ha tenido el ganado destinado a la producción de carne y a la avicultura se han integrado importantes empresas destinadas a esta actividad. En la Región Lagunera existen en forma aproximada 19 empresas de alimentos balanceados.

El surgimiento de la industria de alimentos balanceados generó una fuerte demanda de granos y pastas, beneficiándose también de manera indirecta aquellos productores agrícolas, que anteriormente no contaban con compradores seguros. La demanda regional de estos productos es de más de tres millones de toneladas de materia verde. En 1998 sólo la empresa LALA alimentos, produjo 195.655 toneladas de alimento balanceado, 36.909 t de maíz rolado y 168.335 t de sorgo.



Fuente: FIRA, 1999.

Figura 9. Empresas de servicios a la ganadería lechera.
Figure 9. Services to the cattle dairy.

Los apoyos del Fideicomiso Instituido en relación a la Agricultura (FIRA) a la ganadería lechera

Los apoyos crediticios de FIRA en apoyo a la cadena productiva de leche desde inicios de la década a 1999, ascienden a $4.397 millones dentro de los cuales destacan $2.124 millones de crédito para equipo e infraestructura a la actividad primaria (ganado, construcciones, maquinaria y equipo), monto que equivale al valor de 163.000 vaquillas al costo actual y que representan el 96% de los vientres lecheros en producción en la Comarca Lagunera.

Dentro de la actividad primaria, el 78% de las operaciones han sido destinadas a la capitalización de las empresas ganaderas y el restante 22% como financiamiento en apoyo al capital de trabajo en los establos, básicamente en la producción y compra de los forrajes.

Complementariamente se promueven los apoyos financieros a la fase agroindustrial de la cadena leche, los cuales han tenido su particular importancia por su contribución al desarrollo del transporte, procesamiento, envase, distribución y comercialización del producto, así como alimento balanceado que demandan los establos.

La ganadería lechera también ha coadyuvado a la estabilidad económica y social de los productores ejidales de leche, que se encontraban inmersos en el azaroso cultivo del algodonero, la existencia de ingresos cíclicos derivados de la venta de la leche y una comercialización segura para los socios de las pasteurizadoras, han permitido un mayor arraigo en el campo y una más amplia seguridad para sortear los avatares de la crisis económica del país.

De acuerdo a las declaraciones de expertos en ganadería de leche, las explotaciones lecheras regionales han contribuido a lo anterior a través de la generación de empleos en el campo. Según su opinión es necesario, en condiciones óptimas, un empleado por cada 15 a 20 vacas en producción, además de necesitar 2 pastureros y un relevo por cada 100 vacas. Esto representa 16.406 empleos directos sin incluir personal veterinario, técnico administrativo, etc. y en el sector agroindustrial se consideran más de 8.000 empleos, lo que representa 24.406 plazas que genera la actividad lechera a nivel de explotación básica e industrial.

Conclusiones

1. En la actualidad, alcanzar la soberanía lechera es de la más alta prioridad, por lo cual se requiere efectuar cambios radicales en la visión importadora que el Gobierno Federal ha manifestado en anteriores sexenios.

2. El alcanzar esta meta supone un sector lechero moderno, con rentabilidad estable e igualdad en las condiciones de competencia internacional. Es necesario que además se establezcan normas sanitarias congruentes y consistentes que se apliquen estrictamente al producto importado.

3. Los avances logrados en la ganadería necesitan de una respuesta del Estado Mexicano para su consolidación.

4. Las condiciones de producción y comercialización de los países con los que México compite en el área del TLC, son difíciles por los apoyos, subsidios, precios soporte, barreras no arancelarias y en general por la protección doméstica que estas naciones proporcionan a sus productores lecheros. Modificar estas condiciones, requiere programar importaciones para que éstas sean

complemento de la producción nacional y no sustitutos.

5. El nuevo reto es producir más por la vía de los rendimientos, crear mayor valor agregado, reducir costos de alimentación y reemplazo de vaquillas y proteger al medio ambiente. Esto implica crear un nuevo productor lechero y nuevas relaciones de mutuo beneficio entre los actores del complejo de la leche y de éstos con la sociedad. Hay que construir condiciones simétricas de producción y comercialización acordes con los países con los que se está compitiendo.

6. La ganadería lechera regional ha coadyuvado en forma importante al desarrollo del país y de la Comarca Lagunera. No tan sólo ha ofrecido un producto pasteurizado rico en proteínas e higiénico a amplias capas de la población, sino que también por mucho tiempo ha servido para no encarecer el salario y favorecer la industrialización del país.

7. Los efectos positivos que la Cuenca Lagunera ha provocado en la región y en el país han sido múltiples, destacando entre ellos la generación de toda una actividad agroindustrial, la de provocar una mayor modernización de las actividades lecheras en la región y en México, y la de crear empleos e ingresos que son invaluables en estos tiempos de crisis.

Bibliografía

AGUILAR V.A., LUÉVANO G.A., 1994, "Análisis comparativo de los costos de producción de leche entre México Estados Unidos y Canadá", Revista México Ganadero, Núm. 391, septiembre, pp. 34-40.

AGUILAR V.A., LUÉVANO G.A., 1994, "El hato lechero mexicano y su desafío", Revista México Ganadero, Núm.389, julio, pp. 21-28.

AGUILAR V.A., LUÉVANO G.A., 1997, Diseño de Cuestionario para el Diagnóstico Prospectivo del Sector Agropecuario Lagunero, Torreón Coah.

BANCO DE MÉXICO - FIRA, Marzo de 1998, "Diagnóstico de la Ganadería de Leche", Subdirección Regional Norte, Residencia Estatal: Comarca Lagunera, Torreón Coah.

CNA, Región Hidrológica 36, 1998.

CNG, 1998, Información Económica Pecuaria, Dirección de Estudios Económicos y Comercio Internacional, Abril, México.

FAO, 1997, Boletín trimestral FAO Estadísticas, Vol. 9, núm. 5.

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LECHERÍA - IDF, 1997, "Resumen del Mercado Lechero en México", Boletín N.° 323, The World Dairy Situation.

LALA-Administración y Control S.A. de C.V., Enero de 1999, "Características generales del Grupo LALA", 12 pp. Gómez Palacio Dgo.

MARÍN L.P., 1999, "Las políticas de precio y subsidios en la actividad lechera", En el texto titulado: "Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global", Coordinadores: Estela MARTÍNEZ B. *et al.*, 1.ª ed. Ed. P y V, IIS, UAM, IIES-UNAM, pp. 247-270.

RODRÍGUEZ B.J., AGUILAR V.A., 1998, "Diagnóstico situacional estratégico de empresas lecheras en la Comarca Lagunera", Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Torreón, Coah.

SAGAR-Delegación, 1998, de la Región Lagunera, "Características de la Región Lagunera: Coahuila y Durango", Lerdo, Dgo., México.

SAGAR, 1997, Leche, Boletín informativo mensual, Volumen V, Números 1-9 de enero-septiembre.

SAGAR-CEA, 1998, Leche, Boletín informativo mensual, Volumen V, Números 1-6 de enero-junio.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL - SAGAR, 1998, "Sistema Nacional de Información Agropecuaria", Centro de Estadística Agropecuaria, México D.F.

SOMEXAA, Mayo 1997, "Memoria: XI Congreso Internacional de Administración de Empresas Agropecuarias", Centro de Convenciones, Torreón Coah.

