ISSN: 1130-6009

ITEA

PRODUCCIÓN ANIMAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

2000 – Vol. 96A N.º 1



ITEA

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

2000 - AÑO XXXI
Vol. 96A N.º 1

DIRECCIÓN Y REDACCIÓN
Montañana, 176 - Apartado 727
50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: 34-976 576311
Fax.: 34-976 575501
E-mail: notivol@mizar.csic.es
andreu@eead.csic.es
clara@mizar.csic.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 Paíno
SUBDIRECTOR: Joaquín Uriarte Abad
SECRETARIOS: 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 Albertí Lasalle
Dunixi Gabiña Iturriaga

El coste de ITEA en 1999 ha ascendido a 2.218.949 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 2000 se publicarán los volúmenes 96A y 96V correspondientes a las series Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 2000 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 1999

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
M.J. Alcalde, C. Sañudo, J.C. Osorio, J.L. Olleta, I. Sierra: *Evaluación de la calidad de la canal y de la carne en canales ovinas ligeras del tipo comercial "Ternasco"*	95A-1	49
S. Almería, J. Uriarte: *Papel de las heces bovinas como reservorio de las poblaciones larvarias de nematodos gastrointestinales antes de su migración al pasto*	95A-3	209
D. Babot, J.L. Noguera, L. Alfonso, J. Estany: *Diferencias genéticas entre grupos de importación en cuatro líneas de porcino españolas*	95A-3	259
A. Barroso, S. Dunner, J. Cañón: *Polimorfismo genético de las lactoproteínas de los rumiantes domésticos - revisión*	95A-2	143
A. Blasco, L. Varona: *Ajuste y comparación de curvas de crecimiento*	95A-2	131
G. Bianchi, G. Garibotto, G. Oliveira, O. Bentancur, A. Casaretto, D. Castells, M. Platero, J. Nin, J. Morros: *Cruzamientos terminales sobre ovejas Corriedale en el Uruguay. 1. Velocidad de crecimiento, grado de terminación y dimensiones del M. Longissimus dorsi en corderos livianos y pesados*	95A-3	234
A. Daza, M. Gil-Z Gutiérrez-Barquín, J. Riopérez: *Efecto del sexo, posición de amamantamiento y peso inicial de los lechones sobre la evolución de su ganancia diaria y mortalidad durante la lactación*	95A-3	282
A. Daza, I. Ovejero: *Efecto del sexo y de la homogeneidad del grupo sobre los índices técnicos de cerdos al comienzo de la fase de crecimiento*	95A-3	292
M. del Pozo, I.A. Wright, P. Colgrove, T. Whyte: *Rendimiento animal y dinámica vegetal en praderas de raigrás inglés/trébol blanco pastadas por cabritos cachemir a diferentes alturas de pasto*	95A-2	119
G. Garibotto, G. Bianchi, G. Oliveira, J. Franco, O. Bentancur, M. Platero, J. Nin, J. Morros: *Cruzamientos terminales sobre ovejas Corriedale en el Uruguay. 2. Peso, composición y calidad de canales en corderos sacrificados a los 145 días de edad*	95A-3	248
A. González de Bulnes, J. Santiago Moreno, A. Gómez Brunet, A. López Sebastián: *Exploración y visualización de las estructuras ováricas en la oveja mediante ultrasonografía transrectal*	95A-3	221
J.A. Mendizabal, A. Purroy, A. Arana, B. Soret, P. Eguinoa: *Tamaño de los adipocitos y actividad enzimática lipogénica en toros de Lidia.*	95A-1	7
M.ª J. Millán, G. Caja: *Análisis comparado de las características estructurales de las explotaciones ovinas catalanas y españolas*	95A-1	33

M.ª J. MILÁN, G. CAJA:
Caracterización estructural de las explotaciones ovinas en raza ripollesa en Cataluña 95A-2 91

A. MORENO, M. RICO, N. VANDENBERGHE, V. RUEDA, A.L. CEULAR:
Estructura productiva de las explotaciones de vacas nodrizas en Galicia 95A-1 65

K. OSORO, E. FERNÁNDEZ PRIETO, R. CELAYA, G. NOVAL, L. ALONSO, P. CASTRO:
Respuesta productiva de dos razas de ganado vacuno manejadas en dos cubiertas vegetales de montaña 95A-2 188

H.R. PAGLIARICCI, A.E. OHANIAN, C.D. GRIVEL, D.M. ROSSI, T.W. PEREYRA:
Producción de carne bovina con diferentes cargas ganaderas en praderas en la Pampa subhúmeda Argentina. I. Indicadores productivos 95A-3 271

M. QUINTANA SOSSA, J.L. PÁEZ, O. ACOSTA, O. TORRES, G. OSSA, E. GUTIÉRREZ:
Translocación cromosómica 1/29, su alta frecuencia en bovinos Romosinuanos y sus efectos en la reproducción 95A-2 109

G. SALCEDO:
Efecto de la suplementación con ensilado de maíz sobre la producción y calidad de la leche de vacas frisonas alimentadas en base a pasto 95A-1 17

L. TORRANO, J. VALDERRÁBANO:
Necesidades energéticas de mantenimiento y dinámica de los depósitos adiposos en cabras blanca celtibérica 95A-2 180

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN VEGETAL) DURANTE 1999

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
M.V. ANDRÉS, J. RODRÍGUEZ-NAVARRO, J.M. DURÁN: *Caracterización floral de diecinueve clones de albaricoquero (Prunus armeniaca L.)* ...	95V-2	179
M.V. ANDRÉS, J. RODRÍGUEZ, J.M. DURÁN: *Características varietales de clones de albaricoquero (Prunus armeniaca L.) cultivados en el Levante español* ...	95V-3	247
M. ARRIAZA, P. RUIZ: *Determinación de indicadores de agricultores con renta agraria exclusiva en Andalucía*	95V-1	21
J. ASCASIBAR ERRASTI, F. SAU SAU, S. PEREIRA LORENZO: *La fruticultura de pepita en Galicia: estructura productiva, mercado y costos de producción* ...	95V-2	189
M.J. BERENGUER MERELO, J.M. FACI GONZÁLEZ: *Respuesta del sorgo al déficit hídrico en invernadero, I. Fenología, consumo de agua en los procesos de evapotranspiración y transpiración, y rendimientos* ...	95V-1	41
M.J. BERENGUER MERELO, J.M. FACI GONZÁLEZ: *Respuesta del sorgo al déficit hídrico en invernadero, II. Características fisiológicas y morfológicas* ...	95V-1	67
M. BORONAT, R. MADRID, C. EGEA, I. COLLADOS: *Evolución del color del fruto en variedades de pimiento pimentonero. Influencia de la deficiencia en potasio* ...	95V-2	125
E. CARCELÉN FERNÁNDEZ: *Comportamiento del frambueso en plantación experimental: producción y periodo productivo* ...	95V-1	7
A. CHAVES, J. FERNÁNDEZ LOZANO, J.C. LIMONGELLI, A. MUGRIDGE: *Conservación frigorífica de plantas de apio (Apium Graveolens L.) utilizando películas biodegradables y biodesintegrables* ...	95V-1	93
J.A. DE JUAN VALERO, C. FABEIRO CORTÉS, F.J. MARTÍN DE SANTA OLALLA MAÑAS, H. LÓPEZ CÓRCOLES: *Efecto del déficit de suministro de agua en el rendimiento y en la calidad de un cultivo de maíz dulce* ...	95V-3	218
J. DIMAS LÓPEZ-MTZ., J. GUERRERO ALVARADO: *Contenido de humedad del suelo para decidir la siembra en agricultura de zonas áridas*	95V-2	136
A.J. FELIPE, R. SOCIAS I COMPANY, J. GÓMEZ APARISI: *El concepto del ideotipo en la mejora de patrones para el almendro* ...	95V-3	209
E. GUTIÉRREZ D.R., H. FRAGA P: *Comparación de respuestas de tres modelos de estabilidad aplicados a nueve genótipos de trigo (Triticum Aestivum L.) en cuatro ambientes de México* ...	95V-1	31
I. IGLESIAS, J. GAELL, G. ECHEVARRÍA, M. VENDRELL: *Efecto del riego refrescante por aspersión en la mejora del color y de la calidad en manzanas CV. 'Topred Delicious'* ...	95V-3	267
R. MANCILLA Y DÍAZ INFANTE: *Aplicación de ácido giberélico y anillado en uva de mesa 'Ruby seedless'* ...	95V-3	241

J.F. Ortega, J.A. de Juan, J.M. Tarjuelo, R. Merino:
Modelo de ayuda a la toma de decisiones sobre el manejo del agua de riego. Aplicación al análisis de la agricultura de regadío en la vega del Tajo (Toledo) 95V-2 149

M. Sanz, J. Machín:
Aplicación del análisis floral al pronóstico y diagnóstico del bitter pit. 95V-2 118

R. Socias i Company, A.J. Felipe:
Blanquerna, Cambra y Felisia. Tres nuevos cultivares autógamos de almendro 95V-2 111

ITEA (2000). Vol. **96A N.° 1**, 7-39

EFECTOS MATERNOS EN EL PESO AL DESTETE DEL GANADO VACUNO DE CARNE: UNA REVISIÓN

R. Quintanilla[1], **J. Piedrafita**

Dpto. de Patología y de Producción Animales, Unidad de Genética y Mejora, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, España

RESUMEN

Se revisan los aspectos generales de los efectos maternos que intervienen en caracteres de interés zootécnico y, en concreto, su incidencia en el peso al destete en vacuno de carne. Se describen los factores implicados, los modelos genéticos y el parecido entre parientes para caracteres con influencia materna. Asimismo se analizan las implicaciones de la presencia de efectos maternos en la selección. El estudio de los efectos maternos en el peso al destete de los terneros fue inicialmente abordado mediante trabajos experimentales; posteriormente numerosos análisis sobre datos de campo ofrecieron estimaciones de los componentes de (co)varianza directos y maternos implicados en la variación del peso al destete en distintas razas de vacuno de carne. Se hace una revisión crítica de algunos de estos trabajos, discutiendo tanto los resultados como los métodos y los supuestos implícitos en los análisis. Finalmente se realiza una valoración de la precisión de las estimaciones de parámetros genéticos en presencia de efectos maternos, así como de las consecuencias de asumir modelos simplificados y la existencia de factores de (co)variación sistemáticamente ignorados, como la covarianza ambiental entre efectos directos y maternos puesta de manifiesto en diversos trabajos experimentales.

Palabras clave: Influencia materna, Modelos estadísticos, Selección, Estimación de parámetros genéticos.

SUMMARY

MATERNAL EFFECTS IN WEANING WEIGHT OF BEEF CATTLE: A REVIEW

The general aspects of maternal effects on production traits have been revised, and particularly its incidence on weaning weight in beef cattle. The involved factors, the genetic models and the resemblance between relatives for maternally influenced traits are described. Moreover, the implications of the presence of maternal effects on selection are analyzed. The study of maternal effects on weaning weight of calves was initially carried out by means of experimental trials. Later on, numerous analyses carried out on field data have contributed estimates of direct and maternal (co)variance components of weaning weight in different beef cattle breeds. A critical review of some of these studies is done by discussing the results and also the methods and the

1. A quien debe dirigirse la correspondencia. Dirección actual: Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona.

implied assumptions in the analyses. Finally, an evaluation of the accuracy of the estimates of genetic parameters in presence of maternal effects is performed. The consequences of assuming simplified models and the existence of (co)variation factors systematically ignored, such as the environmental covariance between direct and maternal effects demonstrated in some experimental studies, are also discussed.

Key words: Maternal influence, Statistical models, Selection, Genetic parameter estimates.

1. Introducción

En las especies en las que los miembros de la familia son dependientes de la misma o están en cercana proximidad con otros miembros, un carácter expresado en un individuo puede ser el resultado de la acción conjunta de varios componentes causales, siendo alguno de ellos aportación de individuos emparentados.

En los mamíferos domésticos son usualmente la madre y sus descendientes los individuos que contribuyen a la realización de muchos de los caracteres de interés zootécnico. En este sentido, se ha comprobado que los efectos indirectos de la madre suponen una fuente importante de variación genética y ambiental en los mamíferos (FALCONER, 1981), existiendo una extensa bibliografía que analiza la existencia de influencia materna en distintas especies animales. Los caracteres más estudiados han sido aquellos relacionados con el crecimiento durante el periodo de gestación y cría en vacuno (DEESE y KOOGER, 1967; HILL, 1965; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; CANTET y col., 1988; BERTRAND y BENYSHEK, 1987; WRIGHT y col., 1987; JOHNSON y col., 1992; CANTET, 1990; MEYER, 1992a; WALDRON y col., 1993; ROBINSON, 1996a) y ovino (DICKINSON y col., 1962; BRADFORD, 1972; MARÍA y col., 1993; JANSS y col., 1994; TOSH y KEMP, 1994), así como la prolificidad en roedores (FALCONER, 1965; LEGATES, 1972), porcino (ROBISON, 1972; NELSON y ROBINSON, 1976; RUTLEDGE, 1980; KIRKPATRICK y RUTLEDGE, 1988; SOUTHWOOD y KENNEDY, 1990; ALFONSO, 1995), conejos (CAMACHO y BASELGA, 1991; GÓMEZ, 1994) y ovino (NITTER, 1985).

En el análisis de los agentes causales de los caracteres con influencia materna debemos distinguir por tanto dos tipos de efectos: un *efecto directo,* imputable al individuo que expresa el carácter, y un *efecto materno* imputable a su madre. Según HOHENBOKEN (1985) el efecto materno puede definirse como cualquier contribución, influencia o impacto sobre el fenotipo de un individuo atribuible directamente al fenotipo de su madre, excluyendo los efectos mendelianos debidos a los genes transmitidos por la madre al individuo, que forman parte del efecto directo. De este modo, el efecto materno está determinado por la expresión fenotípica en las madres de su capacidad materna, pero es un efecto estrictamente ambiental en relación a la descendencia, constituyendo tan solo un componente del valor fenotípico de ésta (WILLHAM, 1972).

2. Clasificación de los efectos maternos

Tradicionalmente se ha considerado que los efectos maternos juegan un papel importante durante el periodo en que la descendencia está en contacto con la madre. Sin embargo, los efectos maternos pueden

tener lugar en distintas etapas de la vida del individuo y, a pesar de ser ejercidos de forma transitoria, su efecto podría persistir a lo largo de la vida del animal. A este respecto, LEGATES (1972) definió dos periodos de influencia materna: uno durante la formación del individuo en el útero (efectos prenatales) y otro durante el periodo de cría (efectos postnatales). Por su parte HOHENBOKEN (1985) habla de cinco tipos de efectos maternos:

1. Efectos citoplasmáticos sin intervención del DNA extranuclear, de los cuales sólo existen algunas evidencias en invertebrados, pero no han sido descritos en mamíferos domésticos.

2. Efectos citoplasmáticos debidos al DNA mitocondrial, el cual se perfila como un vehículo potencial de herencia citoplasmática. Dado que la población mitocondrial de un embrión procede predominantemente, si no totalmente, del óvulo materno (WAGNER, 1972), las diferencias genéticas mitocondriales serían una posible causa de efectos maternos. En este sentido, SCHUTZ y col. (1992) consideran el efecto de la línea materna sobre la producción de leche observado en vacas Holstein como indicativo de una herencia citoplasmática que interviene sobre el carácter.

3. Efectos maternos prenatales, atribuibles a las diferencias en el ambiente uterino aportado por la madre. A este respecto, se encuentran correlaciones positivas entre el crecimiento del feto y el tamaño de la madre a partir de cruces recíprocos entre distintas razas de bóvidos (DICKINSON, 1960; TOUCHBERRY y BERESKIN, 1966). Otro método de estudio de estos efectos consiste en el trasplante de embriones, que permite a su vez separar los efectos uterinos de los citoplasmáticos. A partir de este tipo de experimentos se observaron efectos prenatales sobre el peso al nacimiento en ovino (DICKINSON y col., 1962) y porcino (STEINBACH y col., 1967).

4. Transferencia de los anticuerpos maternos a la descendencia a través del calostro en el caso de bovinos, ovinos y porcinos. Según HOHENBOKEN (1985), la inmunidad pasiva obtenida de la madre es un efecto materno temporal pero extremadamente importante, para el cual probablemente existe variación genética y ambiental, tanto en la cantidad y/o calidad de la producción de anticuerpos maternos como en la capacidad de la descendencia de absorber y utilizar estos anticuerpos.

5. Efectos maternos postnatales, ejercidos durante el periodo de cría. Estos efectos pueden ser debidos a la protección aportada por la madre a sus crías, el macro y microhábitat que ésta proporciona, la modificación del comportamiento de la descendencia mediante su propio comportamiento y la calidad y cantidad de la nutrición que aporta a sus descendientes a través de la leche.

De todos los tipos de efectos maternos definidos por HOHENBOKEN (1985), los efectos maternos postnatales durante el periodo de cría, principalmente los debidos a la producción lechera de la madre, han sido los más ampliamente estudiados en los mamíferos domésticos.

3. Aspectos biométricos de los efectos maternos

Los aspectos biométricos de los efectos maternos fueron desarrollados por DICKERSON (1947), quien adaptó la teoría de WRIGHT (1922) al caso de caracteres influidos maternamente. De este modo, DICKERSON (1947) desarrolló los denominados

"diagramas de sendero" para describir un valor fenotípico influido por un efecto materno, en los cuales se reflejaban los distintos efectos que intervenían en el fenotipo de un individuo, relacionados por los "coeficientes de sendero", tal y como se muestra en la figura 1.

Posteriormente, KOCH y CLARK (1955) hicieron un trabajo similar relacionando los fenotipos de la madre y su descendiente mediante coeficientes de sendero, con la particularidad de que el fenotipo medido en la hembra y responsable de la influencia materna concernía a priori a un carácter diferente al observado sobre el descendiente.

A la luz de estos trabajos, WILLHAM (1963) planteó los aspectos biométricos de los efectos maternos en términos de modelos lineales, descomponiendo el valor fenotípico de un individuo x (P_x) en dos componentes imputables a caracteres diferentes expresados en individuos distintos: el carácter directo (o) del individuo x, y el carácter materno (m) de su madre w. Dicho autor consideró asimismo que cada uno de estos caracteres estaba influido por el genotipo del individuo al cual el carácter se imputa (G) y por un efecto ambiental (E), suponiéndose independencia entre ambos. De esta manera, WILLHAM definió en 1963 el primer modelo animal con efectos maternos:

$$P_x = G_{ox} + E_{ox} + G_{mw} + E_{mw}$$

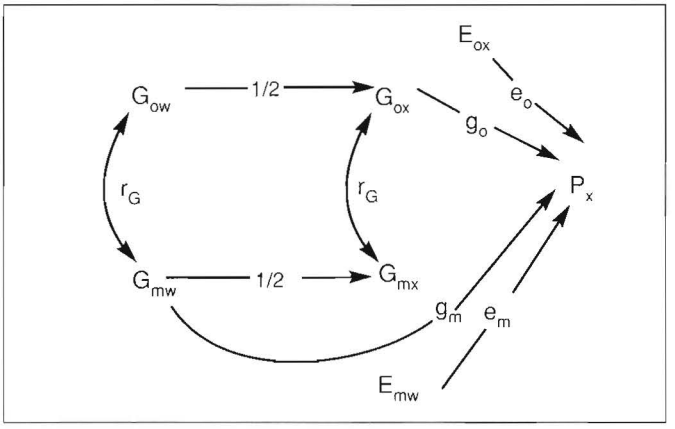


Figura 1. Diagrama de coeficientes de sendero que describe un fenotipo influido por efectos maternos según DICKERSON (1947), donde w es la madre del individuo x que expresa el fenotipo (P_x), G y E son el valor genético aditivo y el efecto ambiental para los efectos directo (o) y materno (m), y r_G es la correlación genética entre estos efectos. Los coeficientes de sendero 1/2, g, y e corresponden a coeficientes de regresión parcial (nótese que $g_o = h^2_o$ y $g_m = h^2_m$)

Figure 1. Path coefficient diagram describing a phenotype influenced by maternal effects after Dickerson (1947), where w represents the dam of individual x that express the phenotype (P_x). G and E are the genetic and environmental factors for direct (o) and maternal (m) effects, and r_G is the genetic correlation between these effects. The path coefficients 1/2, g, and e are partial regression coefficients

En relación a la descomposición clásica del fenotipo de un individuo (P_x) en un efecto genético y otro ambiental, el modelo de Willham recogería dentro del efecto ambiental (E_x) un componente imputable a una característica de la madre (P_{mw}), que depende asimismo del genotipo de la madre y un efecto ambiental, de modo que:

$$P_{ox} = G_{ox} + E_x = G_{ox} + E_{ox} + G_{mw} + E_{mw}$$

ya que $E_x = E_{ox} + P_{mw}$ y $P_{mw} = G_{mw} + E_{mw}$

Por su parte FALCONER (1965), analizando los efectos maternos sobre el tamaño de camada en ratón, desarrolló un modelo genético en el que consideraba como efecto materno una función lineal del fenotipo de la madre para el mismo carácter, lo cual conducía a un proceso recurrente incluyendo todas las generaciones anteriores a la del individuo. De este modo, el modelo de Falconer excluye todas las influencias maternas no correlacionadas con el fenotipo de la madre, que quedarían englobadas dentro del término de ambiente común de la camada. Según FALCONER (1965), el fenotipo de un individuo de la generación i-ésima puede expresarse bajo la forma:

$$P_i = A_i + \alpha P_{i-1} + R_i = A_i + R_i + \alpha (A_{i-1} + R_{i-1} + \alpha (A_{i-2} + R_{i-2} + \alpha \ldots))$$

donde A_i son los efectos aditivos directos y R_i es la suma del ambiente común de camada, el ambiente individual y la dominancia, mientras que αP_{i-1} sería el efecto materno, definido por un coeficiente de regresión parcial (α) del fenotipo de la descendencia sobre el fenotipo materno, en ausencia de variación genética entre las madres.

Posteriormente, a la luz de los resultados obtenidos en diversos trabajos experimentales (SWANSON y HINTON, 1964; CHRISTIAN y col., 1965; PLUM y HARRIS, 1968; MARTIN y col., 1970; MANGUS y BRINKS, 1971; TOTUSEK y col., 1971), se valoró la posibilidad de que el ambiente aportado por la madre interviniese no sólo en el fenotipo de su descendencia, sino también en el de la descendencia de sus hijas, a través de su efecto sobre la capacidad materna de éstas (WILLHAM, 1972; KOCH, 1972). De acuerdo con esta hipótesis, WILLHAM (1972) propuso incluir en el modelo un efecto de la abuela materna no debido a la transmisión de los genes de efectos directos y maternos a los hijos y nietos. Según este modelo, el fenotipo de la madre para el carácter materno (P_{mw}) podía descomponerse del modo:

$$P_{mw} = G_{mw} + P_{nw'} + E_{mw}$$

donde $P_{nw'}$ es el valor fenotípico para la influencia de la abuela materna (w') sobre el efecto materno de la madre (w). Esta influencia correspondería a un nuevo efecto (n), que a su vez podría tener un determinismo genético ($G_{nw'}$) y ambiental, y estar influido por efectos maternos de generaciones anteriores, lo que conduciría a definir un nuevo n cada generación (WILLHAM, 1972). Aun así, considerando sólo la influencia del genotipo de la abuela materna ($G_{nw'}$) y asumiendo independencia entre efectos genéticos y ambientales, este modelo comporta considerar tres nuevos componentes de (co)varianza en la variación fenotípica de un carácter con influencia materna: la varianza genética de la influencia de la abuela materna, así como la covarianza de ésta con los efectos genéticos directos y maternos.