(Aceptado para su publicación el 25 de enero de 2001)

ITEA (2001). Vol. 97A N.° 1, 67-82

CALIDAD DE LAS CANALES PRODUCIDAS EN EXPLOTACIONES PORCINAS NAVARRAS

L. Alfonso*, R. Ruiz*, J.I. Muñoz*, O. Moreno*, B. Simón**

* Área de Producción Animal, Universidad Pública de Navarra, Campus Arrosadía, s/n, 31006, Pamplona, España
e-mail: leo.alfonso@unavarra.es

** AN, S. Coop., Campo de Tajonar, s/n, 31192 Valle de Aranguren, España

RESUMEN

La normativa europea reglamenta la clasificación de las canales porcinas con el objetivo de comparar precios y estimular el pago justo a los productores. En España no existe una tabla de pago semejante a la existente en Francia o en Holanda que estimule la producción de determinado tipo de canales. Tampoco se publican valores de referencia que permitan al productor conocer como se sitúan las canales que está produciendo respecto a otras empresas, regiones o países productores. En este trabajo se analizan las características de calidad de las canales producidas en explotaciones asociadas a una cooperativa navarra. Se dispuso de un total de 22.635 canales clasificadas mediante el aparato "Fat-O-Meater" en un único matadero durante los años 1997 y 1998. Se analizó la heterogeneidad existente en calidad de canal (espesor de grasa dorsal, profundidad de lomo y porcentaje estimado de magro) y algunos factores explicativos (año, explotación, peso canal). En una pequeña muestra de canales se midió adicionalmente la conductividad eléctrica como medida de la calidad de su carne. Los resultados indican unas características medias en calidad de canal y carne (55% de magro, 17 mm de espesor de grasa, 53 mm de profundidad de lomo, 6µS de conductividad eléctrica) y una elevada heterogeneidad fundamentalmente entre canales y para el espesor de grasa dorsal. No se halló una clara relación entre calidad de canal y carne, aunque los resultados indicaron que la calidad de carne era mayor entre las canales que presentaban un menor contenido magro.

Palabras clave: Clasificación canales, Calidad carne, Cerdo.

SUMMARY
CARCASS QUALITY OF PIGS PRODUCED IN NAVARRA

The European Community legislation established a pig grading regulation in order to make the market more transparent and to guarantee producers fair payment. In Spain it does not exist a grading system for payment as in France or Holland that stimulate the production of a defined kind of carcass. Values of reference to compare results obtained by farmers with those of companies, regions or countries are not published. This works analyse the quality carcass characteristics obtained in farms of a co-operative from Navarra. A total of 22,635 carcass were classified by using "Fat-O-Meater" in a slaughter during 1997 and 1998. The heterogeneity in carcass quality

(thickness of backfat, thickness of muscle and estimated percentage of lean meat) and some influencing factors (year, farm, carcass weight) were analysed. In a small subsample electrical conductivity was also measured as a criteria of meat quality. Results shown regular carcass and meat quality characteristics (55% of lean meat, 17 mm of thickness of backfat, 53 mm of thickness of muscle, 6µS of electrical conductivity) and a high heterogeneity mainly among carcass and for the thickness of backfat. There was not a clear relationship between meat and carcass quality, therefore results indicated that meat quality was higher in carcass with less lean meat content.

Key words: Grading carcass, Meat quality, Pig.

Introducción

En el año 1984 se introdujo un modelo comunitario de clasificación de las canales de cerdo (Reglamento (CEE) n.º 3220/84). En él se consideraba la necesidad de establecer unas normas generales que garantizasen un pago equitativo a los productores en función del peso y de la composición de los cerdos entregados al matadero, y que permitiesen establecer las cotizaciones del cerdo sacrificado sobre una base común garantizando así su comparabilidad con el precio de base válido para la calidad tipo. Dado que este nuevo modelo de clasificación era de obligada aplicación para todos los estados miembros a partir del 31 de diciembre de 1988, se establecieron en cada estado métodos autorizados de clasificación que en España quedaron regulados por la DECISIÓN 88/479/CEE. Esta Decisión autorizaba la utilización de tres métodos de clasificación, siendo el basado en el aparato "Fat-O-Meater" el más utilizado en los mataderos españoles. La estimación del porcentaje de magro realizada por este aparato se basa en una fórmula (DECISIÓN 94/337/CEE) deducida de la disección completa de una muestra de canales representativa de la población porcina española (GISPER y DIESTRE, 1994). Como consecuencia del elevado coste del procedimiento de disección completa, algunos Estados miembros decidieron utilizar métodos simplificados, hecho que condujo a desviaciones del porcentaje de magro entre países (DAUMAS y DHORNE, 1998). El resultado fue una nueva Directiva (Regulación 3127/94) basada en una disección parcial de los cuatro cortes más grandes de las canales. En 1998, aunque sólo 5 países (Francia, Finlandia, Dinamarca, Alemania y Austria) habían implementado los nuevos métodos autorizados, la mayor parte de Estados miembros disponían de esos nuevos métodos, siendo España una de las pocas excepciones (DAUMAS y DHORNE, 1998).

Por otra parte, el Reglamento (CEE) n.º 3537/89 establece el tipo de canal sobre el cual fijar las cotizaciones del cerdo sacrificado, contemplando la posibilidad de que cada Estado miembro escoja las categorías de peso y su eventual ponderación. De este modo, algunos Estados miembros han elaborado tablas propias de precios de referencia, estableciendo un conjunto de primas y penalizaciones de referencia, para orientar la producción hacia un determinado tipo de canal. Es el caso de Francia, Dinamarca y Holanda, en donde se fija el precio base aproximadamente en el porcentaje de magro de la canal promedio de su población y se

otorga un precio diferente según el peso y el porcentaje de magro de la canal (GISPER y DIESTRE, 1999). En España nunca ha habido una tabla de precios de pago de referencia. Así, existe gran variabilidad en función del matadero en la forma de pago. Hay muchos mataderos en los que únicamente se tiene en cuenta el peso de la canal para establecer el pago de las canales, aunque en algunos sí se establecen primas y penalizaciones en función de la clasificación SEUROP. Pese a todo, la evolución del porcentaje de magro parece que ha sido positiva en España, con un aumento de 4,4 puntos en el periodo 1990-1997 (GISPER y DIESTRE, 1999), lo que se puede entender como una demanda por parte de los mataderos de canales más magras.

GISPER y DIESTRE (1999) indican que la heterogeneidad de las canales sacrificadas en España es mayor que en otros países como Dinamarca u Holanda, relacionando este hecho con la ausencia de una tabla de precios que oriente la producción. La homogeneidad en cuanto a peso y porcentaje de magro de las canales sacrificadas es un aspecto importante en la comercialización de los cerdos cebados, de modo que tanto los valores medios como la dispersión en cuanto a peso y porcentaje de magro, determinan el valor comercial de cada lote de sacrifico.

Un importante aspecto relacionado con la calidad de la canal es el de la calidad sensorial de la carne. Se acepta que durante los últimos treinta años la calidad de la carne se ha visto francamente deteriorada como consecuencia del interés por disponer de canales de elevado porcentaje en contenido magro y excelente rendimiento productivo, tanto en granja como en matadero (TARRANT, 1993). Este tipo de calidad no es por el momento decisivo para establecer el valor de las canales sacrificadas, pero se percibe como un elemento que a corto plazo pueda determinar ese valor, tanto por razones meramente objetivas como por poderse utilizar como herramienta de comercialización de productos diferenciados.

El objetivo de este artículo es recoger los resultados obtenidos en varios trabajos realizados para caracterizar la calidad de la canal y de la carne de los cerdos producidos en explotaciones socias de una cooperativa navarra. Concretando, se pretende: 1) conocer los valores medios y la variabilidad de las canales sacrificadas durante los dos últimos años en cuanto a peso, espesor de grasa, profundidad de lomo y porcentaje estimado de magro; 2) hacer un primer análisis de la relación existente entre las características de canal y carne.

Material y métodos

Se analizó la calidad de la canal de los animales pertenecientes a explotaciones de una cooperativa navarra (AN, S. Coop.) sacrificados en un mismo matadero durante 1997 y 1998. En el cuadro 1 se resume el número y origen de las canales clasificadas. Del conjunto de explotaciones, en 23 de ellas se dispuso de datos en 1997 y 1998. El número total de canales y lotes para esas 23 explotaciones fue, respectivamente, de 11.773 y 145 para 1997 y 10.972 y 130 para 1998. Las canales procedían tanto de cebaderos (23%) como de explotaciones de ciclo cerrado (73%). Cabe esperar que el tipo genético fuera $^1/_4$ Landrace $^1/_2$ Large White $^1/_4$ Pietrain en un importante porcentaje de las canales, dado que es el tipo del esquema genético propio de la cooperativa, pero no se conocía individualmente el tipo genético de cada una de las 31.134 canales clasificadas.

Cuadro 1. Descripción de los datos analizados: número de canales y su distribución por lotes, explotaciones y tipo de explotación

Table 1. Data description: number of carcass and its distribution by batch, farm and type of farm

	Conjunto de todas las explotaciones		Subconjunto de explotaciones con datos en los dos años analizados	
	1997	1998	1997	1998
Número de canales clasificadas:	14.299	16.835	11.773	10.972
Número de lotes	178	188	145	130
Número de explotaciones:	39	50	23	
1) Número de cebaderos:	2	14	2	
Número de canales clasificadas	3.417	5.191	3.417	1.654
Número de lotes	36	47	36	15
2) Número de ciclos cerrados:	37	36	21	
Número de canales clasificadas	10.882	11.753	8.356	9.318
Número de lotes	142	141	109	115

La clasificación de las canales se realizó en matadero con sonda "Fat-O-Meater" de acuerdo a la ecuación oficial de estimación del porcentaje de magro (Decisión 94/337/CEE): $\hat{y} = 61{,}56 - 0{,}878x_1 + 0{,}157x_2$, en la que $\hat{y}$ = porcentaje estimado de carne magra de la canal; x_1 = espesor del tocino dorsal (incluida la corteza) en milímetros, medido en un punto situado lateralmente a 6 centímetros de la línea media de la canal, entre la tercera y la cuarta costilla a partir de la última; y x_2 = espesor del músculo en milímetros, medido al mismo tiempo y en el mismo lugar que x_1.

Los datos disponibles del año 1997 correspondieron sólo a las características de los lotes de sacrificio, dado que la recogida automática de la información individual de cada canal no se estableció hasta el inicio del año 1998.

En un total de 317 canales procedentes de 4 lotes de sacrificio se midió la conductividad eléctrica mediante el aparato "LF-Star" S (R. Matthäus, Ebenried, Germany). La medición se realizó en el músculo semimembranoso entre los 45 minutos y las 4 horas después del sacrificio y una vez las canales estaban ya en la cámara de enfriado. La amplitud del intervalo del momento de control se justifica pensando en el ritmo de faenado del matadero, tras comprobar que existía una buena correlación (0,99) entre las medidas realizadas en ambos extremos. La punción se realizó atravesando el músculo gracilis y evitando el contacto con la masa ósea. Se realizaron dos mediciones por canal, una en cada jamón. Los 4 lotes de animales controlados procedían de 2 explotaciones de ciclo cerrado y fueron transportados a matadero por 2 transportistas, de modo que cada transportista acudiese a ambas explotaciones. De las 317 canales controladas para conductividad, únicamente 300 fueron clasificadas mediante la sonda "Fat-O-Meater", por no haber sido el resto partidas en medias canales.

Los análisis estadísticos descriptivos, de correlación entre variables y de la significación de efectos explicativos de diferencias en las variables analizadas se realizaron mediante los programas SPSS (SPSS INC., 1998) y SAS (SAS INST. INC., 1989).

El modelo de análisis del efecto del año, de la explotación y del peso de las canales sobre las variables espesor de grasa, profundidad del músculo y porcentaje estimado de magro fue:

$$y_{ijk} = \mu + año_i + explotación_j + b \cdot peso_k + e_{ijk}$$

donde:

y_{ijk} = espesor de grasa, profundidad del músculo o porcentaje estimado de magro de la canal k (k=22745).

$año_i$ = año de control de la canal k (i=2) [factor fijo].

$explotación_j$ = explotación de origen de la canal k (j=23) [factor fijo].

$peso_k$ = peso de la canal k [covariable].

e_{ijk} = valor residual aleatorio de y_{ijk}.

Análogamente, el modelo utilizado para analizar el efecto del espesor de grasa, de la profundidad del músculo y del porcentaje estimado de magro sobre la conductividad eléctrica, fue:

$$conductividad_{ij} = \mu + lote_i + b_1 \cdot x_j + b_2 \cdot peso_j + e_{ij}.$$

donde:

$conductividad_{ij}$ = conductividad eléctrica de la carne de la canal j (j=300).

$lote_i$ = lote de sacrificio de la canal j (i = 4) [factor fijo].

x_j = espesor de grasa, profundidad del músculo o porcentaje estimado de magro de la canal j [covariable].

$peso_j$ = peso de la canal j [covariable].

e_{ij} = valor residual aleatorio de $conductividad_{ij}$.

Ni el sexo ni el tipo genético de los animales se consideraron en los modelos de análisis por ser dos variables no controladas. En la actualidad, y a diferencia de países como Francia, las canales no se clasifican según sexo de forma rutinaria en los mataderos españoles. Respecto al tipo genético de los animales, como se ha comentado, no se conocía con certeza en todos los lotes de sacrificio.

Resultados y discusión

Características de calidad de canal

Los valores de las características de las canales que se recogen en el cuadro 2 muestran que los valores medios de porcentaje de magro son inferiores a los referidos en otras poblaciones porcinas.

GISPER y DIESTRE (1999) indican un valor medio del 57,8% a nivel estatal para el año 1997. Ese 57,8% corresponde a un valor medio de espesor de grasa de 14,71 milímetros, de profundidad del lomo de 58,4 milímetros y un peso medio canal de 78,5 kg. Las canales analizadas en este trabajo fueron durante ese mismo año más pesadas (81,7 kg), más engrasadas (16,7 mm) y con menor profundidad de lomo (51,9 mm). En ambos casos las mediciones de calidad de canal se realizaron con el mismo tipo de aparato y la estimación del porcentaje de magro con la misma ecuación de predicción, por lo que las diferencias se pueden atribuir a diferencias objetivas entre canales.

No se puede hablar de diferencias objetivas cuando se comparan los resultados del cuadro 2 con los estadísticos de calidad de

Cuadro 2. Valores medios de parámetros indicadores de la calidad de la canal y variabilidad observada entre canales, lotes de sacrificio y explotaciones de engorde (CV: coeficiente de variación en %)

Table 2. Average values of carcass quality parameters and observed variability between carcass, batch and farm (CV: coefficient of variation in %)

	1997					1998				
	Media	Error típico[1]	CV canal[2]	CV lotes	CV explot	Media	Error típico	CV canal	CV lotes	CV explot
Conjunto de todas las explotaciones										
% medio de magro	55,14	0,13	–	3,2	3,0	55,43	0,03	6,5	2,4	1,8
Espesor de grasa	16,66	0,15	–	11,8	10,8	16,62	0,03	23,6	8,2	5,9
Espesor del lomo	51,93	0,24	–	5,8	5,4	53,92	0,05	11,7	4,2	3,4
Peso medio canal	81,72	0,39	–	6,3	5,3	81,43	0,05	13,1	6,0	4,1
Subconjunto de explotaciones con datos en los dos años analizados										
% medio de magro	55,28	0,13	–			55,45	0,03	6,4	2,4	1,7
Espesor de grasa	16,56	0,15	–			16,56	0,04	23,3	8,5	5,4
Espesor del lomo	52,34	0,23	–			53,79	0,06	11,4	4,0	2,6
Peso medio canal	81,85	0,39	–			81,36	0,10	12,5	6,0	3,7

(1) Calculado a partir de la desviación típica entre lotes.

(2) Valor no disponible por no tener registradas individualmente las características de las canales, sino únicamente los lotes de sacrificio.

(1) Computed from standard deviation between batches.

(2) Value not available being done data were collected with batch identification but without individual carcass identification.

canal de otros países. Esto es así, porque como se señaló en la introducción conviven en este momento dos métodos distintos de establecer el contenido magro de las canales, el método antiguo, por disección total de las canales, que es el vigente en España, y el método nuevo (Regulación CE n.º 3127/94), vigente en la mayoría de países de la UE. Según el método nuevo de predicción, los valores de porcentaje de magro oscilaron a nivel comunitario durante 1996 entre el 61% de Bélgica y el 56% de Irlanda (DAUMAS y DHORNE, 1998). Los resultados obtenidos en los mataderos franceses durante el segundo semestre de 1997, con aproximadamente 12 millones de cerdos clasificados con la nueva ecuación de predicción, indican un porcentaje medio de magro del 60% (61,5 para las hembras y 58,5 para los machos castrados) (DAUMAS *et al.*, 1998). Las diferencias existentes entre el porcentaje de magro estimado mediante la antigua y la nueva ecuación de predicción son notables, así, en un experimento realizado en Francia para establecer la nueva ecuación, se observó que la diferencia en los valores medios era de un 3%

(SNCP, 1996). En los mataderos del Reino Unido, utilizando el antiguo método de predicción del magro, los resultados fueron durante todo 1997, con 9,7 millones de cerdos clasificados, del 57,9% de magro (MLC, 1998). Al margen del método de clasificación, factores como el peso medio de las canales (70 kg en el Reino Unido y Francia, y casi 79 en España) o el tipo de machos producidos (castrados en Francia y básicamente enteros en el Reino Unido y España), dificultan más si cabe la comparación entre países. Como referencia, DAUMAS y DHORNE (1998) indican que se debe tener en cuenta que los machos enteros tienen aproximadamente 3 puntos más de magro que los castrados y que un aumento de 8 kg en el peso canal implica una disminución de aproximadamente 1 punto de magro. En conclusión, teniendo en cuenta las diferencias debidas a la castración y al peso de las canales, los resultados del cuadro 2 indican que las canales producidas por la cooperativa se sitúan en el rango inferior de las características medias de las canales españolas y europeas.