Por su parte, KOCH (1972) expresó esta influencia de la madre sobre la futura aptitud materna de sus hijas bajo la forma de un coeficiente de regresión parcial estandarizado (coeficiente de sendero f_m) del fenotipo de la madre para el carácter materno

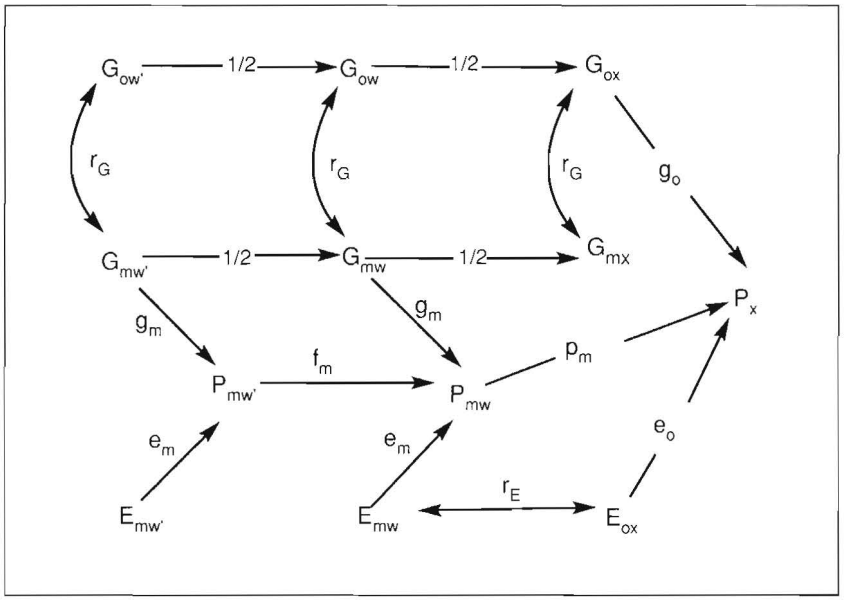


Figura 2. Diagrama de coeficientes de sendero que describe un fenotipo influido por efectos maternos según KOCH (1972), excluyendo los efectos de dominancia, donde w' representa la abuela materna, P_m el fenotipo para el carácter materno, r_E la covarianza entre los efectos ambientales sobre los fenotipos directo y materno, f_m el coeficiente de regresión parcial del fenotipo materno de una hembra sobre el de su madre y p_m el coeficiente de regresión parcial del fenotipo directo sobre el fenotipo materno de la madre (nótese que $\hat{h}^2_m = g_m p_m$). El resto de componentes coinciden con los definidos previamente por DICKERSON (1947)

Figure 2. Path coefficient diagram describing a phenotype influenced by maternal effects after KOCH (1972), excluding dominance effects, where w' represents the maternal grandam, P_m is the phenotype for the maternal trait, r_E is the covariance between environmental effects, f_m is the partial regression coefficient of the maternal phenotype of the dam on the maternal phenotype of the grandam, and pm is the partial regression coefficient of direct phenotype on dam's maternal phenotype. The rest of components had been described by DICKERSON (1947)

(P_{mw}) sobre el fenotipo homólogo de la abuela materna ($P_{mw'}$), tal y como se representa en la figura 2. La cadena de coeficientes de sendero puede ser de esta forma prolongada de generación en generación.

Estas consideraciones nos conducen a especular sobre la aportación de todos los antepasados maternos de la madre. El valor de los coeficientes de regresión α del modelo de Falconer o f_m planteado por Koch puede interpretarse como el efecto del ambiente aportado por los antepasados hembras sobre la expresión de los genes transmitidos. De este modo, según la dirección y magnitud de α o f_m, la expresión del progreso genético obtenido en una generación de selección podría ser ampliada o bien reducida por los efectos ambientales proporcionados por los antepasados.

3.1. Relaciones entre parientes para caracteres con influencia materna

El parecido entre parientes es un fenómeno básico exhibido por muchos caracteres continuos (véase p.e. FALCONER, 1981). Las relaciones biométricas y las asunciones concernientes al modo de acción de los genes pueden ser aplicadas para descomponer las (co)varianzas de distintos tipos de parientes en sus componentes causales, siguiendo los desarrollos clásicos de FISHER (1918) y WRIGHT (1921, 1922).

En presencia de efectos maternos, DICKERSON (1947) y KOCH y CLARK (1955) plantearon el parecido entre algunos tipos de parientes considerando tan sólo los componentes de (co)varianza genética aditiva para los efectos directos y maternos, mientras que KEMPTHORNE (1955) incluyó los efectos de dominancia, pero fue WILLHAM (1963) quien extendió la teoría de la covarianza entre parientes para acomodarla a caracteres con influencia materna según su modelo. Posteriormente HILL (1965) y DEESE y KOGER (1967) incluyeron la varianza debida a los efectos ambientales, y Koch (1972) consideró además la covarianza ambiental entre los efectos directos y maternos.

Bajo el modelo de descomposición de WILLHAM (1963) y considerando los componentes de origen ambiental y ausencia de covarianza genotipo-ambiente, la covarianza entre dos individuos X e Y no consanguíneos, hijos de las madres W y Z respectivamente, en el caso de una población panmíctica de gran efectivo y bajo la hipótesis de un solo locus pleiotrópico o de más loci independientes que no manifiestan epistasia, se expresaría como:

$$\text{cov}(P_x,P_y)= a_{xy}\sigma^2_{Ad} + a_{wz}\sigma^2_{Am} + (a_{xz} + a_{wy})\sigma_{AdAm} +$$
$$u_{xy}\sigma^2_{Dd} + u_{wz}\sigma^2_{Dm} + (u_{xz} + u_{wy})\sigma_{DdDm} +$$
$$\alpha\sigma^2_{Ed} + \beta\sigma_{EdEm} + \delta\sigma^2_{Em}$$

donde:

σ^2_{Ad} y σ^2_{Dd} son las varianzas genéticas aditiva y de dominancia para los efectos directos,

σ^2_{Am} y σ^2_{Dm} son las varianzas genéticas aditiva y de dominancia para los efectos maternos,

σ_{AdAm} es la covarianza entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos,

σ_{DdDm} es la covarianza entre los efectos de dominancia directos y maternos,

a_{ij} es el coeficiente de parentesco de Wright entre los individuos i y j,

u_{ij} es la probabilidad de que dos genes presentes en un locus de i sean idénticos por descendencia a dos genes presentes en un locus de j,

σ^2_{Ed} y σ^2_{Em} son las varianzas de los efectos ambientales sobre los caracteres directo y materno,

σ_{EdEm} es la covarianza ambiental entre efectos directos y maternos,

α, β y δ son los indicadores de estos componentes:

α = 1 si X e Y son el mismo individuo, si no es 0,

β = 1 si X e Y son madre e hijo, si no es 0,

δ = 1 si X e Y son hermanos completos o maternos, si no es 0.

Posteriormente, WILLHAM (1972) incorporó términos para el efecto de la abuela materna en la expresión del parecido entre parientes.

De acuerdo con todo lo expuesto, la relación madre-descendientes se perfila como una función especialmente compleja, ya que, además de los tres componentes de (co)varianza relativos a los efectos genéticos aditivos, es posible que intervengan las covarianzas de dominancia y ambiental entre los efectos directos y maternos. Si además la aptitud materna tiene una influencia ambiental sobre la futura capacidad materna de sus descendientes hembras, debería haber términos debidos a la influencia de los antepasados vía materna en la relación madre-descendiente.

Por su parte FALCONER (1965), recurriendo a series infinitas, desarrolló la esperanza de algunas covarianzas entre parientes de acuerdo con el modelo planteado por este autor. La expresión de la covarianza entre el fenotipo de un individuo (x) y su madre (w) según el modelo de FALCONER (1965) sería:

$$cov(P_x,P_w)=\frac{\sigma^2_{Ad}}{2-\alpha}+\alpha\,\sigma^2_p$$

donde α es el coeficiente de regresión parcial del fenotipo de un individuo sobre el fenotipo materno.

Partiendo de la información del parecido entre parientes, se realizaron múltiples trabajos orientados a la estimación de los efectos directos y maternos que intervienen sobre diversos caracteres en vacuno (DEESE y KOGER, 1967; HILL, 1965; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; BRUCKNER y SLANGER, 1986; CANTET y col., 1988), porcino (AHLSCHWEDE y ROBISON, 1971; KUHLERS y col., 1977) y roedores (YOUNG y LEGATES, 1965). Algunos de estos trabajos serán revisados en siguientes apartados de esta revisión.

3.2. La metodología de modelo mixto aplicada a caracteres con influencia materna: el modelo animal materno

Desde el desarrollo por parte de HENDERSON (1973) de la metodología del modelo mixto, ésta se ha venido utilizando sistemáticamente en el campo de la mejora genética animal. La gran flexibilidad de los modelos mixtos para describir la distribución de distintos tipos de caracteres (HENDERSON, 1974), así como las buenas propiedades estadísticas de las predicciones obtenidas (insesgamiento y varianza mínima), contribuyeron a la amplia aceptación de esta metodología.

Dentro de la metodología del modelo mixto, el modelo animal es el más adecuado para la modelización de datos productivos, ya que capta de forma completa la estructura de varianzas y covarianzas (HENDERSON y QUAAS, 1976; HENDERSON, 1984) y describe en su totalidad el flujo de genes desde la generación base, permitiendo corregir el efecto de la selección (SORENSEN y KENNEDY, 1984). El modelo animal con efectos maternos, denominado modelo animal materno, fue planteado por primera vez por QUAAS y POLLAK (1980) en el ámbito de la evaluación genética de vacuno de carne, y ha venido siendo el más ampliamente aceptado para la modelización de los caracteres con influencia materna.

El modelo animal materno (QUAAS y POLLAK, 1980; HENDERSON, 1988) reposa en la descomposición de los efectos de los genes formalizada por WILLHAM (1963), con las hipótesis simplificatorias de estricta aditividad de los efectos genéticos e independencia ambiental entre efectos directos y maternos. De este modo, el modelo animal materno expresado en notación matricial sería:

$$y = Xb + Z_d u_d + Z_m u_m + Z_p u_p + e$$

donde

y es el vector de observaciones,

b es el vector de efectos fijos,

u_d y u_m son los vectores de efectos genéticos directos y maternos,

u_p es el vector de ambientes permanentes maternos y

X, Z_d, Z_m y Z_p son las matrices de incidencia que relacionan el vector de observaciones con los efectos correspondientes.

Este modelo asume, para los efectos aleatorios, las siguientes distribuciones:

$(u_d \; u_m) \sim N((0 \; 0), G_o \otimes A)$

$u_p \sim N(0, I\sigma^2_{Epm})$

$e \sim N(0, I\sigma^2_e)$

siendo:

A: la matriz de correlaciones genéticas aditivas entre los individuos.

G_o: la matriz de varianzas y covarianzas de los efectos genéticos aditivos:

$$G_o = \begin{bmatrix} \sigma^2_{Ad} & \sigma^2_{AdAm} \\ \sigma^2_{AdAm} & \sigma^2_{Am} \end{bmatrix}$$

I: una matriz identidad,

σ^2_{Epm}: la varianza del efecto ambiental permanente materno y

σ^2_e: la varianza residual.

Esta descomposición simple del fenotipo en efectos genéticos aditivos directo y materno, y un ambiente materno arbitrariamente independiente, permitía partir de un modelo sencillo sobre el que plantear la evaluación o la estimación de parámetros genéticos. Sin embargo, este modelo se justifica esencialmente por sí mismo, ya que ignora cualquier factor genético no aditivo y otras fuentes de (co)variación ambientales o genético-ambientales que podrían intervenir en la estructura de dispersión de los datos.

La gran flexibilidad de la metodología del modelo mixto permitió asimismo adaptar al modelo animal con efectos maternos diversas situaciones específicas. De este modo, VAN VLECK (1990a, 1990b) extendió la teoría de grupos genéticos (WESTELL, 1984) a modelos con efectos maternos, planteando una estrategia de asignación de grupos equivalente para los dos efectos genéticos. Este procedimiento permite plantear un modelo con grupos genéticos directos y maternos aprovechando los mismos algoritmos y simplificaciones para la construcción de las ecuaciones de modelo mixto que se utilizan en modelos animales que únicamente incluyen efectos directos (normas de WESTELL, 1984). Sin embargo, la tendencia genética para los efectos directos y maternos podría ser distinta, dado que normalmente se aplica distinta intensidad y precisión de selección, por lo que posteriormente CANTET y col. (1992a) ampliaron la estrategia de agrupación de Westell al caso de una asignación diferencial de los grupos genéticos para los efectos directos y maternos en un modelo animal reducido.

Asimismo VAN VLECK (1990c) amplió el modelo animal con efectos maternos para incluir los efectos de las madres nodrizas, proponiendo distintas alternativas para ajustar estos efectos dentro del modelo. Este autor analiza las modificaciones necesarias para obtener los coeficientes de las ecuaciones de modelo mixto correpondientes al modelo animal reducido con grupos

genéticos directos y maternos tras la inclusión de este nuevo factor.

Posteriormente VAN VLECK (1993) extendió el modelo de mérito total propuesto por HENDERSON (1985a) para incluir los efectos maternos, observando que la predicción de los valores genéticos aditivos y no aditivos a partir de un sistema de ecuaciones reducido, tal y como proponía HENDERSON (1985a), era posible cuando los efectos genéticos maternos eran estrictamente aditivos. Asimismo, VAN VLECK (1993) describió un algoritmo libre de derivadas para la estimación REML de los componentes de varianza aditivos y no aditivos sobre un modelo con efectos maternos, en la línea del método planteado por HENDERSON (1985b) a partir del sistema de ecuaciones reducido. No obstante, no se ha encontrado en la bibliografía ninguna referencia de la utilización de este modelo en la evaluación genética, ni de la estimación los componentes de (co)varianza aditivos y no aditivos mediante el algoritmo propuesto.

4. Selección en presencia de efectos maternos

La doble aportación genética en los caracteres con influencia materna ha sido a menudo ignorada en la mejora genética de los mismos, seleccionando únicamente sobre la combinación de ambos efectos que se manifiesta en los registros fenotípicos. La proporción del diferencial de selección que se realiza cuando se selecciona sobre el fenotipo afectado maternamente fue definida por DICKERSON (1947) como la heredabilidad total del carácter (h_t^2), que corresponde a la regresión de la suma de los efectos genéticos de un individuo sobre su registro fenotípico, y cuya expresión es:

$$h_t^2 = \frac{\sigma^2_{Ad} + 1{,}5 \cdot \sigma_{AdAm} + 0{,}5 \cdot \sigma^2_{Am}}{\sigma^2_p}$$

De acuerdo con esta expresión se puede afirmar que el progreso genético que se obtiene cuando se selecciona fenotípicamente un carácter influido maternamente dependerá de la cantidad de varianza genética aditiva debida a los efectos directos y maternos y, en mayor medida, de la correlación genética entre ambos.

Los índices de selección (HAZEL, 1943; HENDERSON, 1963) o la metodología BLUP (HENDERSON, 1973) plantean no obstante la posibilidad de obtener evaluaciones genéticas de todos los animales para los efectos directos y maternos utilizando información familiar y del individuo, lo cual permitirá seleccionar estos efectos de forma específica, en función del sistema de explotación de la población y de la vía de transmisión del progreso genético.

Según VAN VLECK (1970), la respuesta genética para un carácter con influencia materna se maximizaría con la selección de machos y hembras para un objetivo de selección común en el que interviniesen simultáneamente los efectos directos y maternos. En este sentido, VAN VLECK (1970) adaptó la teoría de los índices de selección al caso de caracteres con influencia materna según el modelo de descomposición de WILLHAM (1963), desarrollando un índice de selección para machos y otro para hembras que predecían un mismo genotipo agregado, el cual consideraba los valores genéticos del individuo para los efectos directos y maternos, ponderados por sus valores económicos. Posteriormente VAN VLECK (1976) amplió los índices de selección propuestos para incluir el efecto de la abuela materna.

En el marco de la metodología del modelo mixto, el modelo animal materno desarrollado por QUAAS y POLLAK (1980) permitiría la obtención de predicciones BLUP de los valores genéticos directos y maternos para todos los individuos de la población, por lo que ha venido siendo ampliamente utilizado en la evaluación genética de los caracteres con influencia materna, principalmente en el ganado vacuno de carne.

La evaluación de la respuesta a la selección de un carácter afectado por efectos directos y maternos es un tema complejo (véase WILLHAM, 1980) y poco tratado en la bibliografía. La ganancia genética relativa a los efectos maternos se expresa con una generación de retraso respecto a la de los efectos directos, y sólo en uno de los sexos. A este respecto, VAN VLECK y col. (1977) plantearon una fórmula para predecir la respuesta a la selección de un carácter influido maternamente en el caso de generaciones discretas (o intervalos generacionales idénticos en machos y hembras) y asumiendo que las intensidades de selección eran iguales en machos y hembras y se mantenían constantes en cada generación, al igual que los parámetros genéticos de la población.

Posteriormente, MUELLER y JAMES (1985) plantearon una extensión del método de VAN VLECK y col. (1977) para el caso de generaciones solapadas, considerando las diferentes contribuciones genéticas de los individuos de distinto sexo y nacidos en diferentes periodos para cada uno de los efectos. Asimismo estos autores consideran la presencia de correlación ambiental entre efectos directos y maternos en el cálculo de la respuesta esperada a la selección.

Por su parte, KIRKPATRICK y LANDE (1989) desarrollan la teoría de la respuesta a la selección en presencia de efectos maternos en un marco multicarácter, planteando un modelo de herencia y de evolución de un conjunto de caracteres cuantitativos con una compleja estructura de relaciones maternas entre ellos. Partiendo de este modelo, LANDE y KIRKPATRICK (1990) derivan posteriormente los índices de selección que permitirían maximizar la mejora económica obtenida en la población, tanto en una única generación de selección como la tasa de mejora asintótica a largo plazo. Estos autores indican la importancia de identificar y cuantificar las fuentes de influencia materna, así como las relaciones maternas entre los distintos caracteres, lo cual requeriría la medición directa de los caracteres responsables de los efectos maternos junto con los caracteres de interés económico.

La respuesta a la selección en un carácter con influencia materna dependerá lógicamente del criterio y la estrategia de selección, así como de la proporción de varianza debida a los dos efectos genéticos, pero es especialmente sensible al signo y valor de la relación entre efectos directos y maternos. A este respecto, VAN VLECK y col. (1977) analizaron el progreso genético esperado en distintas estrategias de selección, las cuales diferían en los criterios de selección, así como en el objetivo de selección para las hembras (efectos directos, efectos maternos o ambos conjuntamente), si bien los machos eran siempre seleccionados para los efectos directos. Los resultados obtenidos por VAN VLECK y col. (1977) pusieron de manifiesto el efecto frenador que un antagonismo genético entre efectos directos y maternos induciría en todos los casos sobre la eficacia a largo plazo de la selección, ya que la ganancia genética obtenida para el componente directo era contrarrestada en la generación siguiente por el

detrimento en el componente materno. Según estos autores, en presencia de una correlación genética altamente negativa, la selección de los machos para los efectos directos y las hembras para los efectos maternos aportaría una mayor respuesta en la primera generación de selección, pero no a largo plazo, como consecuencia del detrimento en el valor genético materno de la población. En el mismo contexto, BAKER (1980) observó que, a partir de la tercera generación de selección, la mayor respuesta se obtenía seleccionando tanto machos como hembras para los efectos directos y maternos conjuntamente.

Por su parte, MUELLER y JAMES (1985) observaron posteriormente que, en el caso de selección individual de un carácter afectado maternalmente, una correlación ambiental negativa entre los efectos directos y maternos también daría lugar a un detrimento de la respuesta fenotípica en las primeras generaciones. No obstante, en generaciones posteriores el progreso genético toma mayor importancia relativa sobre los efectos ambientales de la generación de selección, y la tendencia puede ser paralela a la obtenida con una correlación ambiental positiva o nula entre efectos directos y maternos.

Múltiples trabajos han puesto de manifiesto la existencia de un antagonismo entre efectos directos y maternos en caracteres como el peso al destete en vacuno de carne (HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; MANGUS y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; BERTRAND y BENYSHEK, 1987; CANTET y col., 1988; TRUS y WILTON, 1988; GARRICK y col. 1989; CANTET, 1990; ROBINSON, 1996a) o el tamaño de la camada en porcino (REVELLE y ROBINSON, 1973; NELSON y ROBINSON, 1976; RUTLEDGE, 1980), lo cual podría suponer un factor limitante del progreso genético obtenido en la selección de estos caracteres. La respuesta a la selección dependerá en cualquier caso del determinismo de esta oposición. Si la incidencia del ambiente explica totalmente este antagonismo se podrá, modificando el manejo y la elección de las hembras de reposición (véase BAKER, 1980), o mediante las correcciones estadísticas apropiadas, practicar una selección eficaz aun cuando los individuos genéticamente superiores no lo sean fenotípicamente. Si realmente existe un antagonismo genético entre efectos directos y maternos, se debería plantear la reevaluación de los procedimientos de selección para maximizar los caracteres con influencia materna. Procedimientos como los índices con restricciones para evitar la aparición de respuestas correlacionadas negativas deberían ser tenidos en cuenta.

5. Efectos maternos sobre el peso al destete en vacuno de carne: estudio de su incidencia y factores implicados

Ya en 1955, KOCH y CLARK observaron que los efectos maternos intervienen de forma relevante sobre el crecimiento de los terneros hasta el destete. Posteriormente numerosos trabajos han tratado de determinar la importancia relativa de estos efectos en distintas poblaciones de vacuno de carne, la magnitud de sus componentes genético y ambiental y su asociación con otros factores genéticos o ambientales que afecten la expresión fenotípica del carácter.

Para el carácter peso al destete, los efectos maternos deben entenderse como las diferencias en la expresión fenotípica causadas por las diferencias en el ambiente aportado por la madre durante la cría (KOCH, 1972). La aportación materna sobre el carácter adquiere especial relevancia en

aquellos animales de aptitud cárnica, donde las crías permanecen mucho tiempo con la madre, y los efectos maternos postnatales podrían controlar una parte importante de la varianza de caracteres como el peso al destete. El temperamento y el instinto ma terno pueden jugar un papel dentro de estos efectos (BAKER, 1980), pero el efecto ambiental de la nutrición del ternero, entendido como la capacidad lechera de la madre, es el determinante principal de los efectos maternos sobre el crecimiento en vacuno de carne (MEYER y col., 1994).

En este sentido, la realización de experiencias en las que se relacionaba la producción lechera de la madre y el crecimiento de su descendencia, así como la realización de cruzamientos recíprocos y la comparación del parecido entre parientes, fueron las tres líneas iniciales de investigación para el análisis de la incidencia de los efectos maternos sobre el carácter peso al destete en distintas poblaciones de vacuno de carne.

5.1. Trabajos experimentales

Una primera línea de trabajo en el estudio de la incidencia de los efectos maternos sobre el peso al detete consistió en medir en la madre uno o más caracteres responsables del efecto materno, como eran ciertas características de producción lechera en las vacas que amamantan a sus terneros (ver revisión de HOHENBOKEN, 1985).