Tanto o más importante que los valores medios es importante la dispersión de las características de las canales como medida de su deseable homogeneidad. En general existe una desviación muy alta entre canales. La mayor heterogeneidad se produce para el espesor de grasa (el 95% de las canales clasificadas durante 1998 se situaron entre los 8,9 y los 24,3 mm de grasa dorsal), seguida de la heterogeneidad de las canales para el peso canal y profundidad de lomo (situándose el 95% de las canales entre 41,6 y 66,2 mm de lomo durante el año 1998). Por contra, el porcentaje de magro estimado presenta una variabilidad menor, que puede indicar la falta de sensibilidad de la ecuación de predicción utilizada para discernir entre canales con un valor estimado semejante, pero muy diferenciados valores de espesor de grasa y músculo. Así, por ejemplo, una canal de 45 mm de lomo y 8 mm de grasa tiene el mismo porcentaje de magro estimado que una canal de 60 mm de lomo y 10,7 mm de grasa.

La dispersión entre canales para el porcentaje de magro estimado es algo mayor a la observada en mataderos franceses ($\sigma = 3,6$ frente a $\sigma = 3,0$) (DAUMAS *et al.*, 1998). Es evidente que existe, en general, una baja homogeneidad entre las canales sacrificadas, tanto en peso como en características de canal. Esa heterogeneidad sigue siendo importante entre lotes de animales al sacrificio. La falta de homogeneidad se podría interpretar como un efecto en parte asociado a las diferencias existentes entre épocas de sacrifico y en parte a las variaciones en el precio de venta del porcino, pero fundamentalmente se debe atribuir a que el criterio utilizado para decidir el momento de sacrificio de los animales no es el peso sino la edad, dado que las penalizaciones por sacrificar canales de peso elevado son poco importantes. La heterogeneidad también es considerable entre explotaciones. Ello hace pensar que la variación existente en el manejo alimentario, en el tipo genético de animales cebados, en el tipo y calidad de instalaciones y otros factores de producción, es importante en las explotaciones analizadas.

La profundidad de músculo presentó un ajuste muy bueno a una distribución normal, pero por contra, el espesor de grasa presentó una mayor concentración de datos en la zona central y derecha de la distribución, que en la parte izquierda. Ello indica que las mayores dispersiones del espesor de grasa se producen en las canales medianamente o muy engrasadas, siendo por tanto más homogéneas las canales con un espesor de tocino dorsal por debajo del valor medio. El mismo tipo de desviación respecto a la distribución normal se observa en las

canales clasificadas en otros países como por ejemplo el Reino Unido (MLC, 1998). En cierto modo esto puede estar indicando la proximidad del valor medio de espesor de grasa dorsal al límite biológico, por debajo del cual difícilmente se puede pensar en producir canales porcinas. Este hecho ya fue discutido años atrás en el seno de los programas de mejora genética porcina, dando lugar a la entrada de nuevos objetivos de selección como la prolificidad frente al clásico objetivo de obtener canales extremadamente magras (WEBB, 1996).

Finalmente, en el cuadro 2 se observa que los valores característicos de las canales no difieren entre el conjunto de las 23 explotaciones de las que se tiene información de 1997 y 1998, y el total de datos disponibles, de modo que los análisis de la evolución entre ambos años se pueden considerar realizados con una muestra representativa de la cooperativa.

La distribución de canales de acuerdo a las categorías de la clasificación SEUROP, no difiere excesivamente entre los años 1997 y 1998 (figura 1). Sí se observa una mayor frecuencia de la categoría E en el año 1998 (un 4,3%) en detrimento del resto de categorías. Donde sí existen diferencias es en la distribución de las categorías en función del peso de las canales. Así, para 1998 se puede ver en la figura 2 cómo aunque las canales más representadas en todas las categorías de magro son las de peso entre 70 y 90 kg, a medida que nos desplazamos hacia categorías de menor calidad aumenta la proporción de canales pesadas (de más de 90 kg) y al contrario, para la categoría superior, la S, la proporción de canales ligeras (de menos de 70 kg) es mayor. Esa distribución indica la ya conocida relación negativa que existe entre el porcentaje de magro y el peso de las canales.

En el cuadro 3, se recoge el resultado del análisis de los factores que *a priori* cabe pensar puedan afectar al porcentaje de magro y sus componentes. El peso de la canal tiene una relación lineal positiva tanto con el espesor de grasa como con la profundidad del lomo, que de acuerdo a la ponderación que ambas variables tienen en la ecuación de predicción del porcentaje de magro, hace que se

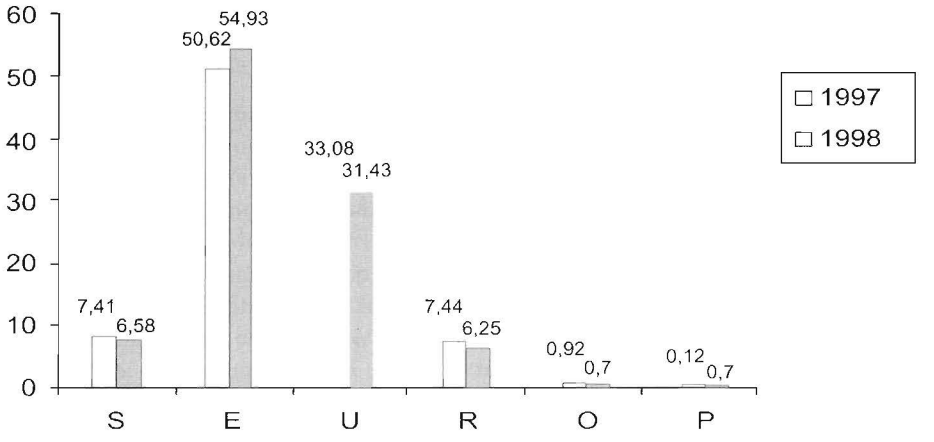


Figura 1. Porcentaje de canales clasificadas en las distintas categorías SEUROP durante 1997 y 1998.
Figure 1. Percentage of carcass classified in different SEUROP categories in 1997 and 1998.

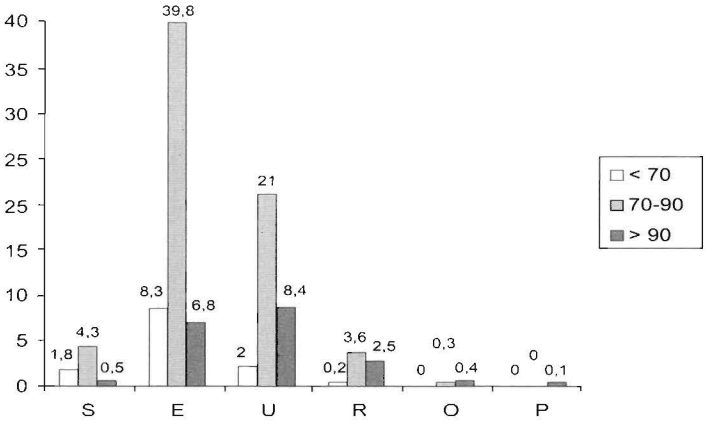


Figura 2. Porcentaje de canales clasificadas en las distintas categorías durante el año 1998 según peso (menos de 70 kg, entre 70 y 90 kg y más de 90 kg).

Figure 2. Percentage of carcass classified in different SEUROP and weight categories in 1998 (less than 70 kg, between 70 and 90 kg and more than 90 kg).

Cuadro 3. Resultado del análisis del efecto del conjunto del año, explotación y peso sobre la calidad de las canales (espesor de grasa y lomo medidos con Fat-o-Meater y % de magro estimado a partir de esas mediciones)

Table 3. Results of analysis of joint effect of year, farm and carcass weight (backfat and muscle thickness measured by Fat-o-Meater and % of lean meat estimated with these measures)

	% Magro		Espesor de grasa		Espesor de lomo	
	Sig.	Efecto ± s.e.	Sig.	Efecto ± s.e.	Sig.	Efecto ± s.e.
Año[1]	*	0,341 ± 0,150	ns	–	**	1,623 ± 0,245
Explotación[2]	**	0,524 ± 0,041	**	0,450 ± 0,034	**	2,638 ± 0,852
Peso[3]	**	-0,084 ± 0,017	**	0,147 ± 0,018	**	0,325 ± 0,028
R^2 modelo[4]		0,47		0,50		0,56

(1) Estimación mínimo cuadrática de la diferencia efecto año 1998-efecto año 1997.

(2) Estimación REML de la componente de varianza asociada a la explotación (REML: máxima verosimilitud restringida).

(3) Estimación mínimo cuadrática del coeficiente de regresión de la variable sobre el peso de las canales.

(4) Fracción de la variabilidad total explicada por las variables año, explotación y peso.

(**) p<0,01; (*) p<0,05; (ns) no significativo.

(1) Least-square estimate of difference between years (1998-1997).

(2) REML estimate of farm variance component (REML: maximum restricted likelihood).

(3) Least-square estimate of regression coefficient on carcass weight.

(4) Fraction of total variability explained by year, farm and weight.

(**) p<0.01; (*) p<0.05; (ns) non-significant.

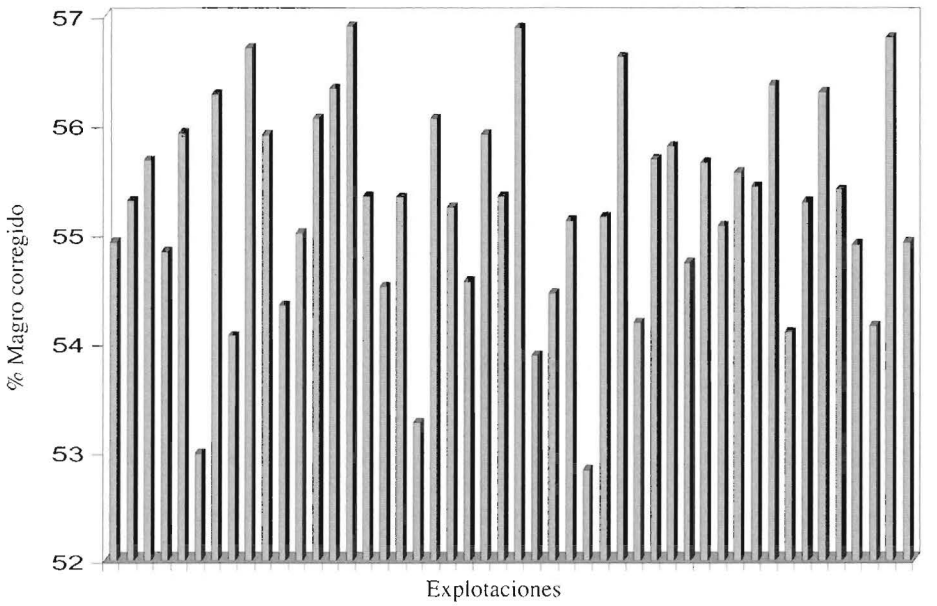


Figura 3. Porcentaje medio de magro corregido por peso de canal en las distintas explotaciones controladas durante 1998.

Figure 3. Average percentage of lean meat adjusted by carcass weight in the farms available in 1998.

relacione con éste de forma negativa. Así, por cada incremento de 12 kg en el peso de canal disminuye en media un punto el porcentaje de magro. Esa disminución es menor al valor de referencia indicado por DAUMAS y DHORNE (1998) en el contexto europeo que indican una disminución de un punto en el porcentaje de magro por un aumento de 8 kg en el peso de las canales. Respecto al peso de las canales es interesante indicar que más del 90% se situaron en la franja comercial de 60 a 100 kg habitualmente aceptada por los mataderos (92 y 94% en los años 1997 y 1998 respectivamente). Fuera de esa franja, la mayor parte de canales correspondieron a canales pesadas de más de 100 kg (5 y 4% en los años 1997 y 1998 respectivamente).

Desafortunadamente, el factor lote de sacrificio no se pudo considerar por no tener información individualizada de las canales de cada lote para el año 1997. El año tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de magro, a favor del año 1998, debido a que las canales sacrificadas durante 1998 presentaron mayor profundidad de lomo que las sacrificadas durante 1997, no detectándose diferencias significativas en cuanto al espesor de grasa dorsal. Por otra parte, la explotación de engorde explica una parte significativa de la variabilidad existente entre canales, tal como parecían indicar los resultados presentados en el cuadro 2. Las diferencias entre explotaciones, una vez tenida en cuenta la diferencia debida al año y al peso canal, son realmente importantes tal como se recoge en la figura 3. Así, existen diferencias entre explotaciones de más de 3 puntos de magro.

Finalmente, en el cuadro 3 se indica la fracción de la variabilidad total explicada por los factores año, explotación y peso (R^2), constatando que existen otras fuentes de variación no controladas que explicarían sobre un 50% de la variabilidad total. Entre estas, cabe pensar en el lote de sacrificio, el sexo del animal, el tipo y origen genético, la alimentación, etc. En un análisis parcial (14 explotaciones de ciclo cerrado) de la significación de los efectos origen genético de la madre y tipo de pienso de cebo (únicos datos inicialmente disponibles), no se encontraron, sin embargo, diferencias significativas.

Relación entre calidad de canal y carne

La muestra de canales caracterizada para calidad de carne mediante la medición de la conductividad eléctrica tras el sacrificio, presentaba características de canal que no diferían de forma relevante de los valores medios de la cooperativa, de modo que pese a ser pequeña se puede considerar bastante representativa (cuadro 4).

El análisis de la relación existente entre las medidas de conductividad y el peso canal, porcentaje de magro y los paráme-

Cuadro 4. Valores de conductividad eléctrica como indicador de la calidad de la carne y descripcción de la calidad de las canales controladas

Table 4. Electrical conductivity values as indicator of meat quality and description of quality of measured carcass

	Media	sd canales	sd lotes
Conductividad eléctrica[1]			
Medición 1.ª media canal	6,45	2,85	1,54
Medición 2.ª media canal	5,91	2,76	1,17
Media ambas mediciones	6,18	2,71	1,34
% medio de magro[2]	55,92	3,32	1,23
% de canales S	8,33	–	–
% de canales E	57,33	–	–
% de canales U	29,67	–	–
% de canales R	4,67	–	–
% de canales O	0	–	–
% de canales P	0	–	–
Espesor de grasa[2]	15,98	3,56	1,40
Espesor del lomo[2]	53,20	6,29	2,18
Peso medio canal[2]	84.95	10,18	4,5
% de canales < 60 kg	0.67	–	–
% de canales entre 60 y 100 kg	92.33	–	–
% de canales > 100 kg	7.00	–	–

(1) n = 317.
(2) n = 300.

tros predictores de este (espesor de grasa y lomo) indica que únicamente existe relación significativa entre profundidad de lomo y conductividad (cuadro 5). Pese a todo, los coeficientes de correlación son muy bajos, y no siempre significativos, por lo que no se puede afirmar que exista una relación importante entre características de canal y carne en los animales controlados.

Los valores medios de conductividad (cuadro 4) indican que aunque las canales no pueden considerarse con severas características de carnes PSE, sí existe una elevada predisposición a presentarlas. Los valores de conductividad dependen de muchos factores, tanto de manejo (p.ej. el transporte) como de tipo genético. Así, se han referido valores de conductividad a las 24 horas tras el sacrificio que van desde los 4,2 µS en poblaciones de cerdos Ibéricos (SERRA *et al.*, 1998) hasta los 12,7 µS en híbridos $^1/_2$ Pietrain $^1/_4$ Landrace $^1/_4$ Large White (SMET *et al.*, 1998). Como referencia se puede utilizar el trabajo de WARRIS *et al.* (1998) basado en un análisis de 1.568 canales comerciales del Reino Unido, Dinamarca, Portugal, Italia y los Países Bajos en el que obtienen un valor de conductividad eléctrica de 5,2 µS con una desviación típica de 2,4. Estos valores son inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo, más si se tiene en cuenta que las mediciones se realizaron tras pasar una noche en la cámara de refrigeración y no momentos después del sacrificio, con lo que cabría esperar un aumento de la conductividad.