En general, los estudios que relacionaban la producción de leche de las madres con la ganancia en peso de los terneros (p.e. NEVILLE, 1962; CHRISTIAN y col., 1965; GLEDDIE y BERG, 1968; HOHENBOKEN y col., 1973; MEYER y col., 1994) mostraron una asociación importante y significativa entre estos caracteres. La magnitud de esta asociación variaba no obstante en función del periodo medido, siendo durante el periodo temprano de crecimiento (los primeros 60 días de vida) cuando las diferencias en consumo de leche (NEVILLE, 1962) y grasa (CHRISTIAN y col., 1965) determinaron en mayor medida el crecimiento de los terneros. Después del destete, los efectos maternos sobre el fenotipo de la descendencia generalmente decrecían en magnitud a medida que el animal maduraba.

Otra observación común en algunos trabajos fue que el peso al destete de la descendencia variaba curvilíneamente con la edad de la madre (p.e. HOHENBOKEN y BRINKS, 1969; BURFENING y col., 1978). La existencia de esta relación con la edad de la madre se interpretó como otra evidencia de la importancia de los efectos maternos postnatales sobre el fenotipo de su descendencia.

Influencia de la aptitud materna de la madre sobre la futura capacidad materna de sus hijas

Otra línea de trabajos experimentales estuvo orientada a analizar la influencia del ambiente nutricional recibido durante la cría sobre la posterior capacidad materna de las terneras, valorada básicamente en términos de producción láctea. Los resultados obtenidos en estos trabajos sugerían una relación antagónica entre los efectos maternos recibidos en el periodo de cría y la posterior capacidad materna de las terneras (ver revisiones de KOCH, 1972; BAKER, 1980).

En este sentido, diversas experiencias realizadas en vacuno de carne mostraron una relación negativa entre el ambiente nutricional recibido por la madre en el periodo temprano de crecimiento y el peso al destete de su descendencia (MARTIN y

col., 1970; TOTUSEK y col., 1971), o bien entre el crecimiento o peso al destete de las terneras y su posterior producción de leche y grasa (CHRISTIAN y col., 1965; KRESS y BURFENING, 1972). También las diferencias en capacidad materna de las vacas de diferentes edades observadas por Mangus y BRINKS (1971) fueron interpretadas por estos autores como una evidencia de esta relación antagónica, puesto que eran las terneras procedentes de vacas jóvenes y viejas las menos pesadas al destete, pero las que tenían una descendencia con mayor peso al destete. Posteriormente KOCH (1972) cuantificó esta relación mediante la regresión del peso al destete de los terneros sobre el factor de corrección según la edad de la abuela materna (0,15±0,07), indicando que las vacas con madres más jóvenes y más viejas (mayor factor de corrección) tenían terneros con mayor crecimiento predestete.

Asimismo, experiencias realizadas sobre terneras de razas lecheras corroboraban esta hipótesis, indicando una relación negativa entre la alimentación recibida por las terneras durante la cría y su producción láctea posterior (SWANSON y HINTON, 1964; PLUM y HARRIS, 1968). Concretamente, SWANSON y HINTON (1964) observaron que las terneras infraalimentadas presentaban una menor producción en la primera lactación, aunque en las posteriores superaban en producción láctea a las criadas de forma normal.

Los resultados obtenidos en estos trabajos indican que un elevado ambiente nutricional conduce a un rápido crecimiento temprano de las terneras, pero está asociado con una peor actuación materna de éstas. Entre las explicaciones fisiológicas que se han dado a este fenómeno, SEJRSEN (1978) señala que la ingestión de elevados niveles energéticos da lugar a menores concentraciones de hormona de crecimiento y prolactina en sangre, lo cual iría asociado a un menor desarrollo de la glándula mamaria en el periodo de pubertad. Por su parte, GRIGGS (1986) habla del síndrome de engrasamiento de la mama: una lactación con abundante leche, si bien condiciona un mayor peso al destete del individuo, puede producir en las terneras un engrasamiento precoz de la ubre, que será en un futuro menos funcional. En cualquier caso, sea cual sea el mecanismo biológico, éste se traduce en una influencia directa del ambiente aportado por la madre durante la cría sobre la futura capacidad materna de sus hijas tal y como planteaban KOCH (1972) y WILLHAM (1972), influencia que se produce en relación inversa al efecto materno sobre el fenotipo.

5.2. Cruzamientos recíprocos

Otra de las vías de aproximación indirecta para el estudio de los efectos maternos que afectan los caracteres expresados durante la cría y al final de la misma consistió en la práctica de cruzamientos recíprocos entre diferentes tipos genéticos. Estos trabajos permitieron poner de manifiesto el efecto materno sobre algunos caracteres, su naturaleza genética y la variabilidad existente entre razas.

Así, GREGORY y col. (1965) encontraron diferencias significativas para el crecimiento durante la cría y para el peso al destete entre cruces recíprocos de las razas Angus, Hereford y Shorthorn. Resultados similares obtuvieron PANISH y col. (1969) con las razas Hereford, Angus y Charolais y con cruces entre machos cárnicos y vacas Brown Swiss, obteniendo mayores crecimientos en los descendientes de vacas lecheras. Otros trabajos en esta línea fueron los de ALENDA y col. (1980) sobre las razas

Angus, Charolais y Hereford, y de KOCH y col. (1985) sobre Angus y Hereford.

Para los caracteres de crecimiento durante la cría y peso al destete, las diferencias entre cruces recíprocos son probablemente atribuibles a los efectos maternos postnatales (HOHENBOKEN, 1985). No obstante, a menos que las experiencias de cruzamiento recíproco y transplante de embriones vayan acompañadas de adopciones cruzadas, no es posible discriminar los efectos maternos prenatales y postnatales.

En cualquier caso, las diferencias encontradas en estos trabajos entre cruces recíprocos eran atribuidas a las diferencias en aptitud materna entre las razas utilizadas como madres. De este modo, la práctica de cruzamientos permitió cuantificar la variabilidad genética existente entre razas respecto a los efectos maternos. Sin embargo, este tipo de experiencias no es el adecuado para cuantificar la variación relativa atribuible a los efectos maternos dentro de una población cerrada.

5.3. Comparación del parecido entre parientes

Una vez puesta de manifiesto la doble aportación de efectos directos y maternos sobre los principales caracteres de interés zootécnico en vacuno de carne, un siguiente paso consistía en determinar la importancia relativa de cada efecto en la variación del carácter, así como la relación existente entre ambos efectos. En el estudio de la variabilidad genética dentro de una raza o población, la comparación de ciertos tipos de parientes aporta una información muy valiosa sobre los parámetros genéticos.

Las primeras estimaciones de los parámetros genéticos directos y maternos relativos al peso o al crecimiento hasta el destete (KOCH y CLARK, 1955; HILL, 1965; DEESE y KOOGER, 1967; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; CANTET y col., 1988) se obtuvieron mediante la descomposición de las (co)varianzas fenotípicas entre distintos tipos de parientes en sus componentes causales según el modelo de WILLHAM (1963). Sin embargo, sólo el trabajo de CANTET y col. (1988) ofreció estimaciones de todos los componentes de (co)varianza presentes en el modelo de Willham (3 aditivos, 3 de dominancia y 3 ambientales), ya que se partió de un mayor número de (co)varianzas entre parientes. Aunque estos análisis se llevaron a cabo sobre distintas poblaciones y considerando distintos tipos de relaciones familiares, todos ellos presentaban una serie de aspectos en común: se llevaban a cabo sobre datos de rebaños experimentales, con un volumen reducido de registros y a partir de un número limitado de (co)varianzas entre parientes, las cuales eran estimadas mediante métodos tipo ANOVA o mediante regresión lineal. En el cuadro 1 se muestran las estimaciones obtenidas en algunos de estos trabajos.

Los resultados obtenidos en estos análisis indicaban una importante contribución genética aditiva a la varianza total del carácter peso o crecimiento al destete, estimándose heredabilidades medias-altas, tanto para los efectos genéticos directos como maternos. Debe tenerse en cuenta no obstante que los análisis se realizaron sobre datos de rebaños experimentales, por lo que es esperable una mayor uniformidad de las condiciones ambientales. La proporción de varianza debida a efectos genéticos aditivos fluctuó entre 0,18 y 0,39 para los efectos directos y entre 0,16 y 0,60 para los efectos maternos. La heredabilidad estimada para los efectos maternos fue siempre superior a la de los directos, sugiriendo una mayor

contribución de la capacidad materna de la madre en el fenotipo de sus descendientes que el propio genotipo de éstos para el efecto directo.

Las varianzas ambientales y de dominancia no fueron consideradas en todos los análisis, puesto que no siempre se disponía de suficientes relaciones entre parientes para disociar adecuadamente todos los factores implicados. De este modo, las varianzas ambiental y de dominancia de los efectos maternos tenían la misma incidencia en las relaciones entre parientes consideradas en la mayoría de los análisis. Según los resultados de KOCH (1972), la suma de ambos efectos contabiliza de un 19 a un 62% de la varianza del peso al destete, mientras que DEESE y KOGER (1967) y HILL (1965) estiman que el ambiente materno controla del 8% al 10,5%, y HOHENBOKEN y BRINKS (1971) obtienen estimaciones negativas para este parámetro ignorando la varianza de dominancia de los efectos maternos. Por su parte, CANTET y col. (1988) estiman que la dominancia materna controla del 5 al 6%, y el ambiente materno de un 10 a un 13% del carácter peso al destete. Respecto a la varianza de dominancia de los efectos directos, de acuerdo con HOHENBOKEN y BRINKS (1971) y CANTET y col. (1988) explicaría de un 10 a un 14% de la varianza fenotípica del peso al destete, mientras que según DEESE y KOGER (1967) no interviene en la variabilidad del carácter. En definitiva, ante la escasez y la gran disparidad de las estimaciones presentadas para estos componentes, resulta difícil determinar su papel en la variación del carácter peso al destete.

Un hecho común en estos trabajos fue que la covarianza entre los fenotipos de madre y descendiente era menor que la esperada según los contrastes entre otros tipos de parientes, indicando la existencia de una relación antagonista entre los efectos directos y maternos que podría ser de naturaleza genética (aditiva y/o dominante), ambiental o ambas. Sin embargo, las covarianzas ambiental y de dominancia entre efectos directos y maternos no siempre fueron consideradas en los análisis.

La correlación genética aditiva entre los efectos directos y maternos mostró valores altos y negativos en la práctica totalidad de estos trabajos (HILL, 1965; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; CANTET y col., 1988), si bien hubo asimismo algunas referencias de estimaciones nulas (DEESE y KOGER, 1967; KOCH, 1972). Un factor determinante en las estimaciones obtenidas para este parámetro fue la inclusión o no de la covarianza madre-descendiente en el análisis, tal y como ya señalaron KOCH (1972), BAKER (1980), HOHENBOKEN y BRINKS (1971) y CANTET y col. (1988). A este respecto, en el trabajo de HOHENBOKEN y BRINKS (1971) la correlación aditiva estimada pasa de -0,79 a -0,28 cuando se deja de considerar la relación madre-descendiente en el análisis. Asimismo, en los resultados obtenidos por KOCH (1972), la correlación fue 0, -0,44 y -0,73 en las estimaciones obtenidas utilizando la relación madre-hijo, mientras que fue 0, -0,08 y -0,08 en las soluciones en que no se consideraba esta relación.

Para la covarianza de dominancia entre efectos directos y maternos, las pocas estimaciones obtenidas en la bibliografía aportaban resultados muy dispares. Mientras que DEESE y KOGER (1967) sostenían que esta covarianza era despreciable, HOHENBOKEN y BRINKS (1971) obtuvieron una estimación alta y negativa, si bien ellos mismos afirman que la estimación obtenida para este parámetro podría ser un artefacto en vez de la evidencia de un antagonismo genético no aditivo. Posteriormente CAN-

TET y col. (1988) obtuvieron estimaciones positivas para esta covarianza en el análisis en que no consideraban la relación ambiental entre los efectos maternos de madres e hijas. No obstante, estos autores sugieren que el elevado valor obtenido para esta covarianza, comparado con $\hat{\sigma}^2_{Dd}$ y $\hat{\sigma}^2_{Dm}$, indica la existencia de epistasia que quedaría incluida en $\hat{\sigma}_{DdDm}$, dado que los coeficientes para los términos de dominancia en los valores esperados de la covarianza entre parientes están altamente correlacionados con los de la epistasia.

Respecto a la correlación ambiental, la única estimación obtenida en la bibliografía (CANTET y col., 1988) muestra valores positivos para este parámetro (0,15 y 0,01), lo cual estaría en oposición a la hipótesis de un antagonismo ambiental entre los efectos directos y maternos que intervienen sobre el peso al destete, sostenida por varios autores (p.e. HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972).

No obstante, la existencia de una influencia negativa del ambiente materno recibido durante la cría sobre la futura capacidad materna de las terneras ha sido puesta de manifiesto por múltiples trabajos experimentales (SWANSON y HINTON, 1964; CHRISTIAN y col.,1965; PLUM y HARRIS, 1968; MARTIN y col., 1970; MANGUS y BRINKS, 1971; TOTUSEK y col., 1971; KRESS y BURFENING, 1972; SEJRSEN, 1978; GRIGGS, 1986). Esta relación intervendría básicamente en la relación madre-descendiente, forzando las estimaciones de la covarianza genética aditiva y/o de dominancia en dirección negativa (BAKER, 1980).

A este respecto, CANTET y col. (1988) cuantificaron la influencia de la aptitud materna de la madre sobre la de sus hijas mediante el coeficiente de regresión parcial (f_m) definido por KOCH (1972). La estimación obtenida para este coeficiente (-0,25) corroboró la influencia negativa del ambiente aportado por las madres sobre la futura capacidad materna de sus hijas. Cuando se tuvo en cuenta esta relación entre efectos maternos de madre e hija en el análisis, la correlación genética entre efectos directos y maternos disminuyó en magnitud (-0,57 *vs* -0,79), aunque continuó siendo negativa, pero las correlaciones de dominancia y ambiental entre los efectos directos y maternos pasaron a ser próximas a cero.

Por su parte, BRUCKNER y SLANGER (1986) estimaron los componentes de (co)varianza considerando el efecto de la abuela materna en el análisis tal y como planteaba WILLHAM (1972), a partir de los datos de peso al destete de un rebaño experimental de raza Angus. Aunque los resultados del parecido entre parientes sugerían la existencia de variabilidad debida al efecto de la abuela materna, y que su covarianza con los efectos directos y maternos debía ser sustancial y negativa, las estimaciones que estos autores obtuvieron no corroboraron esta hipótesis, situándose fuera del espacio paramétrico. Estos autores concluyen no obstante que los efectos de la abuela materna deben ser incorporados en el análisis para evitar sesgos en las estimaciones del resto de componentes.

La descomposición de la variabilidad de un caracter influido maternamente en sus componentes causales es un proceso complejo. El número de componentes de (co)varianza a estimar para cualquier carácter productivo depende de las fuentes de influencia genética y ambiental, y es invariablemente mayor en un carácter con efectos maternos. Una limitación en los análisis sobre poblaciones de vacuno de carne fue que a menudo los datos disponibles no proporcionaban suficientes relaciones entre

parientes para estimar todos los posibles factores implicados en la variación fenotípica del carácter, lo cual conducía el tener que ignorar algunos de los componentes del modelo para estimar los parámetros restantes. Esta circunstancia comportaba una falta de definición del método, puesto que hay variación en la dirección y acumulación del sesgo. Por otro lado, la variación de los resultados según el tipo de parientes utilizados en el análisis indica la poca consistencia del procedimiento de estimación o bien la existencia de factores no considerados que comportaban necesariamente la aparición de sesgos en los componentes estimados.

Otra limitación común a los trabajos era que las estimaciones de las (co)varianzas entre parientes no eran independientes, no tenían varianza mínima y diferían en precisión, puesto que se obtenían por procedimientos tipo ANOVA o regresión sobre distintas subbases de una misma colección de datos, lo cual comportaba una explotación no óptima de la información (FOULLEY y LEFORT, 1978). La alternativa, tal y como sugieren CANTET y col. (1988), es utilizar métodos basados en la verosimilitud o procedimientos bayesianos, recurriendo a modelos animales que tengan en cuenta adecuadamente la estructura de (co)varianzas de los datos.

En definitiva, la estimación de los parámetros de dispersión a partir del parecido entre parientes tampoco aportó una respuesta definitiva sobre el papel de cada uno de los posibles factores implicados en la variabilidad de un carácter con influencia materna ni sobre la relación existente entre ellos, especialmente en el caso de los efectos ambientales y de dominancia. La falta de precisión del método estadístico se une en este caso a la dificultad de separar adecuadamente todos los posibles factores de (co)variación que intervienen en un único registro fenotípico.

5.4. Estimación de los componentes de (co)varianza del modelo animal materno

Desde el desarrollo del modelo animal materno (QUAAS y POLLAK, 1980), la obtención de estimaciones fiables de sus componentes de varianza para el carácter peso al destete ha sido el objetivo de numerosos trabajos realizados sobre distintas poblaciones de vacuno de carne (QUAAS y col., 1985; BERTRAND y BENYSHEK, 1987; WRIGHT y col., 1987; TRUS y WILTON, 1988; GARRICK y col., 1989; CANTET, 1990; JOHNSON y col., 1992; MEYER, 1992a; WALDRON y col., 1993; ROBINSON, 1996a; MEYER, 1997; DODENHOFF y col., 1998). En contraste con anteriores trabajos basados en el parecido entre algunos tipos de parientes, estos trabajos se llevaron a cabo a partir de las ecuaciones del modelo mixto, considerando en un único análisis toda la información genealógica disponible, y la mayoría de ellos se realizaron sobre datos de campo e incluyendo un número de registros considerablemente superior.

La inferencia estadística sobre modelos mixtos desequilibrados y con datos procedentes de un proceso de selección[2] (ver p.e.

2. Los métodos basados en la verosimilitud, Máxima Verosimilitud (HARTLEY y RAO, 1967) y Máxima Verosimilitud Restringida (PATTERSON y THOMPSON, 1971), así como la Estimación Cuadrática de Varianza Mínima (RAO, 1971 y LAMOTTE, 1973), permiten tener en cuenta la pérdida en variabilidad genética debida a la selección, siempre que se incluya en el análisis información suficiente para describir el flujo de genes en la población.

Cuadro 1

Estimaciones de parámetros genéticos[1] para los efectos directos y maternos sobre el peso al destete o el crecimiento durante la cría, obtenidas a partir de la comparación del parecido entre parientes en diversas poblaciones de vacuno de carne

Table 1

Genetic parameter estimates [1] for direct and maternal effects on weaning weight or pre-weaning growth, obtained from comparison of resemblance between relatives in several beef cattle breeds

	Población[2]	$\hat{h}^2_d$	$\hat{h}^2_m$	$\hat{r}_{AdAm}$	$\hat{\sigma}^2_{Em}{}^{(p)}$	$\hat{\sigma}^2_{Dm}{}^{(p)}$	$\hat{\sigma}^2_{Ed}{}^{(p)}$	$\hat{\sigma}^2_{Dd}{}^{(p)}$	$\hat{r}_{EdEm}$	$\hat{r}_{DdDm}$
Peso al destete										
Hohenboken y Brinks,	Hereford [RE]	0,27	0,40	-0,28	-2,4	–	0,50	0,12	–	-0,18
1971		0,23	0,54	-0,79	-2,0	–	0,42	0,10	–	–
		0,23	0,34	-0,28	-2,0	–	0,42	0,10	–	–
Cantet y col., 1988	Hereford [RE]	0,31	0,33	-0,79	0,10	0,06	0,23	0,13	0,15	0,74
		0,26	0,67	-0,63	–	–	–	–	–	–
		0,32	0,27	-0,57	0,135	0,05	0,30	0,09	0,01	-0,05
Crecimiento hasta el destete										
Deese y Koger, 1967	Brahman	0,18	0,15	0,0	0,08	–	0,59	0,0	–	–
	Brah. x Short.	0,40	0,46	-0,73	0,07	–	0,38	0,0	–	–
Koch, 1972	Hereford [RE]	de 0,20 a 0,39	de 0,29 a 0,60	de -0,78 a 0,0	de 0,19 a 0,62		de 0,20 a 0,34			

(1) h^2_d y h^2_m: heredabilidad de los efectos directos y maternos; $\sigma^2_{Dd}{}^{(p)}$ y $\sigma^2_{Dm}{}^{(p)}$: proporción de la varianza fenotípica debida a los efectos de dominancia directos y maternos; $\sigma^2_{Ed}{}^{(p)}$ y $\sigma^2_{Em}{}^{(p)}$: proporción de la varianza fenotípica debida al ambiente sobre los efectos directos y maternos; r_{AdAm}, r_{DdDm} y r_{EdEm}: correlaciones genética aditiva, de dominancia y ambiental entre los efectos directos y maternos.

(2) [RE] Datos de un rebaño experimental.

GARCÍA CORTÉS, 1992) presenta no obstante unos requerimientos computacionales muy elevados cuando se trabaja con grandes bases de datos, más aún en modelos animales y con efectos maternos. Esta circunstancia condujo a muchos autores a considerar modelos simplificados como alternativa al modelo animal con efectos maternos, cuyos componentes de (co)varianza se obtenían como funciones de las (co)varianzas estimadas con modelos simplificados.

El modelo simplificado más utilizado en la estimación de los componentes de varianza directos y maternos fue el modelo padre con abuelo materno (QUAAS y col., 1985; SKAAR, 1986; WRIGHT y col., 1987; TRUS y WILTON, 1988; GARRICK y col., 1989; SHI y LALOE, 1991). Los componentes de (co)varianza estimados para este modelo se igualaban posteriormente a sus valores esperados en términos de (co)varianzas genéticas aditivas directas y maternas (ver desarrollo en CANTET, 1990), asumiendo equivalencia entre el modelo animal y el modelo padre-abuelo materno. Sin embargo, el modelo padre-abuelo materno asume como únicas fuentes de (co)varianza de los datos el padre y el abuelo materno, y que los efectos residuales son independientes y homocedásticos (HENDERSON, 1984), por lo que sólo será equivalente al modelo animal bajo las siguientes premisas:

a) que cada hembra tenga un único descendiente con registro,

b) que las abuelas maternas no estén emparentadas y cada una tenga sólo un nieto con registro,

c) que las abuelas maternas se apareen al azar con los abuelos maternos, y

d) que para la selección y apareamiento dirigido de las madres no se utilice más información que la aportada por los abuelos maternos.

Por otro lado, el modelo padre-abuelo materno no permitía discriminar la variación debida al ambiente permanente materno, ya que éste pasa a formar parte del efecto residual junto a los efectos ambientales temporales. Además, había confusión entre las aportaciones genéticas directa y materna por parte del abuelo materno (GARRICK y col, 1989). Todo ello condujo a varios autores a considerar la aportación de las madres, bien utilizando el modelo padre-madre conjuntamente con el modelo padre-abuelo materno (BERTRAND y BENYSHEK, 1987; JOHNSON y col., 1992), bien incluyendo las madres jerarquizadas dentro de abuelos maternos en el modelo padre-abuelo materno (WRIGHT y col., 1987; SHI y col., 1993; GUTIÉRREZ y col., 1997).

La no inclusión de la matriz de relaciones aditivas en los análisis también constituyó un modo de simplificar el coste computacional que comportaba la estimación de componentes de varianza (SKAAR, 1985; BERTRAND y BENYSHEK, 1987; TRUS y WILTON, 1988). A este respecto, Johnson y col. (1992) trataron de determinar las consecuencias de ignorar el parentesco sobre los componentes estimados a partir de los modelos padre-abuelo materno y padre-madre, observando que se obtenían menores varianzas genéticas aditivas y menor varianza residual, pero que la covarianza entre efectos directos y maternos no experimentaba grandes cambios.