En realidad no existen valores claramente establecidos para la clasificación de las carnes como PSE, pero los valores habitualmente referidos oscilan entre valores de 7 y 10 µS (OLIVER *et al.*, 1991; CHIZZOLINI *et al.*, 1993; GARRIDO *et al.*, 1994; BAÑÓN *et al.*, 1997). Utilizando como valor umbral 9 µS, el 13% de las canales analizadas presentarían carnes consideradas PSE. Utilizando un umbral más estricto de 7 µS, el porcenta-

Cuadro 5. Coeficientes de correlación estimados entre las mediciones de conductividad eléctrica (CE1: medición 1.ª media canal; CE2: medición 2.ª media canal; CEm: valor medio ambas mediciones) y las variables % de magro (%M), espesor de grasa (G34), profundidad de músculo (M34) y peso de las canales (PC)

Table 5. Correlation coefficients estimated between electrical conductivity measures (CE1: measure in the first half-carcass; CE2: measure in the second half-carcass; CEm: average value of both measures) and % of lean meat (%M), backfat thickness (G34), muscle thickness (M34) and carcass weight (PC) variables

	CE2	CEm	%M	G34	M34	PC
CE1	0,854**	0,964**	0,046 (ns)	-0,043 (ns)	0,110 (ns)	0,079 (ns)
CE2		0,961**	0,052 (ns)	-0,037 (ns)	0,136*	0,078 (ns)
CEm			0,051 (ns)	-0,041 (ns)	0,127*	0,082 (ns)

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non- significant.

je de canales afectadas aumentaría hasta el 27%. La incidencia de las carnes PSE varía según mataderos y países. En realidad no existen normas generales para valorizar la calidad de la carne en porcino. En Europa ha venido oscilando años atrás entre el 30 y el 35% (GARCÍA, 1982; Diestre, 1992; SANTOS *et al.*, 1994). No obstante, últimamente parece descender algo la incidencia de carnes PSE en los mataderos europeos, por lo que valores del 27 o incluso 13% se deberían considerar elevados. Así, OLIVER (1999) refiere valores de 5 mataderos comerciales españoles que oscilan entre el 3 y el 13% de canales afectadas con un valor medio del 6%. Tomando estos valores como referencia, la incidencia de carnes PSE en las canales analizadas se debería considerar elevada pero dentro del rango que ha venido siendo habitual en los contextos europeo y español.

Un resultado adicional extraíble del cuadro 5 es constatar que una única medición de la conductividad por canal puede resultar insuficiente en la determinación de las características de la carne. El coeficiente de correlación entre las dos medidas tomadas en una misma canal es alto (0,85) pero alejado de la unidad. Ello, ligado a la sencillez de la medición de la conductividad en matadero (principal ventaja que suele destacarse de esta técnica instrumental frente a la mejor referida de la medición del pH), hacen recomendable la medición en las dos medias canales. Uno de los argumentos utilizados para justificar la existencia de diferencias sistemáticas entre los dos jamones de una misma canal es el efecto del izado de la canal por uno de los jamones tras el sacrificio (ÁLVAREZ y TORRES, 1997).

Pasando a analizar la homogeneidad de la carne producida, se observa que existe una importante variabilidad en los valores de conductividad entre canales y lotes de sacrificio (cuadro 4). Esta variabilidad viene

Cuadro 6. Resultado del análisis del efecto de las variables % de magro, espesor de grasa y profundidad de músculo sobre la conductividad eléctrica de la carne, analizado mediante un modelo que considera simultáneamente el efecto del lote de sacrificio y el peso de las canales

Table 6. Results of analisys of effect of % of lean meat, backfat thickness and muscle thickness on the meat electrical conductivity, analysed by a model that considers jointly the effects of slaughter batch and the carcass weight

	Significación del efecto	Significación del lote de sacrificio	Significación del peso canal
% Magro	ns	**	**
Espesor de grasa	ns	**	**
Profundidad de músculo	**(1)	**	ns

(1) Coeficiente de regresión estimado = 0,090 ± 0,023.
(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.
(1) Regression coefficient estimate = 0,090 ± 0,023.
(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non-significant.

a ratificar la importancia de factores individuales (como por ejemplo el peso de la canal), y de tratamiento *ante-mortem* de los lotes de sacrificio (cuadro 6). Así, se obtuvieron diferencias máximas entre lotes de sacrificio de casi 3 µS sin que se pudieran atribuir a efectos significativos de la explotación de cebo o del transportista hasta el matadero. Pese a todo, y posiblemente ligado al número de explotaciones y transportistas considerado, la variabilidad observada es baja comparada con la variabilidad de las características de canal (coeficiente de variación del 5,9%).

Al analizar el efecto de las variables porcentaje de magro, espesor de grasa y profundidad del lomo, junto con el efecto del lote de sacrificio y peso de la canal sobre la conductividad de la carne, se observa que únicamente las diferencias en profundidad de lomo explican parte de las diferencias. Ni el espesor de grasa, ni el porcentaje de magro explican la variabilidad observada en conductividad (cuadro 6), tal como el simple análisis de correlación parecía indicar (cuadro 5). Según este resultado, un aumento de 11 mm en la profundidad del lomo implicaría un aumento de 1 µS, indicando una mayor predisposición a la aparición de carnes PSE.

Finalmente, en el cuadro 7 se recogen las diferencias estimadas entre canales clasificadas en distintas categorías SEUROP. Mientras que entre categorías correlativas no se detectan diferencias significativas, éstas si lo son entre categorías alternas como lo son la S (más de 60% de magro) y la U (entre 50 y 55% de magro). La diferencia entre esas dos categorías (de 1,4 µS) indica que la probabilidad de obtener carnes PSE entre las canales de la categoría superior (con un valor medio de 7 µS) es significativamente mayor que la de obtener carnes PSE en categorías de calidad de canal media. Este resultado coincide con los obtenidos en otros trabajos (p. ej. ÁLVAREZ y TORRES, 1997) e indica la existencia de relación negativa entre calidad de canal y carne. No obstante, según los resultados obtenidos en este trabajo, esa relación no se puede atribuir al menor o mayor grado de engrasamiento de las canales, sino a las diferencias existentes en el desarrollo del

Cuadro 7. Estimación de diferencias en conductividad eléctrica entre las categorías SEUROP de calidad (no se consideran las categorías R, O y P por estar poco o nada representadas en los datos)

Table 7. Estimation of differences in electrical conductivity among SEUROP categories of carcass quatity (R, O and P categories were exclued due to the small number of records)

	Diferencia estimada ± s.e.[1]	Significación
Canales S - Canales E	0,787 ± 0,521	ns
Canales S - Canales U	1,439 ± 0,578	**
Canales E - Canales U	0,652 ± 0,334	*

(1) Los valores medios de conductividad eléctrica para cada una de las tres categorías consideradas. fueron: S = 6,99, E = 6,21, U = 5,82.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.

(1) Average value of electrical conductivity in each category: S = 6,99, E = 6,21, U = 5,82.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non-significant.

tejido muscular. Pese a todo, hay que indicar que el efecto de la profundidad del lomo podría estar confundido con el efecto del peso de la canal, dado que ambos efectos se mostraron excluyentemente significativos al analizarlos de forma separada (siendo ligeramente más significativo el efecto de la profundidad de lomo, $R^2_{corregida} = 0,871$, que el del peso canal, $R^2_{corregida} = 0,868$).

Conclusiones

Las canales producidas en las explotaciones navarras analizadas presentan unas características medias en calidad de canal y carne semejantes, pero ligeramente inferiores, a las características referidas de las canales sacrificadas en el ámbito español y europeo.

Esas características son muy poco homogéneas, fundamentalmente entre canales, pero también entre lotes de sacrifico y explotaciones. Entre las variables consideradas destaca la importante dispersión del espesor de grasa dorsal. La variabilidad existente en profundidad del lomo y en peso de las canales, aunque menor, es también elevada. Sin embargo, la heterogeneidad no se refleja totalmente en los valores estimados de porcentaje de magro utilizados para clasificar las canales de acuerdo a la normativa comunitaria.