Del mismo modo que se utilizaron modelos simplificados, en múltiples trabajos se recurrió a métodos aproximados con menores requerimientos computacionales para la estimación de los componentes de (co)varianza. De este modo, QUAAS y col. (1985) y WRIGTH y col. (1987) utilizaron un REML aproximado, mientras que BERTRAND y BENYSHEK (1987) y TRUS y WILTON (1988) recurrieron al método Hen-

derson IV o MIVQUE diagonal (HENDERSON, 1980), y SHI y col. (1993) al método Tilde-sombrero (VAN RADEN y JUNG, 1988). Si bien los métodos aproximados no corrigen adecuadamente los cambios en las varianzas genéticas debidos a la selección, pueden ser una alternativa para obtener buenas aproximaciones de las estimaciones REML en poblaciones sometidas a selección leve o nula.

Con el avance en la disponibilidad de recursos computacionales, así como el desarrollo de algoritmos y procedimientos de cálculo, el modelo animal y los métodos basados en la verosimilitud han venido imponiéndose en el ámbito de la mejora genética. De este modo, los análisis más recientes del peso al destete en vacuno de carne (CANTET, 1990; MEYER, 1992a; WALDRON y col., 1993; ROBINSON, 1996a; GUTIÉRREZ y col. 1997; MEYER, 1997; DODENHOFF y col., 1998) se realizaron mediante Máxima Verosimilitud Restringida (PATTERSON y THOMSON, 1971) sobre el modelo animal con efectos maternos, utilizando en su resolución el algoritmo de Esperanza-Maximización (DEMPSTER y col., 1977) o algoritmos libres de derivadas (GRASER y col., 1987).

La estimación de los parámetros de dispersión de caracteres con influencia materna también ha sido abordada en el ámbito de la inferencia bayesiana. A este respecto, CANTET y col. (1992b) presentaron el desarrollo teórico de la inferencia de los parámetros de dispersión del modelo animal materno desde una perspectiva bayesiana. Posteriormente, JENSEN y col. (1994) plantearon un análisis bayesiano de este modelo utilizando el muestreo de Gibbs (GEMAN y GEMAN, 1984) para la obtención de las distribuciones marginales posteriores, y presentaron una aplicación con datos de peso corporal en corderos. Asimismo JANSS y col. (1994) utilizaron el muestreo de Gibbs para estimar los componentes de (co)varianza directos y maternos del peso al destete en ovino sobre un modelo con efectos no aditivos. Según estos autores, el muestreo de Gibbs se presenta como una metodología de especial interés para modelos genéticos "no convencionales", como modelos no lineales, con efectos no aditivos o con parámetros discretos.

Por último cabe destacar que, recientemente, diversos autores han retomado los postulados de KOCH (1972) y WILLHAM (1972), planteando la necesidad de considerar la influencia del ambiente proporcionado por la madre sobre la futura capacidad materna de sus hijas. A este respecto, ROBINSON (1996b) toma parcialmente el planteamiento de FALCONER (1965) y propone considerar una regresión lineal sobre el fenotipo de la madre dentro del propio modelo animal materno, basado a su vez en el modelo de WILLHAM (1963). Este "modelo integrado de Willham-Falconer" fue posteriormente desarrollado por KOERHUIS y THOMPSON (1997) en el ámbito de la mejora aviar, y recientemente ha sido utilizado por MEYER (1997) en el análisis del peso al destete en varias poblaciones de vacuno de carne. Por su parte, DODENHOFF y col. (1998) toman el planteamiento propuesto por WILLHAM (1972) e incluyen dentro del modelo de análisis un nuevo efecto debido a la influencia de la abuela materna, para el cual consideran un componente genético y otro ambiental.

Discusión de los componentes de (co)varianza estimados

Los parámetros genéticos estimados en algunos de estos trabajos, así como los modelos y metodología utilizados en los análisis, se muestran en el cuadro 2. La

gran diversidad de poblaciones y procedimientos hace difícil la comparación de estos resultados, que a su vez presentan una gran disparidad incluso entre poblaciones y metodologías similares. Para los efectos directos, las heredabilidades estimadas oscilaron de bajas (QUAAS y col., 1985; WRIGHT y col., 1987; CANTET, 1990; WALDRON y col., 1993) a moderadas (BERTRAND y BENYSHEK, 1987; DODENHOFF y col., 1998), e incluso altas (TRUS y WILTON, 1988; GARRICK y col., 1989; ROBINSON, 1996a; MEYER, 1997) y muy altas (JOHNSON y col. 1992; GUTIÉRREZ y col. 1997). Aunque en principio sería de esperar que las heredabilidades directas del peso al destete fuesen razonablemente elevadas, esta disparidad de resultados hace imposible establecer conclusiones generales al respecto.

Las heredabilidades estimadas para los efectos maternos fueron de muy bajas a moderadas (de 0,02 a 0,27), con la excepción del análisis en el que se consideraba el efecto de la abuela materna (DODENHOFF y col., 1998), en el cual la heredabilidad de los efectos maternos fluctuó entre 0,31 y 0,34 y fue superior a la heredabilidad estimada para los efectos directos. No obstante, en términos generales se puede decir que se obtuvo siempre una heredabilidad superior para los efectos directos que para los maternos, indicando que las diferencias observadas en el peso al destete están determinadas en mayor medida por las aptitudes genéticas del ternero para el crecimiento que por las de su madre para el efecto materno. Estos resultados contrastaron con los obtenidos en trabajos anteriores realizados a partir del parecido entre parientes, donde se obtuvieron heredabilidades maternas altas y superiores a las directas (DEESE y KOOGER, 1967; HILL, 1965; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; CANTET y col., 1988).

En los análisis que consideraron el efecto de las madres en el modelo simplificado (BERTRAND y BENYSHEK, 1987; WRIGHT y col., 1987; JOHNSON y col., 1992; SHI y col. 1993; GUTIÉRREZ y col. 1997), o en los que se realizaron sobre el modelo animal con efectos maternos (CANTET, 1990; MEYER, 1992a; WALDRON y col., 1993; ROBINSON, 1996a; MEYER, 1997; DODENHOFF y col., 1998), se obtuvieron también estimaciones de la varianza del ambiente permanente materno. Según los resultados de estos trabajos, el efecto ambiental permanente explicaba del 2 al 29 % de la varianza del peso al destete en distintas poblaciones de vacuno de carne, a excepción del trabajo de JOHNSON y col. (1992), en el que se obtuvieron estimaciones negativas en poblaciones Angus y Hereford; según estos autores, este valor fuera del espacio paramétrico podría ser consecuencia de algún efecto del muestreo o de una fuente de sesgo no conocida.

Por otro lado se debe tener en cuenta que los parámetros maternos serían, junto con la correlación genética entre efectos directos y maternos, los más afectados por la existencia de una relación ambiental entre los efectos directos y maternos, debida a una influencia de la madre sobre la capacidad materna de sus descendientes. A este respecto, MEYER (1992b) observó que la presencia de un antagonismo entre el efecto ambiental materno y el residuo que afectan al fenotipo conduce a la infraestimación del componente genético materno y la sobreestimación del componente ambiental. Asimismo, DODENHOFF y col. (1998) afirmaban que la presencia de un efecto de la abuela materna a través de su influencia sobre la madre puede ser la causa de una importante infraestimación de la heredabilidad de los efectos maternos. Estos autores estimaron que el efecto genético de la abue-

la materna sobre el peso al destete en tres líneas de la raza Hereford contabilizaba de un 5 a un 12% de la varianza fenotípica total, y obtuvieron asimismo una heredabilidad materna superior cuando los efectos de la abuela materna fueron considerados en el modelo (0,31-0,34 *vs* 0,18-0,20). Respecto a los efectos maternos de origen ambiental, ROBINSON (1996b) mostró mediante simulación que una relación negativa entre los fenotipos de madre y descendiente no considerada en el análisis era parcialmente recogida por el componente ambiental permanente materno, cuya varianza se vería sobreestimada. En esta línea, DODENHOFF y col. (1998) obtuvieron estimaciones muy inferiores para este parámetro cuando el efecto de la abuela materna fue considerado en el modelo (7-16% *vs* 24-29% de la varianza total).

En cuanto a la correlación genética aditiva entre los efectos directo y materno, la mayor parte de las estimaciones alcanzaban valores altos y negativos (QUAAS y col., 1985; BERTRAND y BENYSHEK, 1987; TRUS y WILTON, 1988; GARRICK y col., 1989; CANTET, 1990; JOHNSON y col., 1992; MEYER, 1992a; SHI y col., 1993; WALDRON y col., 1993; ROBINSON, 1996a; GUTIÉRREZ y col. 1997; MEYER, 1997; DODENHOFF y col., 1998), corroborando los resultados obtenidos para este parámetro en anteriores trabajos basados en el parecido entre parientes (HILL, 1965; HOHENBOKEN y BRINKS, 1971; KOCH, 1972; CANTET y col., 1988). Sin embargo, aunque escasas, existe alguna referencia de estimaciones nulas e incluso positivas para la correlación genética aditiva entre efectos directos y maternos, como por ejemplo las obtenidas por WRIGHT y col. (1987) en Simmental, SKAAR (1985) en HEREFORD y ANGUS, y WALDRON y col. (1993) en Angus. Según WRIGHT y col. (1987), existía una tendencia a obtener correlaciones genéticas aditivas entre efectos directos y maternos cada vez más próximas a cero. Sin embargo, en análisis realizados con posterioridad a este trabajo, las estimaciones de la correlación alcanzaron de nuevo valores altamente negativos.

Una correlación genética negativa indicaría la existencia de un antagonismo genético entre el potencial de crecimiento postnatal de las terneras y la posterior capacidad lechera. Según TRUS y WILTON (1988), esta correlación negativa resulta difícil de explicar dada la respuesta correlacionada generalmente positiva de la producción de leche a la selección por ganancia postdestete (IRGANG y col., 1985), por lo que tal vez el papel del comportamiento materno haya sido infraestimado. Sin embargo, MEYER y col. (1994) demostraron que la producción láctea de la madre era el principal componente del efecto materno sobre el peso al destete.

WALDRON y col. (1993) afirman que las estimaciones altamente negativas de la correlación genética entre efectos directos y maternos podrían tener una explicación fisiológica en las poblaciones con poca capacidad lechera como la Hereford, indicando que las hembras de la población con genotipo superior para la tasa de crecimiento no tendrían energía suficiente para mantener una alta producción láctea. En las poblaciones con mayor capacidad lechera, por el contrario, la producción láctea no sería un factor limitante, por lo que se esperarían correlaciones menos negativas o positivas. En oposición a esta hipótesis, los resultados obtenidos por MEYER y col. (1994) en una población Hereford indicaban que no existía una asociación genética entre la producción de leche y el peso al destete.

Varios autores plantearon la posibilidad de que la existencia de una relación de origen ambiental entre madre y descendiente, así como la utilización excesiva de este parentesco en los análisis, fueran las causas de un sesgo a la baja que explicaría las estimaciones altamente negativas obtenidas para la covarianza genética entre efectos directos y maternos (KOCH, 1972; MÉNISSIER, 1976; BAKER, 1980; CANTET y col., 1988; SHI y col. 1993; MEYER, 1992a,b; ROBINSON, 1996b). A este respecto, ROBINSON (1996b) mostró mediante simulación que, en ausencia de antagonismo genético entre efectos directos y maternos, la presencia de una relación negativa entre los fenotipos de madre y descendiente forzaba la estimación de la correlación genética en dirección negativa e inflaba la obtenida para la varianza del ambiente permanente materno. Asimismo, MEYER (1992b) describió sesgos en la estimación de este parámetro en presencia de una relación ambiental negativa entre los efectos directos y maternos. Las estimaciones obtenidas posteriormente por MEYER (1997) en la raza Hereford, donde la correlación genética negativa fue mucho menor al incluir el fenotipo de la madre como covariable (-0,24 *vs* -0,65), corroborarían la hipótesis de que en algunas poblaciones las estimaciones altamente negativas para este parámetro pueden ser atribuidas a una relación ambiental que no ha sido correctamente modelizada.

En los trabajos basados en el modelo padre-abuelo materno sin embargo no se esperaría esta fuente de sesgo, ya que no se tiene en cuenta la relación madre-descendiente. No obtante, si en el vector de observaciones se incluyen registros de individuos que sean madre y descendiente, estas relaciones estarían formando parte de la estructura de dispersión, y se acumularían en la covarianza entre padres y abuelos maternos, provocando igualmente un sesgo en la estimación de la covarianza genética entre efectos directos y maternos. También es posible un sesgo debido a la selección, que afectaría principalmente la estimación de la covarianza (CANTET, 1990), en la medida en que en algunos trabajos la selección no era tenida en cuenta por el método de estimación, o bien porque no se incluía la información suficiente.

Casi todos los análisis realizados sobre caracteres afectados maternamente en vacuno de carne se han basado en el modelo propuesto por WILLHAM (1963). Sin embargo, de los 9 componentes de (co)varianza contemplados originalmente en dicho modelo (3 aditivos, 3 de dominancia y 3 ambientales), los componentes estimados se han limitado generalmente a las tres (co)varianzas genéticas aditivas de los efectos directos y maternos y a la varianza del ambiente permanente materno. Si bien es cierto que los datos disponibles no siempre proporcionan suficiente información para estimar todos los componentes de (co)varianza planteados en el modelo de Willham, la disponibilidad de *software* específico, como por ejemplo los programas DFREML (MEYER, 1991) o VCE (GROENEVELD, 1994), ha facilitado y extendido la estimación de componentes de varianza sobre la simplificación que constituye el modelo animal materno. Sin embargo, según CANTET (1990), la gran disparidad de los resultados obtenidos para todos los parámetros, aun cuando se comparaban trabajos con procedimientos de estimación relativamente similares y sobre las mismas poblaciones, indica la existencia de fuentes de sesgo que se acumulan en distintos sentidos según las hipótesis sobre las que se plantea el análisis.

En definitiva, la bondad de los resultados obtenidos dependerá del grado en que

se cumplan los supuestos implícitos en los análisis. Dado que todavía no se conoce con exactitud la incidencia de todos los posibles factores implicados en la variación de los caracteres con influencia materna, no se puede hacer una valoración de la bondad con que el modelo animal materno describe la distribución de las observaciones fenotípicas y de las estimaciones obtenidas en base al mismo.

6. Algunas consideraciones respecto a la estimación de efectos maternos en el peso al destete del ganado vacuno

La disponibilidad de recursos y metodología para la estimación de componentes de varianza de modelos con efectos maternos no debe hacernos olvidar los problemas asociados a este tipo de análisis. Los efectos maternos sobre el carácter se confunden con los efectos directos, se expresan en un solo sexo, tarde en la vida de las hembras y con una generación de retraso (WILLHAM, 1980). Asimismo, varios autores señalan que en caracteres con influencia materna deben esperarse elevadas varianzas de muestreo de las estimaciones (THOMPSON, 1976; FOULLEY y LEFORT, 1978; CANTET, 1990; MEYER, 1992b). Concretamente THOMPSON (1976) observó que, en presencia de efectos maternos, las varianzas de muestreo de las estimaciones para la heredabilidad directa aumentaban de 3 a 5 veces sobre las obtenidas si sólo existiesen efectos directos sobre el carácter. Ante estas circunstancias, MEYER (1992b) señala que la cantidad de información y las estructuras familiares disponibles son a menudo insuficientes para discriminar todos los parámetros de dispersión implicados, y que es esperable obtener estimaciones imprecisas o inconsistentes.

Para paliar en parte la problemática inherente a la estimación de los efectos maternos, WILLHAM (1980) sugirió recurrir a diseños experimentales que aportasen (co)varianzas específicas entre los individuos lo menos relacionadas posible. En esta línea estarían el diseño con adopción cruzada propuesto por EISEN (1967), o el propuesto posteriormente por BONDARI y col. (1978). Por su parte THOMPSON (1976) propuso un procedimiento de máxima verosimilitud para estimar las (co)varianzas directas y maternas sobre estos diseños, observando que no siempre era posible discriminar todos los posibles parámetros implicados. Asimismo, MEYER (1992b) muestra elevadas varianzas y correlaciones de muestreo de las estimaciones, incluso con estructuras familiares especialmente diseñadas para la estimación de efectos maternos, tomando entre otros los diseños propuestos por EISEN (1967) y por BONDARI y col. (1978). Ante estas evidencias, cabe plantearse hasta qué punto la cantidad y estructura de los datos disponibles a partir de un programa de control de rendimientos en una población de vacuno de carne podrían aportar suficiente información para disociar y estimar con precisión todos los factores implicados, aun cuando se usen dispositivos y métodos relativamente sofisticados.

Actualmente existe un escaso conocimiento del efecto de la estructura de los datos sobre las estimaciones de los componentes de (co)varianza con efectos directos y maternos. A este respecto, GERSTMAYR (1992) analizó el impacto de dos aspectos de la estructura de los datos sobre la fiabilidad de la estimación de parámetros genéticos directos y maternos: el número de madres con registro propio y el número

Cuadro 2
Estimaciones de los parámetros de dispersión[1] del peso al destete y el crecimiento durante la cría, según un modelo animal con efectos maternos, en diversas poblaciones de vacuno de carne

Table 2
Dispersion parameter estimates[1] of weaning weight and pre-weaning growth, beyond an animal model with maternal effects, in several beef cattle breeds

	Población[2]	$\hat{h}^2_d$	$\hat{h}^2_m$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2_m$	Metodología[3]	Modelo análisis[4]
Peso al destete							
Quaas y col., 1985	Simmental	0,12	0.08	-0,04	–	REML-EM [a]	P-ABM [mc]
Bertrand y Benyshek,	Limousin	0,16	0.15	-0.30	0.06	MIVQUE [a]	P-ABM, P-M
1987	Brangus	0.28	0,20	-0.29	0,04		
Wright y col., 1987	Simmental	0,12	0,09	0,16	0.07	REML-EM [a]	P-ABM-M (ABM) [mc]
Garrick y col., 1989	Simmental	0,36	0,19	-0.32	–	REML-EM	P-ABM [mc]
Cantet, 1990	Angus	0,11	0,03	-0.31	0,02	REML-EM	MAM [gg]
	Angus	0,12	0,02	-0,37	0.02		MAM
Johnson y col., 1992	Angus [RE]	0,63	0.16	-0.36	-0,31	REML-EM	P-ABM, P-M
	Hereford [RE]	0,66	0,43	-0,08	-0,22		
Shi y col., 1993	Limousin 120 d.	0,26	0,16	-0,24	0,07	REML [a]	P-ABM-M (ABM) [mc]
	210 d.	0,26	0,13	-0,24	0,08		
Meyer, 1992a	Hereford	0,14	0,13	-0.59	0,23	DF-REML	MAM
	Angus	0.20	0,13	0,22	0,03		
	Cebú	0,58	0,36	-0,78	0,11		
Waldron y col., 1993	Hereford [RE]	0,15	0.14	-0,35	0,21	REML-EM	MAM
	Angus 1 [RE]	0.14	0.11	0.06	0.15		
	Angus 2 [RE]	0,13	0.15	0,00	0,09		
Robinson, 1996a	Angus	0,29	0,14	-0,52	0,15	DF-REML	MAM
	Angus	0,26	0.15	-0,45	0.14		MAM [mc]
Gutiérrez y col., 1997	Asturiana Valles	0.57	0.04	-0,73	0.03	DF-REML	P-ABM-M (ABM)
Meyer, 1997	Hereford	0,28	0,21	-0,65	0,23	DF-REML	MAM
	Hereford	0,27	0,17	-0,24	0,17		MAM+bP_m
	Angus	0,39	0,18	-0,62	0,15		MAM
	Angus	0,38	0,17	-0,56	0,15		MAM+bP_m
	Limousine	0,40	0,26	-0.65	0,16		MAM
	Limousine	0.39	0.23	-0,51	0,14		MAM+bP_m
Dodenhoff y col.,	Hereford-lín.1 [RE]	0.18	0,18	-0.22	0,024	REML-Avl	MAM
1998	Hereford-lín.1	0,18	0,34	-0,13	0.07		MAM+EAB_m
	Hereford-lín.2 [RE]	0,23	0,20	-0,35	0,29		MAM
	Hereford-lín.2	0,14	0,31	-0,44	0,16		MAM+EAB_m
	Hereford-lín.3 [RE]	0,10	0,20	-0.25	0,28		MAM
	Hereford-lín.3	0,10	0,34	-0,26	0,15		MAM+EAB_m
Crecimiento hasta el destete							
Trus y Wilton, 1988	Angus	0,39	0,21	-0,54	–	MIVQUE [a]	P-ABM
	Hereford	0,30	0,27	-0,42	–		
	Shorthorn	0,39	0,26	-0,14	–		
	Charolais	0,27	0,16	-0.26	–		
	Simmental	0.43	0,20	-0.45	–		

Cuadro 2 (continuación)

	Población[2]	$\hat{h}^2_d$	$\hat{h}^2_m$	$\hat{r}_{dm}$	$\hat{c}^2_m$	Metodología[3]	Modelo análisis[4]
Johnson y col., 1992	Angus [RE]	0.57	0,15	-0.32	-0,25	REML-EM	P-ABM, P-M
	Hereford RE	0,58	0,39	-0,05	-0,19		
Gutiérrez y col., 1997	Asturiana Valles	0,49	0,13	-0.78	0,06	DF-REML	P-ABM-M (ABM)

(1) h^2_d y h^2_m heredabilidad de los efectos directos y maternos; r_{dm} correlación genética entre los efectos directos y maternos; c^2_m proporción de la varianza total debida al ambiente permanente materno;
(2) [RE] Datos de un rebaño experimental.
(3) [a] Método aproximado.
(4) P-ABM Modelo padre-abuelo materno; P-M Modelo padre-madre; P-ABM-M(ABM) Modelo padre-abuelo materno con madres jerarquizadas dentro de abuelos maternos; MAM Modelo animal con efectos maternos genéticos y ambientales; EABm Efecto de la abuela materna (con un componente genético y otro ambiental); b·P_m Regresión sobre el fenotipo de la madre; [mc] Modelo multicarácter; [gg] Con grupos genéticos.

medio de descendientes por madre. Según este trabajo, con las estructuras más desfavorables (un descendiente por madre y ninguna madre con registro) aumentaban drásticamente el error estándar y las correlaciones de muestreo de las estimaciones, especialmente para la heredabilidad materna y la correlación genética entre efectos directos y maternos. Sin embargo, entre los casos intermedios no hubo variaciones notables en la fiabilidad de las estimaciones, siendo el valor de la correlación genética, y sobre todo la relación entre los componentes de varianza directo y materno, los que determinaron en mayor medida la fiabilidad de las estimaciones. No obstante, este trabajo fue llevado a cabo sobre poblaciones simuladas en condiciones "ideales" (sin selección ni tendencia genética y con estructura equilibrada respecto a los efectos fijos), por lo que la extrapolación de las conclusiones a poblaciones reales debe realizarse con cautela.

Queda asimismo el interrogante sobre la incidencia de los factores sistemáticamente ignorados. En los análisis realizados a partir del parecido entre parientes, frecuentemente las relaciones familiares disponibles no proporcionaban suficiente información para estimar todos los componentes del modelo de WILLHAM (1972). Los análisis realizados posteriormente en base a las ecuaciones del modelo mixto, a pesar de que los modelos asumidos fueron cada vez más detallados y la metodología utilizada más precisa, han constituido siempre una simplificación respecto al modelo de WILLHAM (1963, 1972), asumiendo independencia entre los efectos ambientales, así como la ausencia de efectos genéticos no aditivos y de influencias del fenotipo materno de las madres sobre el de sus hijas.

Tal y como se ha visto anteriormente, la influencia del ambiente nutricional recibido de la madre durante el periodo de cría sobre la futura aptitud materna de sus hijas, en relación inversa a la influencia sobre el fenotipo directo, ha sido puesta de manifiesto en múltiples trabajos experimentales y aceptada por numerosos autores (WILLHAM, 1972; KOCH, 1972; VAN VLECK y col., 1977; BAKER, 1980; CANTET y col., 1988; MEYER, 1992a,b; ROBINSON, 1996a,b; MEYER, 1997; DODENHOFF y col., 1998), pero

generalmente ignorada en los análisis. Considerando el modelo animal materno, la modelización de este mecanismo biológico requeriría el establecimiento de una relación entre el efecto materno global recibido de la madre (suma de los efectos genéticos y ambientales) y el futuro ambiente materno aportado por las hijas a su descendencia, por lo que la matriz de varianzas y covarianzas de las observaciones debería incluir nuevos términos de covarianza entre los efectos maternos de madres e hijas, además de los debidos a la relación aditiva entre ellas.

A este respecto KOCH (1972) planteaba recoger esta influencia en términos de regresión parcial del fenotipo maternal de la madre sobre el homólogo de la abuela materna, mientras que WILLHAM (1972) propuso considerar el efecto de la abuela materna en el modelo. Posteriormente y tomando el modelo animal materno, CANTET (1990) planteó considerar una covarianza entre el ambiente materno recibido y el efecto ambiental aleatorio asociado al registro, que forma parte del efecto residual, mientras que ROBINSON (1996b), tomando parcialmente el planteamiento del modelo de FALCONER (1965), sugirió introducir el fenotipo de la madre como covariable en el modelo de análisis para reducir los sesgos producidos por esta relación en los componentes estimados.

Por su parte, MEYER (1992a) afirmaba que una influencia negativa del fenotipo materno de la madre sobre el de sus hijas es estadísticamente equivalente a una covarianza negativa entre los ambientes permanentes maternos aportados por madres e hijas. Tomando este último planteamiento, recientemente QUINTANILLA y col. (1998) han descrito la estructura de la matriz de correlaciones entre los efectos ambientales permanentes maternos. Estos autores han desarrollado asimismo un algoritmo para la construcción de la inversa de esta matriz a partir de información genealógica, ofreciendo de este modo una solución computacional para incorporar la relación ambiental entre los efectos maternos de generaciones sucesivas en la estructura de dispersión del modelo animal materno.

Por todo lo expuesto y a modo de conclusión podemos afirmar que todavía queda mucho camino por recorrer en el análisis de los efectos maternos en vacuno de carne. La realización de experiencias de adopción cruzada y transplante de embriones permitiría separar los efectos directos y maternos y estimar con mayor precisión los distintos factores implicados en la variación del carácter. Sin embargo, llevar a cabo diseños experimentales con poblaciones bovinas resulta por el momento prohibitivo, debiéndose recurrir a los datos recogidos en programas de control de rendimientos. En cualquier caso, la validez de las conclusiones obtenidas de cualquier investigación de genética cuantitativa dependerá de la proximidad con que los supuestos y los modelos estadísticos reflejen las relaciones biológicas reales, y de la información incorporada en el análisis. La utilización de modelos más completos que recojan todos los posibles factores de dispersión implicados, así como la disponibilidad de información suficiente para poder discriminar cada uno de estos componentes, son por el momento las cuestiones principales en el análisis del peso al destete en vacuno de carne.

Bibliografía

AHLSCHWEDE W.T., ROBISON O.W., 1971. Prenatal and postnatal influences on growth and backfat in swine. J. Anim. Sci. 32, 10-16.

ALENDA R., MARTIN T.G., LASLEY J.F., ELLERSIECK, M.R., 1980. Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. I. Birth and weaning weights. J. Anim. Sci. 50, 226-234.

ALFONSO L., 1995. Variabilidad genética y selección de la prolificidad en porcino. Tesis Doctoral, Universitat de Lleida.

BAKER R.L., 1980. The role of maternal effects on the efficiency of selection in beef cattle: A review. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 40, 285-303.

BERTRAND J.K., BENYSHEK L.R., 1987. Variance and covariance estimates for maternally influenced beef growth traits. J. Anim. Sci. 64, 728-734.

BONDARI K., WILLHAM R.L., FREEMAN A.E., 1978. Estimates of direct and maternal genetic correlations for pupa weight and family size of Tribolium. J. Anim. Sci. 47, 358-365.

BRADFORD G.E., 1972. The role of maternal effects in animal breeding: VII. Maternal effects in sheep. J. Anim. Sci. 35, 1.324-1.334.

BRUCKNER C.M., SLANGER W.D., 1986. Symmetric diferences squared and analysis of variance procedures for estimating genetic and environmental variances and covariances for beef cattle weaning weight: II. Estimates from a data set. J. Anim. Sci. 63, 1.794-1.803.

BURFENING P.J., KRESS D.D., FRIEDRICH R.L., VANJMAN D., 1978. Calving easy and growth rate of Simmental-sired calves. I. Factors affecting calving ease and growth rate. J. Anim. Sci. 46, 922-929.

CAMACHO L., BASELGA M., 1991. Efectos no "genéticos directos" en la determinación de caracteres productivos en conejos. ITEA 87A (2-3), 210-217.

CANTET R.J.C., 1990. Estimation and prediction problems in mixed linear models for maternal genetic effects. Ph.D. Thesis, University of Illinois.

CANTET R.J.C., KRESS D.D., ANDERSON D.C., DOORNBOS D.E., BURFENING P.J., BLACKWELL R.L., 1988. Direct and maternal variances and covariances and maternal phenotypic effects on preweaning growth of beef cattle. J. Anim. Sci. 66, 648-660.

CANTET R.J.C., SCHAEFFER L.R., SMITH C., 1992a. Reduced animal model with differential genetic grouping for direct and maternal effects. J. Anim. Sci. 70, 1.730-1.741.

CANTET R.J.C., FERNANDO R.L., GIANOLA D., 1992b. Bayesian inference about dispersion parameters of univariate mixed models with maternal effects: theoretical considerations. Genet. Sel. Evol. 24, 107-135.

CHRISTIAN L.L., HAUSER E.R., CHAPMAN A.B., 1965. Association of preweaning and postweaning traits with weaning weight in cattle. J. Anim. Sci. 24, 652-659.

DEESE R.E., KOGER M., 1967. Maternal effects on preweaning growth rate in cattle. J. Anim. Sci. 26, 250-253.

DEMPSTER A.P., LAIRD N.M., RUBIN D.B., 1977. Maximun Likelihood from incomplete data via the E.M. algorithm. J. Roy. Stat. Soc. Series B 39, 1-38.

DICKERSON G.E., 1947. Composition of hog carcasses as influenced by heritable differences in rate and economy of gain. Iowa Agricultural Experimental Station Research Bulletin 354, 489-524.

DICKINSON A.G., 1960. Some genetic implications of maternal effects - a hypothesis of mammalian growth. J. Agric. Sci. 54, 378-390.

DICKINSON A.G., HANCOCK J.L., HOVELL G.J.R., TAYLOR C.S., WIENER G., 1962. The size of lambs at birth - a study involving egg transfer. Anim. Prod. 4, 64-79.

DODENHOFF J., VAN VLECK L.D., KACHMAN S.D., AND KOCH R.M., 1998. Parameter estimates for Direct, Maternal, and Grandmaternal Genetic Effects for Birth Weight and Weaning Weight in Hereford Cattle. J. Anim. Sci. 76, 2.521-2.527.

EISEN E.J., 1967. Mating designs for estimating direct and maternal genetic variances and directmaternal genetic covariances. Can. J. Genet. Cytol. 9, 13-22.

FALCONER D.S., 1965. Maternal effects and selection response. Genetics Today. Proc. XIth. International Congress of Genetics, The Hague, The Netherlands, Vol. 3, 763-774.

FALCONER D.S., 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, London.

FISHER R.A., 1918. The correlation between relatives on the suposition of Mendelian inheritance. Trans. Roy. Soc. Edinb. 52, 399-433.

FOULLEY J.L., LEFORT G., 1978. Méthodes d'estimation des effects directs et maternels en sélection animale. Ann. Génét. Sel. Anim., 10, 475-496.

GARCÍA CORTÉS L.A., 1992. Estimación de componentes de varianza y covarianza: Contraste e incremento de su eficacia en modelos de genética cuantitativa. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.

GARRICK D.J., POLLAK R.L., QUAAS R.L, VAN VLECK L.D., 1989. Variance heterogeneity in direct and maternal weight traits by sex and percent purebred for Simmentalsired calves. J. Anim. Sci. 67, 2.515-2.528.

GEMAN S., GEMAN D., 1984. Stochastic relaxation, Gibbs distributions and the bayesian restoration of images. IEEE Trans. Pattn. Anal. Mach. Intell. 6, 721-741.

GERSTMAYR S., 1992. Impact of the data structure on the reliability of the estimated genetic parameters in an animal model with maternal effects. J. Anim. Breed. Genet., 109, 321-336.

GLEDDIE C.G., BERG R.T., 1968. Milk production in range beef cows and its relationship to calf gain. Can. J. Anim. Sci. 48, 323-333.

GÓMEZ E., 1994. La selección del tamaño de camada en el conejo de carne: influencia de los efectos maternos y de la heterogeneidad genética entre partos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

GRASER H.U., SMITH S.P., TIER B., 1987. A derivative-free approach for estimating variance components in animal models by Restricted Maximun Likelihood. J. Anim. Sci. 64, 1.362-1.370.

GREGORY K.E., SWIGER L.A., KOCH R.M., SUMPTION L.J., ROWDENAND W.W., INGALLS J.E., 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. J. Anim. Sci. 24, 21-28.

GRIGGS K.M., 1986. The influence of pre-weaning growth of heifers on their maternal ability. B. Rur. Sci. Thesis, University of New England.

GROENEVELD E., 1994. VCE - A multivariate multimodel REML (co)variance component estimation package. Proc. 5th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, Vol. 22, 47-48.

GUTIÉRREZ J.P., CAÑÓN J., GOYACHE F., 1997. Estimation of direct and maternal genetic parameters for preweaning traits in the Asturiana de los Valles beef cattle breed through animal and sire models. J. Anim. Breed. Genet., 114, 261-266.

HAZEL L.N., 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28, 476-490.

HARTLEY H.O., RAO J.N.K., 1967. Maximum likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. Biometrika 54, 93-108.

HENDERSON C.R., 1963. Selection index and expected genetic advance, pp., 141-163. En: Statistical Genetics and Plant Breeding. W.D. Hanson y H.F. Robinson (Eds.), NAS-NRC Pub. 982.

HENDERSON C.R., 1973. Sire evaluation and genetic trends. Proc. of Animal Breeding and Genetics Symp. in honor of Dr. J.L. Lush., Amer. Soc. Anim. Sci., Champaign, Illinois., 10-41.

HENDERSON C.R., 1974. General flexibility of linear model techniques for sire evaluation. J. Dairy Sci. 57, 963-972.

HENDERSON C.R., 1980. A simple method for unbiased estimation of variance components in the mixed model. Mimeo. Dept. of Anim. Sci., Cornell University, Ithaca.

HENDERSON C.R., 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph, Guelph.

HENDERSON C.R., 1985a. Best Linear Unbiased Prediction of nonadditive genetic merits in noninbred poulations. J. Anim. Sci. 60, 111-117.

HENDERSON C.R., 1985b. MIVQUE and REML estimation of additive and nonadditive genetic variances. J. Anim. Sci. 61, 113-121.

HENDERSON C.R., 1988. Theoretical basis and computacional methods for a number of different animal models. J. Dairy Sci. 71 (Suppl. 2), 1-16.

HENDERSON C.R., QUAAS R.L., 1976. Multiple trait evaluation using relatives' records. J. Anim. Sci. 43, 1.188-1.197.

HILL J.R. Jr., 1965. The inheritance of maternal effects in beef cattle. Ph.D. Thesis, North Carolina State University.

HOHENBOKEN W.D., 1985. Maternal effects, pp., 135-149. En: World Animal Science, Vol. A4. General and Quantitative Gene-tics. A.B. Chapman (Ed.). Elsevier, Amsterdam.

HOHENBOKEN W.D., BRINKS J.S., 1969. Effect of environmental corrections on repeatability of weaning weight in Angus. J. Anim. Sci. 29, 534-540.

HOHENBOKEN W.D., BRINKS J.S., 1971. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords: II. Partitioning of covariance between relatives. J. Anim. Sci. 32, 26-34.

HOHENBOKEN W.D., HAUSER E.R., CHAPMAN A.B., CUNDIFF L.V., 1973. Phenotypic correlations between dam traits expressed during development and lactation and traits of progeny in cattle. . J. Anim. Sci. 37, 1-10.

IRGANG R., DILLARD E.V., TESS M.W., ROBISON O.W., 1985. Selection for weaning weight and postweaning gain in Hereford cattle. III. Correlated responses to selection in milk yield, preweaning and postweaning traits. J. Anim. Sci. 60, 1.156-1.164.

JANSS L.L.G., VAN ARENDONK J.A.M., VAN DER WAAIJ E.H., 1994. Estimation of genetic parameters using Gibbs sampling with an application to direct and maternal genetic variance for weaning weight in sheep. 45th EAAP Meeting, Edinburgh.

JENSEN J., WANG C.S., SORENSEN D.A., GIANOLA D., 1994. Bayesian inference on variance and covariance components for traits influenced by maternal and direct genetic effects, using the Gibbs sampler. Acta Agric. Scand., Section A, Animal Sci. 44, 193-201.

JOHNSON Z.B., WRIGHT D.W., BROWN C.J., BERTRAND J.K., BROWN A.H., 1992. Effect of including relationships in the estimation of genetic parameters of beef calves. J. Anim. Sci. 70, 78-88.

KEMPTHORNE O., 1955. The correlation between relatives in random mating populations. Cold Spring Harbor Symp. on Quant. Biol. 22, 60-78.

KIRKPATRICK M., LANDE R., 1989. The evolution of maternal caracters. Evolution 43, 485-503.

KIRKPATRICK B.W., RUTLEDGE J.J., 1988. Influence of prenatal and postnatal fraternity size on reproduction in swine. J. Anim. Sci. 66, 2.530-2.537.

KOCH R.M., 1972. The role of maternal effects in animal breeding. VI. Maternal effects in beef catle. J. Anim. Sci. 35, 1.316-1.323.

KOCH R.M., CLARK R.T., 1955. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef catle. III. Evaluating maternal environment. J. Anim. Sci., 14, 979-996.

KOCH R.M., DICKERSON G.E., CUNDIFF L.V., GREGORY K.E., 1985. Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. J. Anim. Sci. 60, 1.117-1.132.

KOERHUIS A.N.M., THOMPSON R., 1997. Models to estimate maternal effects for juvenile body weight in broiler chickens. Genet. Sel. Evol. 29, 225-249.

KRESS D.D., BURFENING P.J., 1972. Weaning weight related to subsequent most probable producing abilty in Hereford cows. J. Anim. Sci. 35, 327-335.

KUHLERS D.L., CHAPMAN A.B., FIRST N.L., 1977. Estimates of maternal and grand-maternal influences on weights and gain of pigs. J. Anim. Sci. 44, 181-188.

LAMOTTE L.R., 1973. Quadratic estimation of variance components. Biometrics 29, 311-330.

LANDE R., KIRKPATRICK M., 1990. Selection response in traits with maternal inheritance. Genet. Res. 55, 189-197.

LEGATES J.E., 1972. The role of maternal effects in animal breeding: IV. Maternal effects in laboratory species. J. Anim. Sci. 35, 1.294-1.302.

MANGUS W.L., BRINKS J.S., 1971. Relationships between direct and maternal effects in growth in Hereford: I. Environmental factors during preweaning growth. J. Anim. Sci. 32, 17-25.

MARÍA G.A., BOLDMAN K.G., VAN VLECK L.D., 1993. Estimates of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Romanov sheep. J. Anim. Sci. 71, 845-849.

MARTIN T.G., SRINIVASAN G., GARWOOD V.A., 1970. Creep feed as a factor affecting cow and calf performance. J. Anim. Sci. 31, 166 (Abstr.).

MÉNISSIER F., 1976. Comments on optimization of cattle breeding schemes: best breeds for suckling herds. Ann. Génét. Sél. Anim. 8, 71-87.

MEYER K., 1991. DFREML- a set of programs to estimate variance components by restricted maximum likelihood using a derivative-free algorithm. User notes, Version 2.0. Mimeo. Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England, Armidale.

MEYER K., 1992a. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. Livest. Prod. Sci. 31, 179-204.

MEYER K., 1992b. Bias and sampling covariances of estimates of variance components due to maternal effects. Genet. Sel. Evol. 24, 487-509.

MEYER K., 1997. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environmental covariances. Livest. Prod. Sci. 52, 187-199.

MEYER K., GARRICK M.J., DONNELLY B.J.P., 1994. Genetic production of Australian beef cows and weaning weight of their calves. J. Anim. Sci. 72, 1.155-1.165.

MUELLER J.P., JAMES J.W., 1985. Phenotypic response to selection for traits with direct and maternal components when generations overlap. Theor. Appl. Genet. 70, 123-127.

NELSON R.E., ROBISON O.W., 1976. Effects of postnatal maternal environment on reproduction on gilts. J. Anim. Sci. 43, 71-77.

NEVILLE W.E., 1962. Influence of dam's milk production and other factors on 120 and 240 day weight of Hereford calves. J. Anim. Sci. 21, 315-320.

NITTER G., 1985. Genetic and maternal effects on sheep reproduction and their influence on selection. pp 97-105. En: Genetics of reproduction in sheep. R.B. Land y D.W. Robinson (Eds.), Butterworths. London.

PAHNISH O.F., BRINKS J.S., URICK J.J., KNAPP B.W., RILEY T.M., 1969. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: calf performance to weaning. J. Anim. Sci. 28, 291-299.

PATTERSON H.D., THOMPSON R., 1971. Recovery of interblock information when block sizes are unequal. Biometrika 58, 545-554.

PLUM M., HARRIS L., 1968. Rearing intensity and milk production. J. Anim. Sci. 27, 1.128 (Abstr.).

QUAAS R.L., POLLAK E.J., 1980. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. J. Anim. Sci. 51, 1.277-1.287.

QUAAS R.L., ELZO M.A., POLLAK E.J., 1985. Analysis of Simmental data: estimation of direct and maternal genetic (co)variances. J. Anim. Sci. 61 (suppl., 1), 221 (Abstr.).

QUINTANILLA R., VARONA L., PUJOL M.R., PIEDRAFITA J., 1998. Maternal animal model with correlation between maternal permanent environmental effects in beef breeding. Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.,Armidale, Vol. 23, 259-262.

RAO C.R., 1971. Minimun variance quadratic unbiased estimation of variance components. J. Multivariate Analysis 1, 445-456.

REVELLE T.J., ROBISON O.W., 1973. An explanation for the low heritability of litter size in swine. J. Anim. Sci. 37, 668-675.

ROBINSON D.L., 1996a. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. Livest. Prod. Sci. 45, 1-11.

ROBINSON D.L., 1996b. Models which might explain negative correlations between direct and maternal genetic effects. Livest. Prod. Sci. 45, 111-122.

ROBISON O.W., 1972. The role of maternal effects in animal breeding: IV. Maternal effects in swine. J. Anim. Sci. 35, 1.303-1.315.

RUTLEDGE J.J., 1980. Fraternity size and swine reproduction. Effect on fecundity of gilts. J. Anim. Sci. 51, 568-870.

SCHUTZ M.M., FREEMAN A.E., BEITZ D.C., MAYFIELD J.E., 1992. The importance of maternal lineage on milk yield traits of dairy cattle. J. Dairy Sci. 75 (5), 1.331-1.341.

SEJRSEN K., 1978. Acta Agric. Scand. 28, 41. (citado por Baker, 1980).

SHI M.J., LALOË D., 1991. Comparision of two methods for variances and covariances estimation for maternally influenced traits applied to French beef cattle field data. 42th EAAP Meeting, Berlin.

SHI M.J., LALOË D., MÉNISSIER F., RENAND G., 1993. Estimation of genetic parameters of preweaning performance in the French Limousin cattle breed. Genet. Sel. Evol. 25, 177-189.

SKAAR B.R., 1985. Direct genetic and maternal variances and covariance component estimates from Angus and Hereford field data. Ph.D. Dissertation, Iowa State University, Ames.

SORENSEN D.A., KENNEDY B.W., 1984. Estimation of genetic variances from unselected and selected populations. J. Anim. Sci. 59, 1.213-1.223.

SOUTHWOOD O.I., KENNEDY B.W., 1990. Estimation of direct and maternal genetic variance for litter size in Canadian Yorkshire and Landrace swine using an animal model. J. Anim. Sci. 68, 1.841-1.847.

STEINBACH J., SMIDT D., SCHEVEN B., 1967. Investigation of the maternal influence on pre- and postnatal growth in pigs of extremes in size. II. Growth of improved Landrace and Gottingen dwarf pigs following reciprocal transplantation of fertilized ova. Z. Tierz. Zuechtungsbiol. 83, 312-330.

SWANSON E.W., HINTON S.A., 1964. Effect of seriously restricted growth upon lactation. J. Dairy Sci. 47, 267-272.

THOMPSOM R., 1976. The estimation of maternal effects variances. Biometrics 32, 903-917.

TOSH J.J., KEMP R.A., 1994. Estimation of variance components for lamb weights in three sheep populations. J. Anim. Sci. 72 (5), 1.184-1.190.

TOTUSEK R., STEPHENS D.F., KROOP J.R., HOLLOWAY J.W., KNORI L., WHITEMAN J.V., 1971. Milk production of range cows. Oklahoma. Agr. Ext. Sta. Misc. Pub. 85, 18.

TOUCHBERRY R.W., BERESKIN B., 1966. Crossbreeding dairy cattle. I. Some effects of crossbreeding on the birth weight and gestation period of dairy cattle. J. Dairy. Sci. 49, 287-300.

TRUS D., WILTON J.W., 1988. Genetic parameters for maternal traits in beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 68, 119-128.

VAN RADEN P.M., JUNG Y.C., 1988. A general purpose approximation to restricted maximun likelihood: The tildehat approach. J. Dairy Sci. 71, 187-194.

VAN VLECK L.D., 1970. Index selection for direct and maternal genetic components of economic traits. Biometrics 26, 477-483.

VAN VLECK L.D., 1976. Selection for direct, maternal and grand maternal genetic components of economic traits. Biometrics 32, 173-181.

VAN VLECK L.D., 1990a. Breeding value prediction with maternal genetic groups. J. Anim. Sci. 68, 3.998-4.013.

VAN VLECK L.D., 1990b. Absortion of equations for non-parents for an animal model with maternal effects and genetic groups. J. Anim. Sci. 68, 4014-4.025.

VAN VLECK L.D., 1990c. Alternative animal models with maternal effects and foster dams. J. Anim. Sci. 68, 4.026-4.038.

VAN VLECK L.D., 1993. Estimation of nonadditive genetic variances for a total-merit model including maternal effects. J. Anim. Sci. 71, 2.006-2.011.

VAN VLECK L.D., ST. LOUIS D., MILLER J.I., 1977. Expected phenotypic response in weaning weight of beef calves from selection for direct and maternal genetic effects. J. Anim. Sci. 44, 360-367.

WAGNER R.P., 1972. The role of maternal effects in animal breeding: II. Mitochondria and animal inheritance. J. Anim. Sci. 35, 1.280-1.287.