Respecto a las características de calidad de carne no se puede afirmar que exista una clara relación con las características de calidad de canal, aunque todo indica que la calidad de carne podría ser mayor entre las canales que presentan un menor contenido magro.

Finalmente, hay que señalar que la ausencia de valores de referencia a nivel estatal dificulta el análisis de los resultados alcanzados en el cebo de cerdos, y por tanto el diagnóstico de los puntos críticos del sistema de producción. Disponer de este tipo de información es importante en la gestión de la calidad y de la homogeneidad de las canales porcinas, e indispensable para adaptar el sistema de producción si se llegara a la implantación de un modelo común de precios en función de las características del producto.

Bibliografía

ÁLVAREZ C., TORRE A.I., 1996, Conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. Eurocarne, 50: 23-34.

BAÑÓN S., GRANADOS M.V., ÁLVAREZ D., GARRIDO M.D., 1997, Efecto PSE en el jamón curado. Eurocarne, 55: 27-34.

CHIZZOLINI R., NOVELLI E., BADIANI A., ROSA P., DELBONO G., 1993, Objective measurements of pork quality: evaluation of various techniques. Meat Science, 34: 49-77.

DAUMAS G., DHORNE T., 1998, Pig carcass grading in European Union. Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology, Vol II: 946-947.

DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E., 1998, The new pig carcass grading methods in France. Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology, Vol II: 948-949.

DECISIÓN 88/479/CEE DE LA COMISIÓN de 25 de julio de 1988 relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España, DO n.º L 234 de 24.8.1988, p. 20.

DECISIÓN 94/337/CEE DE LA COMISIÓN de 26 de mayo de 1994 por la que se modifica la decisión 88/479/CEE relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España, DO n.º L 150 de 16.6.1994, p. 35.

DIESTRE A., 1992, Principales problemas de la calidad de la carne en el porcino. Alimentación, equipos y tecnología, sep. 92: 73-78.

GARCÍA M., 1982. Problemática del stress en los sistemas intensivos de cría porcina. A.Y.M.A., vol XXIII, (11): 521-529.

GARRIDO M.D., PEDAUYÉ J., BAÑÓN S., LAENCINA J., 1994. Pork quality affected by different slaughter conditions and post-mortem treatement of the carcasses. Lebensmittel Winssenchaft und Technologie. 27(2): 173-176.

GISPER M., DIESTRE A., 1994. Classement des carcasses de porc en Espagne: un pas vers l'harmonisation communautaire. Techni-Porc. 17: 29-32.

GISPER M., DILSTRE A., 1999. Consideraciones sobre la clasificación de canales porcinas en España. Jornada técnica Factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en porcino. Vic.

MLC., 1998. "Pig Yearbook". Meat and Livestock Commission, Milton Keynes.

OLIVER M.A., 1999. Calidad de la carne en el porcino: últimos resultados experimentales en relación al gen del halotano. Jornada técnica Factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en porcino. Vic.

OLIVER M.A., GISPER, M., TIBAU J., DIESTRE, A., 1991. The measurement of light scattering and electrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times post mortem. Meat Science. 29: 141-151.

SANTOS C., ROSEIRO L.C., GONÇALVES H., MELO R.S., 1994. Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: a survey. Meat Science. 38: 279-287.

SMET S. DE, BLOEMEN H., VAN DE VOORDE G., SPINCEMAILLE G., BERCKMFNS D., 1998. Meat and carcass quality in two pig lines of different stress-susceptibility genotype and their crosses. Animal Science. 66: 441-447.

SERRA X., GIL F., PÉREZ-ENCISO M., OLIVER M.A., VÁZQUEZ J.M., GISPER M., DÍAZ I., MORENO F., LATORRE R., NOGUERA J.L., 1998. A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian and Landrace pigs. Livest. Prod. Sci., 56: 215-223.

SNCP. SYNDICAT NATIONAL DU COMMERCE DU PORC. 1996. Nouvelle équation du classement des carcasses de porc., MHR Viandes. Ed. n.°1- Oct.96

TARRANT P.V., 1993, An overview of production, slaughter and processing factors that effect pork quality-General review. En: Pork quality: genetic and metabolic factors (Ed: Puolanne, E. and Demeyer, D.I.) CAB International.

WARRISS P.D., BROWN S.N., BARTON GADE P., SANTOS C., NANNI COSTA L. LAMBOOIJ E., GEERS, R., 1998. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. Meat Science. 49 (2): 137-144.

WEBB A.J., 1996. Future challenges in pig genetics. Pigs News and Information. Vol. 17. No. 1: 11N-16N.

(Aceptado para su publicación el 25 de enero de 2001)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2001 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario.

El día 9 de abril de 1987, la Junta Directiva de AIDA aceptando la propuesta del Jurado del Premio ITEA 1986 instituyó dos premios; uno para los artículos publicados en la sección de Producción Animal y otro para aquellos que aparezcan en la sección de Producción Vegetal.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2001. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
   c) Jefe del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza (Diputación General de Aragón).
   d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 50.000 ptas. cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizarán con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2000-01-02

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENETICA VEGETAL	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVO EN CONDICIONES DE SECANO: NUEVAS PERSPECTIVAS. Programa en francés e inglés	22 Ene./2 Feb. 01	Sfax	IAMZ/Institut de l'Olivier/COI
	BIOINFORMATICA: UTILIZACION DE BASES DE DATOS GENETICOS EN MEJORA VEGETAL (Programa en inglés)	17-21 Sep. 01	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	Oct. 01/Mayo 02	Córdoba	UCO/CAP-JA/CSIC/INIA /COI/IAMZ
	VIVEROS Y PRODUCCION DE PLANTA FORESTAL PARA CONDICIONES MEDITERRANEAS	19-30 Nov. 01	Guadalajara	IAMZ/CNMF
	SISTEMAS DE APOYO A LA DECISION EN AGRONOMIA: MODELIZACION	14-25 Ene. 02	Zaragoza	IAMZ
	AGRICULTURA SOSTENIBLE: GESTION DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIARIDAS	11-22 Mar. 02	Zaragoza	IAMZ
	ELECCION DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE SECANO MEDITERRANEAS. CRITERIOS TECNICOS Y SOCIOECONOMICOS	6-17 Abr. 02	Argel	IAMZ/ITGC
	DIAGNOSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y DE GRANO ADAPTADAS A CONDICIONES MEDITERRANEAS	6-17 Mayo 02	Córdoba	IAMZ/IAS/CLIMA
	GESTION DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRANEA: SEGUROS AGRARIOS	10-14 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ/EESA
PRODUCCIÓN ANIMAL	*PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 00	Murcia	IAMZ/CMAAA-RM
	PLANIFICACION Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	11-15 Dic. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACION	15-26 Ene. 01	Zaragoza	IAMZ
	PRINCIPIOS ESTADISTICOS EN EXPERIMENTOS DE PRODUCCION ANIMAL: HACIA UNA MEJOR COMPRENSION Y APLICACION DE LOS METODOS MODERNOS	19-23 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ
	TECNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENETICA ANIMAL (Programa en inglés)	5-16 Mar. 01	León	IAMZ/Univ. León
	PROGRAMAS DE MEJORA GENETICA DE PECES PARA ACUICULTURA	2-6 Abr. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	OPTIMIZACION DEL USO DE RECURSOS FORRAJEROS LOCALES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN AREAS MEDITERRANEAS ARIDAS Y SEMIARIDAS (Programa en inglés)	12-23 Mayo 01	El Cairo	IAMZ/DRC
	ACUICULTURA MEDITERRANEA: CULTIVO EN MAR ABIERTO	28 Mayo/1 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*PRODUCCION ANIMAL	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	MEJORA DE LA PRODUCCION DEL DROMEDARIO	18 Feb./1 Mar. 02	Rabat	IAV Hassan II/IAMZ
	PRODUCCION DE MOLUSCOS EN EL MEDITERRANEO	18-22 Mar. 02	Marruecos	IAMZ/INRH/FAO