WALDRON D.F., MORRIS C.A., BAKER R.L., JOHNSON D.L., 1993. Maternal effects for growth traits in beef cattle. Livest. Prod. Sci. 34, 57-70.

WESTELL R.A., 1984. Simultaneous evaluations of sires and cows for a large population. Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca.

WILLHAM R.L., 1963. The covariances between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. Biometrics 19, 18-27.

WILLHAM R.L., 1972. The role of maternal effects in animal breeding. III.Biometrical aspects of maternal effects. J. Anim. Sci. 35, 1.288-1.293.

WILLHAM R.L., 1980. Problems in estimating maternal effects. Livest. Prod. Sci. 7, 405-418.

WRIGHT S., 1921. Systems of mating: I. The biometric relations between parent and offspring. Genetics 6, 111-178.

WRIGHT S., 1922. Coefficients of inbreeding and relationships. Amer. Nat. 56, 330-338.

WRIGHT H.B., POLLAK E.J., QUAAS R.L., 1987. Estimation of variance and covariance components to determine heritabilities and repeatability of weaning weight in American Simmental cattle. J. Anim. Sci. 65, 975-981.

YOUNG C.B., LEGATES J.E., 1965. Genetic, phenotypic and maternal interrelationships of growth in mice. Genetics 52, 563-576.

(Aceptado para publicación el 18 de junio de 1999)

ITEA (2000), Vol. **96A N.° 1,** 40-55

DIFERENCIAS EN LAS PREFERENCIAS ENTRE LOS CONSUMIDORES DE CARNE DE VACUNO ETIQUETADA Y NO ETIQUETADA

M. Sánchez[1], **C. Goñi, I. Marañón, S. Martín**

Departamento Gestión de Empresas, Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona, España

RESUMEN

La incidencia de la alimentación sobre la salud y la superior concienciación medioambiental de los individuos ha justificado, al menos en parte, el incremento de productos alimentarios diferenciados con etiquetas o *labels* indicadores de superior calidad. Este fenómeno se ha observado en España dentro del mercado de vacuno. El trabajo analiza la existencia de diferencias de comportamiento en los consumidores en la elección de carne de vacuno calificada y no calificada, mediante la técnica del Análisis Conjunto. El interés radica en proponer si es necesario distintas políticas comerciales adaptadas a cada grupo. Los resultados indican la existencia de escasas diferencias entre los grupos, independientemente del tipo de carne consumida y de su frecuencia. Por otro lado, el precio de la carne es el aspecto más valorado tendiendo a identificarse por parte de los compradores como un indicador de calidad.

Palabras clave: Etiqueta de calidad, Carne de vacuno, Análisis conjunto, Segmentación, Preferencias, Simulación.

SUMMARY

PREFERENCE DIFFERENCES BETWEEN CONSUMERS OF BOVINE MEAT WITH AND WITHOUT LABEL

The importance of food into human health and the increasing of environmental conscience justified the growth of *labels* food products. In Spain this phenomen exist in bovine meat market. This study analyse with Conjoint Analysis the difference between consumers and no consumers of these label food products. The results show no important difference between persons independently their bovine meat quality, quantity and frequency consume. On the other hand, the meat price is the most important attribute to the consumers and it is a quality sign.

Key words: Labels, Bovine meat, Conjoint Analysis, Segmentation, Preferences, Simulation.

1. E-mail: mersan@si.upna.es

Material y métodos

En la actualidad la evolución de los hábitos de consumo alimentario se caracterizan por una mayor preocupación por la influencia de la alimentación sobre la salud del individuo y una superior concienciación por el deterioro medioambiental (JAHN, 1991; BEHARRELL y MACHIE, 1991). La mayor valoración de dichos aspectos está provocando, en parte, la aparición de segmentos o grupos de consumidores diferenciados por características distintas a las clásicas sociodemográficas (renta, edad, zona de residencia, etc.). Dentro de este grupo de nuevas variables que definen patrones de comportamiento alimentario se sitúan los estilos de vida de los individuos.

En el territorio español la situación descrita se está observando de forma importante en el mercado de la carne de vacuno. Estas condiciones competitivas, unidas a sus problemas especiales relacionados con la salud y, a su saturación del mercado, han provocado el nacimiento y crecimiento de distintas alternativas de diferenciación de este tipo de carne (BUXADE, 1996; AGUADO *et al.*, 1997; ALIMARKET, 1996 y 1997; FERRER, 1996; CHARNECA, 1997; PALOS, 1996, ÁLVAREZ y ÁLVAREZ, 1998, entre otros).

El objetivo de este trabajo se centra en el análisis de las diferencias existentes entre los distintos grupos de consumidores y no consumidores de carne de vacuno calificada o etiquetada. Con este fin se va a tratar, en primer lugar, de identificar las variables, bien de estilos de vida o sociodemográficas, que diferencian los grupos de consumo de este producto. En una segunda etapa se jerarquizaran los aspectos o atributos más relevantes en la compra de este tipo de carne para cada uno de los segmentos de compradores, con el fin de determinar si es conveniente ofrecer políticas comerciales alternativas a cada uno de ellos. Finalmente, en base a la información anterior, se realizaran simulaciones del reparto del mercado entre distintos tipos de carne de vacuno competitivos, con el fin de evaluar las potencialidades ofrecidas por cada alternativa.

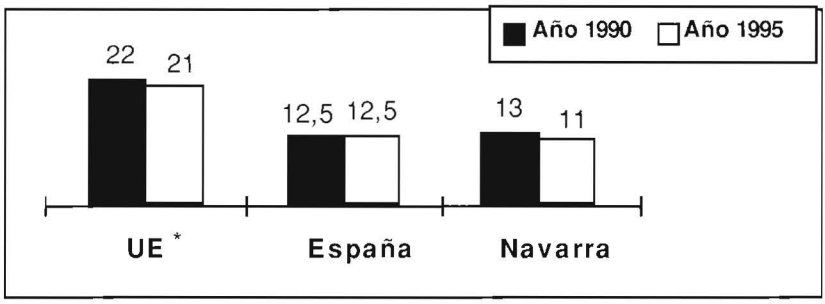
El estudio se ha realizado en un mercado urbano, Pamplona, mediante la utilización de una entrevista personal dirigida a una muestra representativa[1] de compradores habituales de alimentos para el hogar.

De forma previa a la exposición de la metodología utilizada y los resultados hallados, se van a presentar algunos indicadores de la evolución del nivel de consumo de carne de vacuno en los ámbitos geográficos más cercanos y, del tamaño de las principales certificaciones o etiquetas referidas a este producto, existentes en el territorio español.

En relación con el consumo per capita de carne de vacuno, se ha observado un ligero decrecimiento tanto a nivel europeo, nacional, como regional entre los años 1990 y 1995 (figura 1). En términos de comparación, España es el país que ofrece un menor nivel de consumo de este tipo de carne dentro del ámbito europeo. Por el contrario, Navarra es una de las Comunidades Autónomas[2] con una media de adquisición superior al nivel nacional (BUXADE, 1997).

1. Se realizaron 400 encuestas estratificadas por barrios de residencia y edad, cometiéndose un error máximo del 5%.

2. Las Comunidades Autónomas con niveles de consumo de carne superiores a la media son: Galicia, Asturias, Cantabria, Comunidad Autónoma Vasca, Rioja, Castilla-La Mancha y Extremadura.



* En 1990 se refiere a UE-12 y en 1995 a UE-15
* In 1990 refers to UE-12 and in 1995 to UE-15

Fuente: Eurostat, 1997; Statisques Agricoles OCDE. 1994; Manual de Estadística Navarrra y por comarcas 1987-1995 y Anuario Diario de Navarra, 1996.
Source: Eurostat, 1997; Statisques Agricoles OCDE. 1994; Manual de Estadística Navarrra y por comarcas 1987-1995 and Anuario Diario de Navarra, 1996.

Figura 1
Evolución del consumo per capita (kg) de carne de vacuno
Figure 1
Per capita bovine consum (kg) evolution

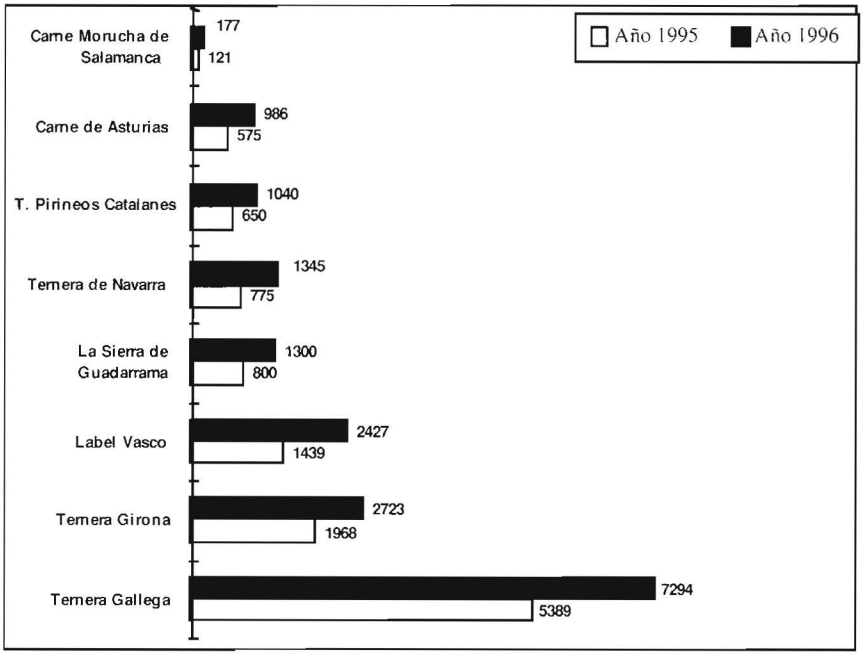
Tal y como se ha indicado con anterioridad, una de las soluciones adoptadas con el fin de disminuir el descenso paulatino del consumo de carne de vacuno, se ha centrado en la diferenciación del producto mediante certificaciones o *labels* de calidad. El crecimiento de esta alternativa estratégica por parte de los productores se observa en todo el territorio español (figura 2).

De acuerdo con esta creciente evolución del mercado de calidad, se va a analizar a continuación la existencia de diferencias de comportamiento entre distintos grupos de adquirentes. La aparición de notables variaciones entre ellos supondría la conveniencia de diseñar estrategias comerciales alternativas para cada uno de los segmentos identificados.

Resultados y discusión

Caracterización de los grupos de consumidores de carne

La identificación de cada uno de los grupos de consumidores de carne se ha realizado en base a variables sociodemográficas clásicas (sexo, renta, nivel de formación y edad) y, en función de los estilos de vida manifestados por los adquirentes entrevistados. La evaluación del estilo de vida se ha efectuado mediante una escala testada incluida en el Anexo (ABASCAL y GRANDE, 1996). En base a la información obtenida para cada uno de los ítems de la escala se ha realizado un análisis factorial de componentes principales con rotación varimax



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Alimarket, 1996-1997.
Source: Base on Alimarket, 1996-1997.

Figura 2
Evolución de las toneladas sacrificadas de diferentes denominaciones españolas de carne de vacuno
Figure 2
Spanish bovine labels ton evolution

(PARASURAMAN, 1993), con el fin de resumir los aspectos claves que definen dicho estilo de vida. El cuadro 1 presenta las puntuaciones de cada variable en cada uno de los cuatro factores obtenidos. El primer factor asociado al grado de preocupación por la alimentación manifestado por los compradores recoge el 19% de la variación de la información. El factor segundo y cuarto muestran el interés de los entrevistados por la incidencia sobre su salud de la alimentación, la variación recogida asciende al 15% y 9% respectivamente. Finalmente, el tercero de los factores centra su atención en la concienciación social e incluye el 11% de varianza.

Los factores hallados para el estilo de vida y las clásicas variables sociodemográficas van a permitir caracterizar a los distintos grupos de consumo. Los conjuntos definidos atienden tanto a ser adquirente o no de carne calificada o etiquetada mediante un *label* de calidad, como a la frecuencia de consumo de dicho producto. Para el grado de consumo se han definido cuatro niveles: no consumo, consumo ocasional, dos veces a la semana y más de dos veces a la sema-

Cuadro 1
Análisis factorial de los estilos de vida[3]
Table 1
Lifestyle factorial analysis

	Factor 1 Preocupación Alimentación	Factor 2 Salud I	Factor 3 Concienciación Social	Factor 4 Salud II
No industrializados	*0,810*	0,117	0,004	0,009
Sin aditivos	*0,783*	0,170	0,005	0,007
No sal	*0,639*	0,113	-0,009	0,379
Carne moderada	*0,519*	0,142	0,186	-0,125
Chequeo de salud	*0,443*	0,415	-0,008	0,009
Consumo frutas	*0,414*	0,313	-0,003	0,363
Vida ordenada	0,284	*0,788*	-0,005	-0,004
Vida equilibrada	0,163	*0,786*	0,182	-0,113
Reducción estrés	0,006	*0,644*	0,002	0,307
Preocupa naturaleza	0,148	-0,008	*0,712*	0,120
ONG	0,117	0,007	*0,693*	-0,244
Control dentista	-0,229	0,149	*0,610*	0,272
Práctica ejercicio	0,138	0,002	0,009	*0,818*
% de varianza explicada	19%	16%	11%	9%

na. El cuadro 2 resume los valores obtenidos en cada uno de los ocho segmentos identificados. En primer lugar, se puede observar como el grado de consumo de carne calificada sobre la no certificada es superior dentro del territorio analizado. Un segundo aspecto a destacar se centra en que no se detectan elevadas diferencias entre los grupos, en relación a los estilos de vida, o a sus características sociodemográficas. Si bien, parece observarse un menor interés por el consumo de carne de vacuno entre los individuos más concienciados socialmente, o entre aquellos más preocupados por el efecto de la alimentación sobre la salud. En relación con las variables clásicas, se advierte un consumo superior de carne calificada entre las personas de renta superior y los individuos de mediana edad.

Una vez definidas las diferencias de caracterización entre los grupos de consumo se van a analizar las variaciones existentes entre ellos en el proceso de elección del producto, con el fin de proponer, si es necesario, alternativas comerciales de actuación para cada uno de ellos que permitan mejorar su potencial de mercado.

3. El valor de KMO ha sido de 0,793 y el valor de Chi-cuadrado en la prueba de esfericidad de Barlett ha sido 1027,755 (sig.0,000).

Cuadro 2
Caracterización de los grupos de consumo de carne etiquetada y no etiquetada
Table 2
Bovine label and no label consum segments characterization

	No etiquetada				Etiquetada			
	Nunca (54%)**	Ocasional (21%)	Dos veces semana (13%)	Más dos semana (12%)	Nunca (27%)	Ocasional (11%)	Dos veces semana (32%)	Más dos semana (30%)
Aliment	0,0095	0,0090	-0,1470	-0,2100	-0,0086	0,0740	0,0015	0,0067
Salud I	0,0051	-0,0440	-0,0110	0,0590	0,0064	0,1840	-0,1200	0,0099
Concienc		0,0180*	-0,1200	-0,1700	-0,2360	-0,2000*	0,0097	-0,0070
Salud II	0,0015*	-0,1500	0,0025	0,3980	0,0099	0,1392	-0,0036	-0,0027
Renta								
Modesta	56,1%	49,3%	62,5%	50,0%	62,4%*	59%	47%	54,6%
Media	32,8%	38,7%	35,4%	40,9%	35,6%	17,9%	41,9%	34,3%
Alta	11,1%	12,0%	2,1%	9,1%	2%	23,1%	11,1%	11,1%
Estudios								
No altos	37,9%*	60,0%	45,8%	52,3%	50,5%	41%	40,2%	47,2%
Altos	62,1%	40,0%	54,2%	47,7%	49,5%	59%	59,8%	52,8%
Edad								
20-34	33,8%	36,0%	35,4%	36,4%	34,7%*	46,2%	38,5%	26,9%
35-49	31,3%	22,7%	27,1%	13,6%	19,8%	15,4%	33,3%	30,6%
50-64	19,7%	14,7%	20,8%	25,0%	19,8%	20,5%	18,8%	19,4%
> 65	15,2%	26,7%	16,7%	25,0%	25,7%	17,9%	9,4%	23,1%

(*) Indica la existencia de diferencias entre los grupos.
(**) Indica el tamaño del grupo.
(*) *Indicates the existence of diferences between groups.*
(**) *Indicates the group size.*

Diferencias en las preferencias de elección de carne de ternera entre los grupos de consumidores

Las diferencias en el proceso de elección de la carne de vacuno manifestadas por los distintos grupos de consumo se han analizado mediante la técnica del análisis conjunto. Esta alternativa metodológica se ha convertido en una importante herramienta en la evaluación de las preferencias asignadas por un comprador a los distintos atributos que lo componen (MÚGICA, 1989, RUIZ DE MAYA y MUNUERA, 1993). Las utilidades asignadas a cada uno de los aspectos relevantes en la compra del producto se obtienen mediante la descomposición de las valoraciones globales realizadas por los

sujetos entrevistados sobre los diferentes productos hipotéticos que se les ofrecen (GREENY SRINIVASAN, 1978). El interés de esta técnica radica en que sus resultados pueden utilizarse, al menos potencialmente, en la toma de decisiones sobre la política de cartera de productos (renovación, retirada, cuotas de mercado, etc.).

La aplicación del análisis conjunto parte de una etapa destinada a su diseño. Se deben elegir los atributos y los niveles considerados como claves en el proceso de adquisición de los productos estudiados. Estos atributos tienen que representar las características y dimensiones del producto consideradas más importantes por los consumidores (CATTIN y WITTINK, 1982). Los atributos y los diferentes niveles de los mismos seleccionados en el proceso de compra de la clásica carne de ternera (troceada en filetes) han sido: *precio* (850, 1.100 y 1.400 ptas/kg), *etiquetado o calificado* (con certificación y sin certificación), *forma de presentación* (granel o bandeja) y *color* (roja o blanca). La elección de estos atributos se ha realizado en base a consultas a expertos y a otros estudios similares (STEENKAMP, 1987, DJABOUT *et al.*, 1994).

Dichos atributos y sus niveles se deben combinar para formar un conjunto de carnes hipotéticas que serán evaluados por los consumidores. De las posibles combinaciones que se pueden obtener, son seleccionadas aquellas que sean ortogonales entre sí (BRETTON Y CLARK, 1987), obteniéndose en este caso 8 filetes hipotéticos (cuadro 3). Los consumidores deben asignar valores entre 0 y 100 de acuerdo a su nivel de preferencia de cada uno de los filetes hipotéticos, otorgando 100 al más preferido, 0 al menos preferido y cualquier valor comprendido entre 0 y 100 al resto de productos según la ordenación de sus preferencias.

A la hora de especificar el modelo de análisis conjunto, se parte de la hipótesis de que las preferencias de los consumidores o su valoración global del producto, se obtiene a partir de las puntuaciones individuales de cada atributo, de tal manera que la suma de esas puntuaciones individuales generan

Cuadro 3
Filetes de ternera hipotéticos ofrecidos a los consumidores
Table 3
Bovine meat combination evaluated to the consumers

Producto	Precio	Etiquetado	Presentación	Color
Filete 1	1.400	SI	Granel	Roja
Filete 2	1.400	NO	Bandeja	Blanca
Filete 3	1.100	SI	Granel	Blanca
Filete 4	1.100	NO	Bandeja	Roja
Filete 5	850	SI	Bandeja	Roja
Filete 6	850	NO	Granel	Blanca
Filete 7	1.100	SI	Bandeja	Blanca
Filete 8	1.100	NO	Granel	Roja

las valoraciones globales (STEENKAMP, 1987). En base a este supuesto y teniendo en cuenta los 4 atributos del producto, el modelo conjunto de preferencia puede ser formulado de la siguiente manera:

$$\text{Valoración} = \beta_0 + \sum_{n=1}^{n} \beta_{1i} D_{1i} + \sum_{j=1}^{m} \beta_{2j} D_{2j} + \sum_{k=1}^{p} \beta_{3k} D_{3k} + \sum_{l=1}^{q} \beta_{4l} D_{4l} \qquad [1]$$

dónde β_{1i}, β_{2j}, β_{3k} y β_{4l} son los *part-worths* asociados a los niveles i (i=1,2,....., n); j (j=1,2,.....,m), k (k=1,2,....., p) y l (l=1,2,....., q), de los atributos precio (1), etiquetado (2), forma de presentación del filete (3) y color (4) respectivamente. Las variables *dummy* D_{1i},D_{2j}, D_{3k} yD_{4l} toman el valor 1 si el nivel correspondiente del atributo está presente y el valor 0 en el resto de los casos.

Dado que un objetivo relevante del trabajo se centra en el análisis de las diferencias de valoración manifestadas entre los distintos grupos de compradores de carne calificada y no calificada se va a especificar un modelo como [1], pero introduciendo un conjunto de variables ficticias con el fin de identificar los niveles de consumo alternativos. Lógicamente se define un modelo para cada uno de los dos grandes colectivos analizados: los adquirentes de carne de vacuno calificada y aquellos no consumidores de este producto diferenciado.

El modelo para cada grupo se puede definir de la siguiente manera:

$$\textit{Valoración} = \beta_0 + \beta_1 \text{*Pr} + \beta_2 \text{*}\textit{Etiqueta} + \beta_3 \text{*}\textit{Granel} + \beta_4 \text{*}\textit{Roja} + \beta_5 \text{*}\textit{Nun} + \beta_6 \text{*}\textit{Ocas} + \beta_7 \text{*Dos} + \beta_8 \text{*Pr_}\textit{Nun} + \beta_9 \text{*}\textit{Etiqueta_ Nun} + \beta_{10} \text{*}\textit{Granel_ Nun} + \beta_{11} \text{*}\textit{Roja_ Nun} + \beta_{12} \text{*}\textit{Pr_Ocas} + \beta_{13} + \textit{Etiqueta_ Ocas} + \beta_{14} \text{*}\textit{Granel_Ocas} + \beta_{15} \text{*}\textit{Roja_Ocas} + \beta_{16} \text{*Pr_}\textit{Dos} + \beta_{17} \text{*}\textit{Etiqueta_ Dos} + \beta_{18} \text{*}\textit{Granel_ Dos} + \beta_{19} \text{*}\textit{Roja_Dos} + \varepsilon \qquad [2]$$

Dónde:

Valoración: Valoración asignada por cada encuestado a cada uno de los filetes hipotéticos.

Pr: Precio del filete.

Etiqueta: Variable ficticia que indica la presencia de una etiqueta o certificación el producto.

Granel: Variable ficticia que indica que la presentación del producto se realiza a granel.

Roja: Variable ficticia que indica que el color del producto es rojo.

Nun: Variable ficticia del no consumo de ese tipo de carne.

Ocas: Variable ficticia del consumo ocasional de este tipo de carne.

Dos: Variable ficticia del consumo de dos veces a la semana de este tipo de carne.

_: Iteración entre las variables.

ε Término de error.

Para evitar que los parámetros estimados sean sesgados e inconsistentes (estimación MCO), los modelos derivados de [2] se han estimado por Máxima-Verosimilitud (MADDALA, 1983). Los parámetros estimados de los modelos conjuntos de preferencia definidos en [2] bajo heterocedasticidad aparecen en el cuadro 4.

La mayor parte de los parámetros estimados han resultado estadísticamente sig-

Cuadro 4
Parámetros estimados del modelo conjunto de preferencia para los consumidores de carne etiquetada y no etiquetada
Table 4
Conjoint model estimated parameters to consumers and no consumers of label bovine meat

Variables	No etiquetada			Etiquetada		
	Parámetro	Desviación Estándar	Sig.	Parámetro	Desviación	Sig. Estándar
Constante	-5,101	7,911		2,944	5,047	
Pr	0,027	0.0067	***	0,0263	0,0042	***
Etiqueta	6,818	2,615	***	20,75	1,668	***
Granel	22,613	2,615	***	14,05	1,668	***
Roja	15,170	2,615	***	7,29	1,668	***
Nun	10,476	8,747		6,98	7,26	
Ocas	21,507	9,965	***	-0,83	9,79	
Dos	11,257	10.953		5,28	6,99	
Pr_Nun	-0,003	0,007		-0,004	0,006	
Etiqueta_Nun	12,660	2,891	***	-15,15	2,40	***
Granel_Nun	-10,465	2,981	***	0,837	2,40	
Roja_Nun	-7,833	2,981	***	5,195	2,40	**
Pr_Ocas	-0,0095	0,008		-0,003	0,008	
Etiqueta_Ocas	7,715	3,294	**	-10,07	3,239	***
Granel_Ocas	-9,313	3,294	***	5,04	3,239	
Roja_Ocas	-9,337	3,294	***	0,701	3,239	*
Pr_Dos	0,0015	0,009	-0,004	0,005		
Etiqueta_Dos	-0,667	3,621	-0,925	2,313		
Granel_Dos	-10,50	3,621	***	-3,68	2,313	*
Roja_Dos	-3,998	3,621		-1,022	2,313	

(***), (**), (*) Indica que el parámetro es significativamente distinto de cero para un nivel de significación del 1%, 5% y 10% respectivamente.
(***), (**), (*) Indicates the parameter is significantly different from zero at the 0,01, 0,05 and 0,10 level of significance respectively.

nificativos al nivel del 5% (de forma superior en el modelo estimado para los compradores de carne no calificada). En concreto, existe un elevado número de variables ficticias asociadas al nivel de consumo significativas, lo que indica que los consumidores declaran unas preferencias estadísticamente diferentes según el nivel de consumo, tanto si adquieren carne calificada como si no. Los parámetros estimados, al haberse utilizado en ambos casos como variable de referencia el grupo de grado de consumo de carne superior (más dos veces a la semana), corresponden a las preferen-

Cuadro 5
Utilidades de los atributos de la carne para los grupos de consumo de carne etiquetada y no etiquetada
Table 5
Bovine meat attribute's utility in consumers and no consumers of label meat

No etiquetada					Etiquetada			
Atributos	Nunca	Ocasional	Dos veces semana	Más dos semana	Nunca	Ocasional	Dos veces semana	Más dos semana
Precio	0,024	0,017	0,028	0,027	0,021	0,025	0,022	0,0263
850 ptas.	20,48	14,90	24,37	23,03	18,41	22,07	18,79	22,36
1.100 ptas.	26,51	18,28	31,54	29,81	23,82	28,56	24,32	28,93
1.400 ptas.	33,74	24,54	40,15	37,94	30,32	36,35	30,92	36,82
Etiqueta								
Si s/ no	19,47	14,53	6,151	6,81	5,6	10,68	19,10	20,75
Presentación								
Granel s/ envas.	12,15	13,30	12,11	22,61	14,88	7,92	10,37	14,05
Color								
Roja s/ Blanco	7,34	5,84	11,18	15,17	12,41	0,022	6,20	7,30

cias de esta frecuencia de consumo. Las variables ficticias y las variables de interacción son empleadas para obtener los valores correspondientes al resto de grupos de consumidores definidos (cuadro 5).

Todos los parámetros correspondientes a los atributos de la carne han resultado significativos. El signo del coeficiente del precio es positivo, tanto entre los adquirentes, como entre los no consumidores de carne calificada, lo que indica que conforme aumenta el precio, la utilidad del producto crece, fenómeno excepcional dentro del mercado alimentario (SÁNCHEZ y GIL, 1997; STEENKAMP, 1987, entre otros) y que puede estar indicando la utilización del precio como un signo de calidad del producto. Respecto al etiquetado se observa, en ambos grupos, e independientemente del nivel de consumo, su preferencia sobre la no identificación de la carne, si bien aquellos que más adquieren este tipo de alimento diferenciado más valoran dicho signo de calidad. En tercer lugar, de forma general la presentación a granel es valorada de forma superior a la envasada. Finalmente, el color rojo sobre la apariencia blanquecina del producto, también es evaluado de forma superior por todos los compradores encuestados.

En último lugar, y para sintetizar los resultados anteriores, se calcula la ponderación que cada atributo tiene en la estructura de preferencias de los consumidores. Es decir, se obtienen unos valores que son comparables y miden la importancia relati-

va de cada atributo en la estructura de preferencias (GREEN y WIND, 1975). La importancia relativa de cada atributo se calcula al dividir el rango del correspondiente atributo por la suma total de rangos. El rango de cada atributo se define como la diferencia entre la mayor y menor utilidad asignada a los niveles de dicho atributo.

Los valores se recogen en la figura 3. En cualquiera de los grupos analizados cabe destacar, en primer lugar, la elevada importancia relativa del factor precio, siendo el elemento más relevante en todos los segmentos analizados. En segundo lugar, la presencia de certificación en el producto es el segundo aspecto más valorado por los compradores entrevistados. Desde el punto de vista comercial, este es un resultado muy relevante en la definición de los productos presentados por parte de los oferentes. Si bien, lógicamente, este atributo del alimento adquiere una menor importancia entre los no compradores de carne calificada. En tercer lugar, la presentación del alimento también es un elemento destacado en la carne, especialmente para los consumidores menos habituales. Finalmente, el color se sitúa como el último atributo valorado, mostrando una mayor relevancia entre los compradores habituales de carne no certificada. En resumen, aunque las diferencias en las preferencias no son muy elevadas, es posible teniendo en cuenta las variaciones existentes, diseñar ofertas comerciales más aptas para cada grupo de consumo.

Una vez analizadas las preferencias de los distintos grupos de consumidores de carne en relación con cada uno de los atributos del producto, una importante utilidad adicional del análisis conjunto se centra en la determinación de las cuotas de mercado correspondientes a distintos tipos de productos competitivos. En este caso se ha tratado de evaluar el potencial de mercado de diferentes combinaciones de carne de vacuno alternativas, definiéndose para ello cuatro escenarios de competencia distintos. En la primera opción se trato de repartir el mercado de carne con denominación y sin denominación (cuadro 6). En el segundo escenario definido se evalúa el efecto de la diferencia en precio sobre la carne calificada. El tercer escenario propone un reparto entre dos tipos de carne de igual precio, diferenciadas por la presencia o no de calificación. Finalmente, en el cuarto escenario se analiza el efecto precio sobre la carne no etiquetada.

El ejercicio de simulación planteando se ha realizado empleado dos modalidades distintas de resolución: Máxima Utilidad y Bradley-Terry-Luce (BTL) (SPSS, 1996), ya que representan dos alternativas distintas de elección. El método de la Máxima Utilidad se fundamenta en la noción de que el consumidor elegirá aquel producto que le proporcione mayor utilidad. Los resultados de dicho método indican la probabilidad de elegir un producto hipotético como el más preferido. El modelo BTL calcula la probabilidad de elegir un producto mediante la división entre la utilidad asignada a dichos productos y la suma de utilidades de todos los productos incluidos en la simulación.

En base a estos métodos las cuotas de mercado obtenidas para cada uno de los productos en cada uno de los segmentos se recogen en el cuadro 7. Los resultados indican una moderada sensibilidad a los precios por parte de los demandantes en todos los grupos analizados. Es decir, tanto para la carne calificada como para la no etiquetada, la variación en las cuotas no es elevada debido a modificaciones de los precios, tal y como sugieren los escenarios segundo y cuarto. En el mismo sentido, tampoco es destacable el impacto que la presencia de

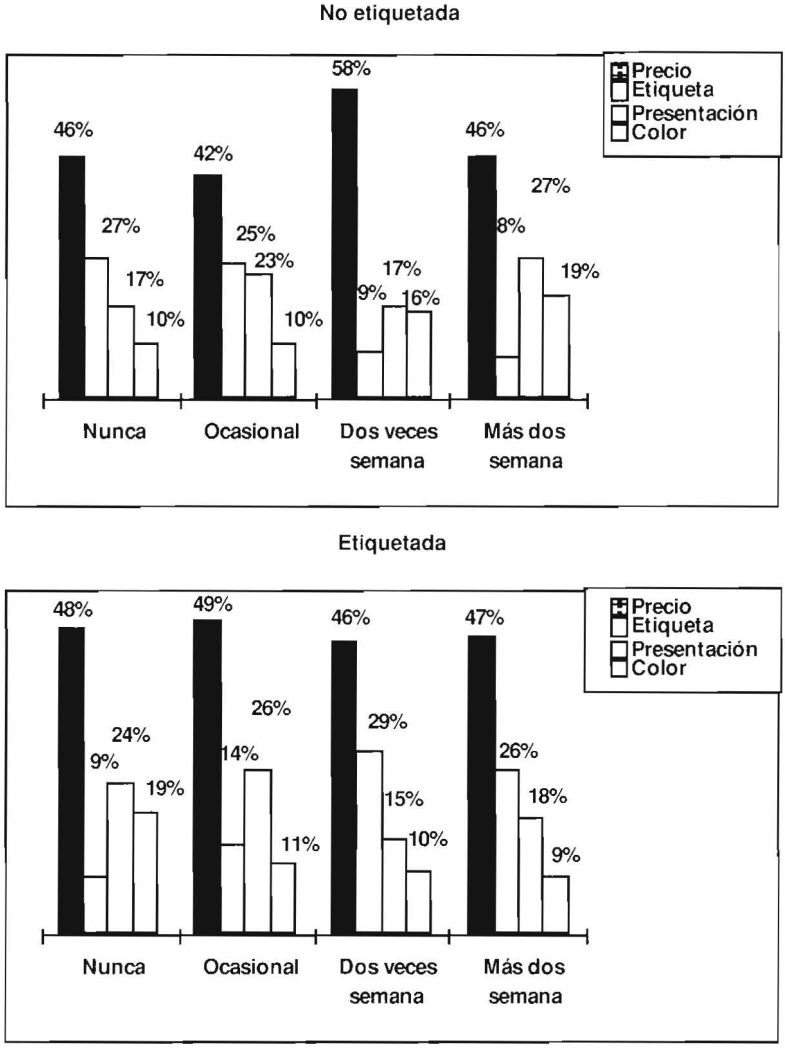


Figura 3
Importancia relativa de los atributos para los consumidores de carne etiquetada y no etiquetada
Figure 3
Attribute relative importance to consumers and no consumers of bovine meat label

etiqueta tiene en la porción del mercado asignado a cada tipo, como indica el tercer escenario. A modo de resumen, en términos generales siguen destacando las ventas asignadas a la carne calificada en todos los grupos y la preferencia por los productos

Cuadro 6
Escenarios alternativos de carnes
Table 6
Alternatives meat scenarios

	Precio	Etiqueta	Presentación	Color
Escenario I				
Carne I	1.400 ptas.	Sí	Granel	Roja
Carne II	1.100 ptas.	No	Granel	Roja
Escenario II				
Carne I	1.400 ptas.	Si	Granel	Roja
Carne II	1.100 ptas.	Sí	Granel	Roja
Escenario III				
Carne I	1.100 ptas.	Sí	Granel	Roja
Carne II	1.100 ptas.	No	Granel	Roja
Escenario IV				
Carne I	850 ptas.	No	Granel	Roja
Carne II	1.100 ptas.	No	Granel	Roja

de precio superior. Este resultado augura buenas expectativas para los oferentes de producto de calidad superior.

Conclusiones

La saturación de la demanda alimentaria, junto a la mayor preocupación de las personas por la incidencia de su alimentación sobre su salud ha justificado, al menos en parte, el importante crecimiento de productos agroalimentarios diferenciados mediante distintos tipos de marcas o signos de superior calidad. Esta situación se ha observado de forma relevante en el mercado de la carne de vacuno dentro del consumo interior español.

Junto a esta primera modificación del comportamiento del consumidor alimentario, también se está detectando la presencia de segmentos de consumo diferenciados entre sí más por sus estilos de vida, que por las clásicas variables sociodemográficas. Esta circunstancia ha sido observada, en parte, en el mercado de vacuno analizado.

Por otro lado, un tercer resultado a destacar se centra en la importancia del atributo precio en el proceso de compra de este tipo de carne. En este sentido, el segundo factor más relevante, aunque a gran distancia, sería la presencia en el producto de algún signo de diferenciación. Por lo tanto, las políticas comerciales dirigidas hacia este objetivo parecen estar acertando en su elección. De forma adicional, la utilidad del

Cuadro 7
Simulación del reparto de cuotas de mercado para diferentes escenarios competitivos
Table 7
Market share simulation in different competitive scenarios

	Sin denominación				Con denominación			
	Nunca	Ocasional	Dos veces semana	Más dos semana	Nunca	Ocasional	Dos veces semana	Más dos semana
Escenario I								
Producto 1*	89%/61%	82% /56%	78%/55%	74%/54%	74%/54%	79%/55%	85%/60%	90%/60%
Producto 2	11% /39%	18%/44%	22%/45%	26%/46%	26%46%	21%/45%	15%/41%	10%/41%
Escenario II								
Producto 1	74%/52%	72%/50%	71%/51%	68%/50%	67%/50%	70%/50%	74%/51%	75%/51%
Producto 2	26%/48%	28%/50%	29%/49%	32%/50%	33%/50%	30%/50%	26%/49%	25%/49%
Escenario III								
Producto 1	90%/59%	84%/56%	78%/54%	79%/53%	79%/53%/	79%/56%	88%/59%	90%/58%
Producto 2	10%/41%	16%/44%	22%/46%	21%/47%	21%/47%	21%/44%	12%/41%	10%/42%
Escenario IV								
Producto 1	26%/45%	28%/49%	29%/47%	32%/47%	33%/47%	30%/48%	26%/47%	25%/46%
Producto 2	74%/55%	72%/51%	71%/53%	68%/53%	67%/53%	70%/52%	74%/53%	75%/54%

(*) El primer valor indica la cuota de mercado obtenida mediante el método de máxima utilidad y el segundo a través del BTL.
(*) The first value is the market share by Utility Maximum and the second value is the market share by BTL.
Nota: Escenario I: (Reparto del mercado situación más real)
Producto 1: 1.400 ptas. con denominación, granel, roja
Producto 2: 1.100 ptas. sin denominación, granel, roja
Escenario II: (Efecto de los precios en la carne con denominación)
Producto 1: 1.400 ptas. con denominación, granel, roja
Producto 2: 1.100 ptas. con denominación, granel, roja
Escenario III: (Efecto de la etiqueta)
Producto 1: 1.100 ptas. con denominación, granel, roja
Producto 2: 1.100 ptas. sin denominación, granel, roja
Escenario IV: (Efecto de los precios en la carne sin denominación)
Producto 1: 850 ptas. sin denominación, granel, roja
Producto 2: 1.100 ptas. sin denominación, granel, roja

precio manifestada por todos los grupos de compradores, independientemente del tipo de carne de vacuno que consumen y de su frecuencia, es positiva. Este resultado puede indicar la asociación del precio del producto a su calidad. Por ello, la sensibilidad manifestada por los entrevistados a las modificaciones de precios no han sido muy

elevadas, en referencia al reparto de las cuotas de mercado en distintas condiciones competitivas.

Finalmente, se debiera destacar como limitación del estudio el reducido ámbito geográfico analizado, suponiendo la no representatividad del consumidor español de este producto. Por lo tanto, las ampliaciones del estudio se pueden centrar en la extensión del territorio de análisis, en incrementar la información entorno a otras variables que diferencien mejor la segmentación del mercado alimentario emergente y en el estudio de otro tipo de alimentos que están teniendo una evolución similar a éste.

Anexo

Escala del estilo de vida

Ante las siguientes afirmaciones indique su grado de acuerdo (siete niveles jerarquizados, indicando el 7 el máximo grado de acuerdo)

- Controlo la ingesta de sal (No sal).
- Hago ejercicio con regularidad (Practica ejercicio).
- Procuro no comer alimentos industrializados (No industrializados).
- Como con frecuencia frutas y verduras (Consumo frutas).
- Como con moderación carne roja (Carne moderada).
- Pertenezco a una asociación de defensa de la naturaleza (Preocupa naturaleza).
- Procuro comer alimentos sin aditivos (Sin aditivos).
- Periódicamente chequeo mi salud voluntariamente (Chequeo de salud).
- Procuro reducir el estrés (Reducción estrés).
- Colaboro con ONGs (ONG).
- Visito al dentista con regularidad (Control dentista).
- Procuro llevar una vida ordenada y metódica (Vida ordenada).
- Procuro equilibrar el trabajo con la vida privada (Vida equilibrada).

Bibliografía

ABASCAL E. y GRANDE. I., 1996. Fundamentos y técnicas de investigación comercial. Esic Market.

AGUADO J.A., y GÓNZALEZ DE CHAVARRI E., JIMENO V., 1997. El sector vacuno de carne en el mundo y en la Unión Europea. Mundo Ganadero. 91, 30-35.

ALIMARKET. 1996 Y 1997. Informes anuales.

ÁLVAREZ M.J. y ÁLVAREZ S. 1998. Situación del mercado de la carne de vacuno y certificaciones de calidad. III Congreso de Economía Agraria. Lleida. Septiembre.

BEHARREL B. and MACFIE J.H. 1991. Consumer Attitudes to Organic Foods. British Food Journal, 93 (2), 25-30.

BRETTON-CLARK, 1986, 1987. Conjoint Designer and Conjoint Analyzer, version 2.0. BrettonClark.

BUXADE C. a) 1997. Vacuno de carne. Aspectos clave.

b) 1996. Producción vacuna de leche y carne.

CÁRNICA 2000., 1997. Los mercados internacionales de la carne. 159.

CATTIN P. and WITTINK D.R. 1982. Commercial use of conjoint analysis. Journal of Marketing, número 46, 44-53.

DIARIO DE NAVARRA, 1997. Anuario Diario de Navarra, 1996.

DJABOUT M., EL KAMEL H.A., FETHI A., GOMEZ I., MIRAS J.J., SENDIM A. and TUBELLO D., 1994. Estudio sobre estrategias comerciales conjuntas de cooperativas ovinas y análisis de perspectivas para un programa de Denominación Específica. IAMZ. CIHEAM.

EUROSTAT, 1997. Informes.

FERRER F., 1996. Situación actual y futura de la producción de la carne de vacuno en la Unión Europea. Cárnica 2000, 156, 33-48.

GOBIERNO DE NAVARRA, 1996. Manual de estadística navarra y por comarcas 1987-1995.

GREEN P.E. and SRINIVASAN V., 1978. Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook. Journal of Consumer Research, número 5, 103-123.

GREEN P.E. and WIND Y., 1975. News ways to measure consumer's judgements. Harvard Business Review. July-August, 89-108.

JHAN H., 1991. Ajustes Estratégicos de las Empresas Agroalimentarias. Revista de Estudios Agro-Sociales, 157, 31-63.

MADDALA G.S., 1983. Limited-dependent and qualitative variables in econometrics. Cambridge University Press.

MÚGICA J.M., 1989. El análisis conjunto, alternativas, problemas y limitaciones. Ipmark, 326, 45-54.

OCDE, 1994. Statisques Agricoles.

PALOS D., 1996. Hay que incentivar el consumo con una marca genérica de calidad. Nuestra cabaña, 267, 52-54.

PARASURAMAN A., 1991. Research, 2nd Edition, Addison Wesley, Reading, MA.

RUIZ DE MAYA S. y MUNUERA J.L., 1993. Las preferencias de los consumidores: estudio de su composición a través del análisis conjunto. Estudios sobre consumo, 28, 27-43.

SÁNCHEZ M. y GIL J.M., 1997. Análisis de la estructura de preferencias y de las actitudes hacia los vinos tintos con 'Denominación de Origen'. Esic Market, 157-171.

SPSS, 1996. Modulo de Categories.

STEENKAMP J.B., 1987. Conjoint measurement in ham quality evaluation. Journal of Agricultural Economics, 38, 473-480.

(Aceptado para publicación el 30 de julio de 1999)

ITEA (2000), Vol. **96A N.° 1**, 56-66

PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA CON DIFERENTES CARGAS GANADERAS EN PRADERAS EN LA PAMPA SUBHÚMEDA ARGENTINA. II. Resultados económicos

V.C. Freire*, L.C. Issaly*, A. Ohanian, M. Vigliocco*, J.A. Salminis*, H.R. Pagliaricci*****

* Dpto. Economía Agraria
** Dpto. Producción Vegetal
*** Dpto. Producción Animal

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Estafeta Postal N° 9, Río Cuarto, 5800 Córdoba Argentina

RESUMEN

A partir de un diagnóstico productivo y socio-económico realizado en la zona de influencia del campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba-Argentina, se detectó que los sistemas de producción de carne vacuna presentaban escasos márgenes económicos como resultado de bajos niveles productivos y reducida utilización de praderas perennes. Estos niveles productivos y consecuentemente los márgenes de la actividad pueden superarse intensificando la proporción de praderas y optimizando la carga ganadera.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la carga ganadera sobre los resultados económicos (Margen Bruto) de la actividad ganadería bovina en praderas perennes polifitas base alfalfa. Se valoró en términos económicos la producción de carne para diferentes cargas ganaderas: Carga Alta (CA), Carga Media (CM) y Carga Baja (CB), para los períodos 94/95, 95/96 y 96/97, a través de la metodología del Margen Bruto (MB). La carga ganadera tuvo efecto significativo sobre los MB para los tres períodos considerados. Los mayores MB se lograron cuando las cargas estaban alrededor de 3 cabezas/ha (700-800 kg PV/ha), coincidiendo, en general con lo que se denominó CM. Ésta se diferenció significativamente de CA y CB. Los resultados obtenidos indican que para condiciones similares a las del ensayo es posible superar los valores de productividad zonales con cargas cercanas a las 3 cab/ha, liberando así mayor superficie para el desarrollo de actividades agrícolas. Cargas superiores a ésta comprometen los resultados económicos de la actividad a situaciones de gran inestabilidad con posibilidades de obtener MB negativos.

Palabras clave: Evaluación económica, Carga ganadera, Praderas base alfalfa, Sistema pastoril rotativo.

SUMMARY

BEEF PRODUCTION WITH DIFFERENT STOKING RATES USING A PASTURE IN THE SUBHUMID ARGENTINE PAMPA. II. ECONOMIC RESULTS

Taking into account the results of a productive and socio-economic diagnostic in the influence area of experimental farm of the National University of Río Cuarto,

Córdoba Province, Argentine, it was determined low economic margins in the bovine livestock systems as results of scarce productive levels and a reduced use of perennial pastures in the alimentation scheme. These productive level and so the economics indicators can be improved increasing the proportion of perennial pastures and optimizing the stocking rate (SR). The objective of this work was to determined the stocking rate effects on the economics results (Gross Margin) in the bovine beef production on consociate perennial, alfalfa base, pastures. The economic evaluation of the fattening process was done for three different stocking rates: High (HSR), Medium (MSR) and Low (LSR), for the 94/95, 95/96 and 96/97 periods, using the Gross Margin Method. Significant difference were observed in the gross margin for the three periods. The highest gross margins were related with animal charges of 3 heads/ha (700-800 kg Live Weight/ha), coinciding in general with what has been designed as MSR. Results showed statisticaly difference between MSR and the others. In similar trial conditions it is possible to obtain higher productivity values in the area with stocking rates near the 3 heads/ha, releasing surface to develop agricultural activities. Stocking rates higher than this prejudice against instability and economic losses.