(*) **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science. Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 00-01; 02-03; 04-05
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04; 05-06
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 01-02; 03-04; 05-06
- ACUICULTURA: 03-04 (a confirmar)
- ORDENACION RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 00-01; 02-03; 04-05
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 01-02; 03-04; 05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	MODELIZACION DE ESTRATEGIAS DE GESTION DE PESQUERIAS EN EL MEDITERRANEO	18-22 Sep. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO/FAO-COPEMED
	CAMBIO CLIMATICO: EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA EN LA REGION MEDITERRANEA	25-29 Sep. 00	Zaragoza	IAMZ/RICAMARE
	*ORDENACION RURAL EN FUNCION DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMIA DE LOS RECURSOS NATURALES	12-23 Mar. 01	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE GESTION PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA SEQUIA EN LA REGION MEDITERRANEA: SEGUIMIENTO, ANALISIS DE RIESGOS Y PLANES DE EMERGENCIA. Programa en francés o inglés	21-26 Mayo 01	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	INCENDIOS FORESTALES: INVESTIGACION DE CAUSAS Y NUEVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENCION Y EXTINCION	15-26 Oct. 01	Zaragoza	IAMZ/MMA/FAO
	GESTION Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PISCICOLAS EN AGUAS CONTINENTALES DE LOS PAISES MEDITERRANEOS	12-16 Nov. 01	Zaragoza	IAMZ
	FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA REGADIO: INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECONOMICOS	10-14 Dic. 01	Zaragoza	IAMZ
	LA PREDICCION METEOROLOGICA Y SU APLICACION A LA GESTION AGRICOLA SOSTENIBLE EN LA REGION MEDITERRANEA	19-23 Ene. 02	El Cairo	IAMZ/CLAC-ARC
	MEJORA DE HABITATS PARA LA GESTION DE RECURSOS CINEGETICOS	18-22 Feb. 02	Zaragoza	IAMZ
	RIOS Y RIBERAS DE REGIMEN MEDITERRANEO Y SU GESTION	8-19 Abr. 02	Zaragoza	IAMZ
	GESTION, RESTAURACION Y APLICACIONES DE LOS HUMEDALES	13-24 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	GESTION DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACION EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	16-27 Oct. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA LOGISTICA AGROALIMENTARIA MODERNA. ADAPTACION ESTRATEGICA FRENTE A LOS CAMBIOS DEL MERCADO	20-24 Nov. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	5-9 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ/OMC
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	7-18 Mayo 01	Zaragoza	IAMZ
	EL COMERCIO ELECTRONICO. IMPACTO Y DESARROLLO FUTURO EN LA COMERCIALIZACION AGROALIMENTARIA	11-15 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Abril de 2001. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal y Marketing Agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2001. 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.

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.

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.

Para mayor información dirigirse a:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGAOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 716000 - Fax 976 716001 - e-mail iamz@iamz.chieam.org
Web http://www.iamz.chieam.org

En la página Web se proporciona información sobre los cursos programados y se facilita el formulario de inscripción:

http//www.iamz.ciheam.org

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA. Aptdo. 727. 50080 Zaragoza.

El abajo firmante solicita su inscripción como miembro de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Apellidos ..... Nombre .....

Dirección postal .....

Teléfono .....

Profesión..... Empresa de trabajo .....

Área en que desarrolla su actividad profesional .....

CUOTA ANUAL: Firma.

❑ Sólo una Serie de ITEA { ❑ P. Animal / ❑ P. Vegetal } 4.000 ptas. ó 24 €

❑ Ambas Series 5.500 ptas. ó 33 €

FORMA DE PAGO:

❑ Cargo a cuenta corriente o libreta
❑ Cheque bancario

❑ Cargo a tarjeta
❑ VISA
❑ MASTERCARD

Tarjeta número:

□□ □□□□□□□□□□□□□□□□

Fecha de caducidad: ..... / .....

SR. DIRECTOR DE .....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la cuenta cte./libreta n.º ..... que matengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la "Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: ..... N.º .....

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....

INFORMACIÓN PARA AUTORES

Tipo de artículos que pueden ser enviados para su consideración al Comité de Redacción: se admite todo aquel que contribuya al intercambio de información profesional y trate de los más recientes avances que existan en las distintas actividades agrarias.

Una *información para autores* más detallada puede ser solicitada al Comité de Redacción. Rogamos sea leída detenidamente, prestando atención especial a los siguientes puntos:

CONDICIONES GENERALES

Los artículos, en castellano, serán enviados por triplicado a:
Sr. Director de la Revista ITEA - Apartado 727 - 50080 ZARAGOZA

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

La extensión máxima será de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, cuadros y figuras incluidos. Los artículos que superen dicha extensión serán considerados sólo excepcionalmente.

Los artículos se remitirán a dos evaluadores anónimos expertos en el tema y el autor recibirá un informe del Comité de Redacción con las correcciones de dichos evaluadores. Una vez realizadas las correcciones, el autor enviará un sólo ejemplar mecanografiado y una copia en disquete, para agilizar el trabajo en imprenta. Si el Comité de Redacción considera que se han atendido las consideraciones del informe, enviará una carta de aceptación al remitente, y el artículo pasará de inmediato a imprenta.

Los autores recibirán un juego de las primeras pruebas de impresión que deberán ser revisadas y devueltas rápidamente a la Redacción. El retraso en el retorno de las pruebas determinará que el artículo sea publicado con las correcciones del Comité de Redacción.

El título no incluirá abreviaturas y será corto y preciso. En la misma página se incluirán los nombres completos de los autores, así como la dirección postal y nombre de la Entidad en donde se haya realizado el trabajo.

Se incluirá en primer lugar un resumen corto de 200-250 palabras y hasta seis palabras clave. Además, se añadirá un resumen en *inglés* de la misma extensión, sin olvidar el *título* traducido y las palabras clave (Keywords).

A continuación del resumen vendrá el artículo completo, procurando mantener una disposición lógica, considerando cuidadosamente la jerarquía de títulos, subtítulos y apartados.

Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben titularse todos *figuras*. Los *cuadros* y *figuras* deben llevar numeración diferente, pero ambos en cifras árabes.

Los pies o títulos de cuadros y figuras deben redactarse de modo que el sentido de éstos pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Los títulos, pies y leyendas de los cuadros y figuras se traducirán al inglés y se incluirán en letra cursiva, bajo el correspondiente en español.

Los dibujos, gráficos, mapas, fotografías y diapositivas serán presentados en la mejor calidad posible.

En general se evitará el uso de abreviaturas poco conocidas, que en todo caso serán debidamente explicadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En el *texto* las referencias deben hacerse mediante el apellido de los autores en mayúsculas seguido del año de publicación, todo entre paréntesis.

Al final del trabajo, y precedida de la mención *Referencias Bibliográficas*, se hará constar una lista alfabética de todas (y únicamente) las referencias utilizadas en el texto. En el caso de incluir varios trabajos del mismo autor se ordenarán cronológicamente.

Cuando se citen revistas[1], libros[2], capítulos de libro[3] y comunicaciones a congresos[4] se hará según los siguientes ejemplos:

(1) HERRERO J., TABUENCA, M.C., 1966. Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. An. Aula Dei, 8 (1), 154-167.

(2) STELL, R.G.D., Y TORRIE, J.H. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos (segunda edición) 622 pp. Ed. McGraw-Hill, México.

(3) GAMBORG O.L., 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1, I.K. Vasil (Ed.), 825 pp. Ed. Academic Press, Orlando (EEUU).

(4) ANGEL I., 1972. The use of fasciculate form (determinate habit) in the breeding of new Hungarian pepper varieties. Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, 17-24, Universidad de Turín (Italia).

ITEA

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

AÑO XXXII (2001), Vol. 97A N.° 1

ÍNDICE

Página

J.L. CAMPO, M.G. GIL, O. TORRES, S.G. DÁVILA.- Utilización de la asimetría fluctuante en mejora genética 5

A. BARROSO, S. DUNNER, J. CAÑÓN.- Aplicaciones de las técnicas de la genética molecular para el estudio del polimorfismo genético de las proteínas lácteas de los rumiantes domésticos. Revisión 11

L.M. OREGUI, M.V. BRAVO, D. GABIÑA.- Evolución anual del estado de carnes en ovino lechero explotado en régimen de trashumancia valle-monte, factores que lo afectan 29

A. AGUILAR, A. LUÉVANO.- Situación actual de la cuenca lechera de la comarca Lagunera, México 47

L. ALFONSO, R. RUIZ, J.I. MUÑOZ, O. MORENO, B. SIMÓN.- Calidad de las canales producidas en explotaciones porcinas navarras 67