Key words: Economic evaluation, Stocking rate, Alfalfa pasture, Rotative grazing system.

Introducción

La ganadería vacuna en Córdoba representa una actividad de significativa importancia, aportando el 21% del producto bruto del sector primario y el 55,5% del producto bruto pecuario. Los sistemas de producción de carne vacuna de la región pampeana se asientan generalmente sobre sistemas extensivos, basados en praderas perennes base alfalfa y cultivos anuales como verdeos de invierno y verano. En estos sistemas las rotaciones con praderas de alfalfa constituyen el eje principal para la recuperación de condiciones productivas y la sustentabilidad del sistema (VIGLIZZO, 1995).

Sin embargo, por diversas razones, la utilización de praderas perennes con base de alfalfa no está muy arraigada entre los sistemas productivos de la región. Estudios realizados en cercanías del campo experimental de la Universidad de Río Cuarto, (La Aguada, Dpto. Río Cuarto, Córdoba), detectaron que los sistemas de producción de carne eran de baja productividad (121 kg/ha) con deprimidos resultados económicos (Margen Bruto de 47 $/ha[1]) para el ciclo completo (cría y engorde) y presentaban una problemática caracterizada por la escasa utilización de praderas perennes (15 % de superficie ganadera implantada) y reservas forrajeras, inadecuado manejo del pastoreo y suelos con susceptibilidad a la erosión hídrica (FREIRE *et al.*, 1997).

1. De acuerdo al Plan de Convertibilidad (Decreto N° 2284/91) vigente en Argentina desde 1991, un peso ($1) equivale a un dólar estadounidense (u$s 1).

De acuerdo a PERETTI *et al.* (1998), entre los Sistemas Productivos Predomi-nantes de la región centro-sur de la provincia de Córdoba; los "Mixtos Agrícola Bovino", "Ganadero Bovino del Sudeste" y "Ganadero del Sur" producen 116, 127 y 184 kg de carne/ha/año, logrando márgenes brutos de 81,4; 94,8 y 114,0 $/ha, con 26%, 32% y 49% de praderas perennes implantadas y 1,0; 0,8 y 1,2 Equivalente Vaca/ha (EV/ha) respectivamente.

Estos niveles productivos y consecuentemente los márgenes (económicos) de la actividad ganadera son factibles de superarse intensificando la proporción de praderas con base alfalfa y la carga ganadera, (RESCH, 1998).

La carga ganadera es un indicador que permite resumir los componentes de producción de carne y producción forrajera, existiendo numerosos trabajos que relacionan la misma con la producción de carne por hectárea y por animal (MOTT, 1961). Sin embargo una de las principales dificultades que surge es establecer la carga ganadera que proporcione un cierto equilibrio entre la ganancia de peso individual y producción de carne por hectárea, de manera que permita obtener los mejores resultados económicos en forma sostenida en el tiempo.

Durante los períodos 94/95, 95/96 y 96/97 se realizó un ensayo para medir el efecto de la carga ganadera (cargas: alta, media y baja) sobre la producción de carne de bovino en base al uso de pradera polifítica base alfalfa (PAGLIARICCI *et al.* 1997).

En base a los resultados de este ensayo, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la carga ganadera sobre los resultados económicos (Margen Bruto) de la actividad engorde de ganado bovino en praderas perennes polifitas base alfalfa, para tres períodos.

Material y métodos

El ensayo de producción de carne mencionado fue realizado durante tres años consecutivos (94/95, 95/96 y 96/97), en el período comprendido entre noviembre y abril[2]; en el campo experimental que posee la Universidad Nacional de Río Cuarto (U.N.R.C.) ubicado entre los 32° 58' Lat. S. y 64° 40'.Long. O. La pradera (sembrada en marzo de 1994) estuvo compuesta por alfalfa (*Medicago sativa*, L.) cv Monarca INTA, Festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) cv Johnstone, Bromo (*Bromus unioloides*) cv Bellegarde y Agropiro alargado (*Thinophyrum ponticum*). La producción de carne fue evaluada mediante 42 novillos cruces de tres razas británizas (Abeerden Angus, Shorton y Hereford), utilizando un sistema de pastoreo rotativo con un diseño experimental de parcelas aleatorizadas dispuestas en bloques.

El proceso de engorde (Producción de carne) se valoró en términos económicos para tres situaciones diferentes: Carga Alta (CA), Carga Media (CM) y Carga Baja (CB) para los períodos 94/95, 95/96 y 96/97[3]. Los parámetros físicos y producti-

2. El período 96/97 fue 40 días menor a los anteriores debido a que la pradera no pudo brindar la oferta forrajera requerida, finalizando su vida útil.

3. Las cargas (cab/ha) correspondientes a cada tratamiento (CA, CM, CB) debieron adaptarse en cada período a la disponibilidad forrajera ya que la alimentación en el ensayo fue exclusivamente a base de la pradera polifita.

vos (carga ganadera, producción de carne individual, por hectárea, existencias iniciales y finales y diferencia de inventario) se detallan en el cuadro 1.

Esta información fue valorada económicamente a través de la metodología del Margen Bruto (MB) desarrollada por el SIERP[4] (PERETTI, *et al.*, 1994) y los resultados se expresaron en $/ha (pesos argentinos por hectárea) y en $/cab (pesos argentinos por cabeza).

Debido a que los ensayos fueron realizados en lapsos menores a un ciclo productivo anual (entre los meses de noviembre a abril), se ajustó la citada metodología a 4,8 meses en cada período, evaluando el efecto de las diferentes cargas sobre el Margen Bruto.

El Margen Bruto se calculó como la diferencia entre el Ingreso Bruto (IB) y los Costos Directos (CD), estimando cada indicador de la siguiente manera:

1) *Ingreso Bruto:* Producción de carne x Precio Bruto de Venta ($/kg). La Producción de carne se obtuvo de Prod/ha (kg/ha) para los resultados expresados en $/ha y de la Diferencia de Inventario (kg/cab) para los correspondientes a $/cab, (ver cuadro 1). El Precio Bruto de Venta (PBV) correspondió al promedio mensual del quinquenio 93/97, actualizado a moneda de junio de 1998 por IPIM (Indice de Precios Internos al por Mayor), (CREA, 1998).

2) *Costos Directos:* se siguió el criterio establecido por FRANK (1981) para decidir los rubros que se contemplan como Costos

Cuadro 1

Parámetros físicos y productivos para tres niveles de carga. Periodos 94/95, 95/96 y 96/97 y promedio 94/97

Table 1

Physical and productive parameters for three stocking rate levels. 94/95, 95/96 and 96/97 periods, and the average 94/97

	Períodos											
	94/95			95/96			96/97			Promedio		
Datos Técnicos	CA	CM	CB	CA	CM	CB	CA	CM	CB	CA	CM	CB
Carga (Cab/ha)	5,3	3,8	2,0	3,7	2,9	1,6	3,3	2,3	1,6	4,1	3,0	1,7
Prod.Ind. (g/día)	149	440	687	676	900	985	830	930	1180	552	757	951
Prod/ha (kg/ha)	108	243	195	322	352	227	258	207	169	229	267	197
Ex Inic. (kg/cab)	252	252	252	170	172	173	241	238	251	221	220	225
Ex.Fin. (kg/cab)	273	315	352	257	292	316	319	327	360	283	311	343
Dif. Invent.(kg/cab)	21	63	100	88	121	144	78	89,8	109	62	91	118

CA: Carga Alta; CM: Carga Media; CB: Carga Baja.

4. "Sistemas de Información Económica para la Región Pampeana". Dpto. Economía de las Estaciones Experimentales de Balance, Concepción del Uruguay, Marcos Juárez, Paraná, Pergamino y Rafaela del INTA.

Directos, esto es Gastos, Amortizaciones e Intereses[5] que afectan directamente a la actividad productiva. Se calcularon los costos a moneda actualizada de junio de 1998 (en base a series de precios de insumos (CREA, 1998), y luego se llevaron a pesos por hectárea ($/ha) y pesos por cabeza ($/cab), según correspondía. El detalle de los costos directos es el siguiente:

• *a) Costos de Alimentación:* el cálculo del costo de implantación de la pradera contempló los gastos de labores (5,18 UTA[6]/ha) y semillas (6 kg/ha de alfalfa, 8 kg/ha de festuca, 6 kg/ha de cebadilla criolla, 6 kg/ha de agropiro). Es preciso aclarar que no se usaron insumos químicos para el control de plagas. A partir del Costo de Implantación se calculó la Cuota Anual de Depreciación (CAD) según el método de amortización lineal, considerando que la vida útil de la pradera fue de 3 años.

• b) *Costos de Mano de Obra:* correspondiente al sueldo de un peón (salario y carga social), calculando un Equivalente Hombre/año para 500 cabezas llevado a $/cabeza y ponderado por la carga ganadera de cada tratamiento (cabezas/ha).

• c) *Costos Sanitarios:* correspondiente al plan sanitario de rutina, control antiparasitario y vacunación antiaftosa obligatoria. A efectos de medir su incidencia en los distintos tratamientos, se calculó el costo en $/cab y se lo ponderó por la carga correspondiente a cada tratamiento (cab/ha).

• d) *Gastos de comercialización:* se calcularon en base al 7,5% del Ingreso Bruto.

• e) *Interés del Capital Hacienda:* se aplicó el 9% de interés anual al valor del capital hacienda, éste se obtuvo mediante el producto de la existencia media (kg/cab), la carga ganadera (cab/ha) y el precio neto del kg de novillo. *El Interés del Capital Circulante* se calculó con una tasa del 12% anual sobre los gastos efectivos de sanidad y mano de obra.

Se destaca que, en los cálculos de CD expresados en $/ha el costo de la pradera es fijo (el costo de implantar una ha es el mismo para los diferentes tratamientos de carga ganadera); en cambio sanidad y mano de obra varían en función de las diferentes cargas (cab/ha). En tanto que, cuando los costos directos se expresan en $/cab, sanidad y mano de obra son fijos para los diferentes tratamientos, y alimentación se convierte en costo variable. Los gastos de comercialización son variables en ambos casos, ya que representan un porcentaje del IB, fluctuando en función de la producción de carne/ha para el primer caso (kg/ha) y en función de la diferencia de inventario para el segundo (kg/cab).

Los resultados del MB[7] fueron analizados mediante ANOVA y los promedios de las diferentes cargas a través del Test de

5. Si bien los intereses son considerados en los CD como "costo de oportunidad" que retribuyen a factores o recursos más factibles de uso alternativo, y/o para evaluar situaciones en que se recurre al financiamiento externo, existen discrepancias entre diversos autores sobre la conveniencia de incluirlos en un análisis "expost" o de "pasado". En este trabajo se incluyen como dato complementario del estudio, pero el análisis se realizará sobre los resultados (CD y/o MB) sin intereses.

6. UTA= Unidad Técnica de Arada (coeficiente). Valor de la UTA: $19,2.

7. El análisis estadístico del MB se realizó sin considerar los intereses.

Duncan, para un nivel significancia menor o igual al 5% ($p \leq 0,05$) (PIMENTEL GOMEZ 1978).

Resultados y discusión

De acuerdo a la metodología de cálculo señalada precedentemente se obtuvieron los resultados económicos para los tres tratamientos de carga y el promedio de los tres períodos que se detallan en el cuadro 2.

En términos generales, los CD en función de la superficie ($/ha) incrementaron al aumentar la carga ganadera en los tres períodos considerados, sin embargo dicha variación es muy pequeña en relación a la variación que se manifiesta en la carga, aún cuando se comparan puntos extremos; es decir, los costos directos (promedios de los tres períodos) apenas incrementan un 13% cuando la carga aumenta en 139% si se contrastan los tratamientos CB y CA. Esta escasa reacción se debe a que los gastos variables (en función de la carga/ha), tuvieron poca incidencia en el costo directo total, respecto a la participación que adquiere el costo fijo de alimentación, tal como puede observarse en la figura 1. Proporciones semejantes en la composición de costos se encontraron en sistemas reales de producción de la región en estudio; alimentación 77%, mano de obra 12% y sanidad 11% (FREIRE *et al.*, 1997).

Los CD expresados en $/cab aumentan 108% al disminuir la CA a CB un 58%, principalmente a causa de la mayor asignación de superficie forrajera por unidad ganadera, ya que en este análisis la alimentación representa un costo variable y además posee alta incidencia en el costo total, según se observa en la figura 2. Esta mayor superficie de pradera asignada a la CB, que implica por un lado menor eficiencia de cosecha (CB: 42% versus CA:79%), pero al mismo tiempo mayor asignación de forraje (CB: 71 g MS/kg PV/día[8] versus CA: 28 g MS/kg PV/día), (PAGLIARICCI *et*

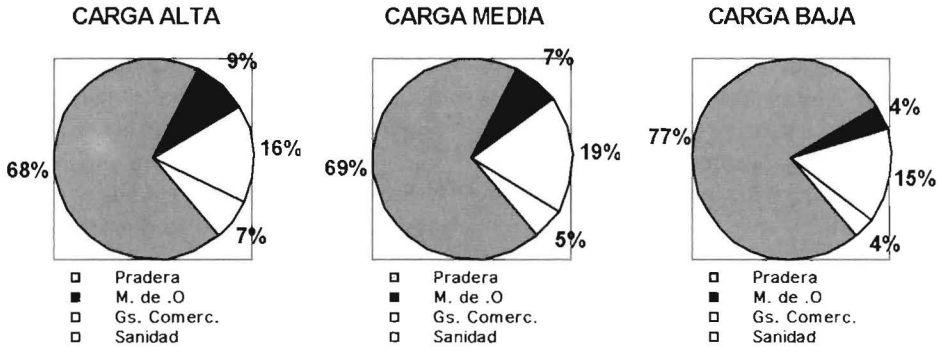


Figura 1. Costos directos promedio ($/ha). (95/95, 95/96 y 96/97)
Figure 1. Direct cost in average ($/ha). (94/95, 95/96 and 96/97)

8. MS/kg PV: materia seca/kg de peso vivo.

Cuadro 2
Resultados económicos promedio ($/ha y $/cab) de los períodos, para tres niveles de carga
Table 2
Economic results ($/ha and $/head) for three charge levels and three periods

Resultados Económicos	$/ha			$/cab		
	CA	CM	CB	CA	CM	CB
Ingreso bruto	*191,59*	*223,33*	*164,58*	*51,94*	*76,11*	*98,16*
Praderas	60,82	60,82	60,82	14,92	20,27	35,64
Mano de Obra	7,59	5,85	3,33	1,95	1,95	1,95
Sanidad	6,36	4,68	2,66	1,56	1,56	1,56
Gs. Comercialización	14,37	16,75	12,34	3,9	5,71	7,36
CD sin Intereses	*89,50*	*88,10*	*79,15*	*22,32*	*29,49*	*46,51*
Int Cap Hacienda	71,42	55,48	33,70	17,53	18,49	19,75
Int Cap Circulante	1,72	1,26	0,72	0,42	0,42	0,42
CD con Intereses	*73,14*	*56,74*	*34,42*	*17,95*	*18,91*	*20,17*
CD TOTAL	*162,64*	*144,84*	*113,57*	*40,27*	*48,40*	*66,68*
MB sin Intereses	*102,09*	*135,24*	*85,42*	*29,61*	*46,62*	*51,65*
MB con Intereses	28,95	78,50	51,01	11,67	27,70	31,49
MB/CD (s/Interés)	1,14	1,54	1,08	1,33	1,58	1,11

CA: Carga Alta; CM: Carga Media; CB: Carga Baja.
CD: Costo Directo; MB: Margen Bruto; Int. Cap.: Interés al Capital.
Gs. Comercialización: Gastos de Comercialización.

al., 1997) posee como contracara de mayores costos, una mayor producción de carne por cabeza, que a la vez se traduce en mayores Ingresos Brutos y Margen Bruto ($/cab), que para los tratamientos CM y CA (ver cuadro 2).

Los Márgenes Brutos fueron positivos para los diferentes tratamientos y períodos considerados, a pesar de las extremas condiciones de sequía que afectaron considerablemente los resultados físicos (producción de carne) del 1er año de ensayo.

La producción de carne y los MB obtenidos en CM superan a los valores informados por PERETTI *et al.* (1998) y FREIRE *et al.* (1997) en los sistemas productivos predominantes y sistemas reales de la región, respectivamente. Estos resultados se asemejan en gran medida a los comunicados por RESCH (1998), aunque cabe acotar que no representan a un ciclo productivo completo sino al período primavero-estival.

Los mayores MB ($/ha) se lograron cuando las cargas estaban alrededor de 3 cabezas/ha (700-800 kg PV/ha), coincidiendo, en general con lo que se denominó Carga Media, excepto para el período 96/97, en el cual el ensayo fue de menor duración. Respecto a la medida de eficiencia MB/CD, que indica el saldo obtenido

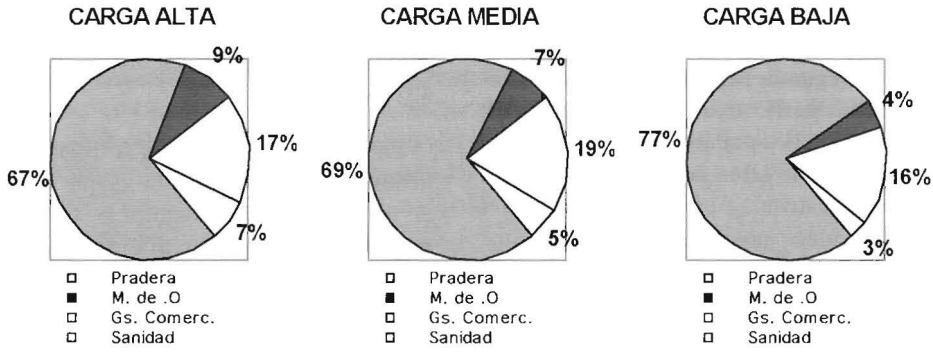


Figura 2. Costos directos promedio ($/Cab). (94/95, 95/96 y 96/97)
Figure 2. Direct cost in average ($/head). (94/95, 95/96 and 96/97)

por capital invertido, sigue la misma tendencia que el Margen Bruto respecto a las diferencias entre cargas.

Del análisis del cuadro 2, también se desprenden resultados positivos en los MB ($/cab) para todos los tratamientos, con mayores guarismos en CB, como se señalara precedentemente, pero con mayor eficiencia económica en CM, de acuerdo a las relaciones MB/CD calculadas.

Asimismo, en los datos expuestos en los cuadros 1 y 2 se visualiza una estrecha relación entre los resultados económicos calculados y las producciones de carne de los diferentes tratamientos; concretamente, entre los MB expresados en $/ha con la producción de carne calculada en función de la superficie (kg/ha), y los MB expresados en $/cab con la producción individual o diferencia de inventario (kg/cab). A fin de medir la asociación entre estos indicadores se realizaron análisis de correlación, encontrando valores de "r" (coeficiente de correlación) de 0,998 y 0,77 respectivamente; es decir, se manifiesta una fuerte correlación positiva entre los indicadores económicos seleccionados y la producción de carne obtenida. Las pruebas de significancia resultaron altamente significativas ($p \leq 0,01$) para ambos casos.

En los cuadros 3 y 4 se presentan los resultados del MB, (expresados en $/ha y $/cab respectivamente), correspondientes a los tres períodos del ensayo y al promedio 94/97, analizados mediante ANOVA; y las diferencias entre medias, comparadas a través de la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

En el cuadro 3 se observa que la carga ganadera afectó significativamente ($p \leq 0,05$) los MB ($/ha) para los tres períodos considerados. Para el ejercicio 94/95, el MB correspondiente a CA difiere significativamente de los correspondientes a CM y CB, en tanto que no hay diferencias significativas entre CM y CB. Las extremas condiciones ambientales (sequía) pusieron en evidencia que una carga de 5,3 cab/ha (CA) implica forzar el sistema productivo a mínimas ganancias individuales de peso vivo (durante la estación de mayor oferta forra-

jera) y a escasos o nulos resultados económicos (MB).

En el segundo período analizado las diferencias significativas sólo se mantienen entre CA y CB. Para el tercer año y para el promedio de los tres períodos las diferencias significativas se presentan en todas las combinaciones posibles de cargas. Estos últimos períodos tuvieron mejores condiciones ambientales que el primero.

En dos de los tres ejercicios y en el promedio de los mismos, la CM fue la de mayor MB ($/ha), manteniendo una diferencia significativa con los otros dos niveles. Estos resultados indicarían que una carga de alrededor de 3 cab/ha podría representar la alternativa productiva más conveniente desde el punto de vista económico en función de la productividad del recurso natural ($/ha).

Al relacionar el MB con la producción individual (expresada en kg/cab), se observa que éste fue afectado significativamente ($p \leq 0,05$) en forma variable por la carga ganadera en los períodos analizados (cuadro 4).

Para el ejercicio 94/95 CA difiere significativamente de CM y CB, ya que presenta el menor MB/cab; siendo la CB la de mayor MB, aunque las diferencias no son significativas con la CM. En el segundo año no se manifiestan diferencias significativas entre ninguna de las cargas, y a su vez CB y CM obtienen los mayores márgenes brutos, con valores casi idénticos. En el tercer período tampoco se manifiestan diferencias significativas en los MB de los diferentes tratamientos, aunque se observa un mayor MB para la CM.

Al analizar el promedio de los tres períodos, CA presenta el menor MB y difiere en forma significativa ($p \leq 0,05$) respecto a CM y CB; siendo el mayor MB el de CB que coincide con la mayor ganancia individual.

Cuadro 3
Margen bruto ($/ha) para tres niveles de carga y tres períodos
Table 3
Gross margin ($/ha) for three stocking rate levels and three periods

	Períodos			
Tratamientos	94/95	95/96	96/97	Promedio 94/97
CA	3,94 ± 34,9 a	184,04 ± 21,6 a	126,7 ± 11,09 a	104,49 ± 0,74 a
CM	113,63 ± 35,5 b	200,63 ± 9,66 ab	91,46 ± 16,6 b	135,24 ± 3,09 b
CB	82,66 ± 11,86 b	108,71 ± 11,2 b	64,72 ± 9,66 c	85,36 ± 4,47 c
Significancia	*	*	*	*
C.V. %	28,62	14,29	5,51	2,46

CA: Carga Alta; CM: Carga Media; CB: Carga Baja.
(*) Significancia $p < 0,05$. Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente.
(±) Desviación estándar.
C.V.: Coeficiente de variación.

Conclusiones

En términos generales los datos indican que cuando el objetivo es optimizar el resultado económico en función de la superficie asignada a la actividad, la carga de 3 cab/ha es la más adecuada, resultando compatible con sistemas productivos mixtos, donde la agricultura y la ganadería compiten por el recurso suelo. Si el objetivo empresarial es buscar el mejor resultado por cabeza, compatible con sistemas pastoriles donde se priorice el estado corporal (ya que éste podría significar un mayor precio de venta), se debería optar por cargas más bajas pero que garanticen una mayor ganancia individual.

Los resultados obtenidos indican que para actividades ganaderas de características similares a las del ensayo, con sistemas de alimentación exclusivamente pastoril y técnicas de pastoreo rotativo, es posible superar los valores de productividad zonales y optimizar los resultados económicos de la actividad, intensificando la carga ganadera , pero cargas superiores a las 3 cab/ha (aproximadamente 700- 800 kg de peso vivo por hectárea) predisponen al sistema productivo a grandes variaciones en los resultados económicos, con la posibilidad de obtener MB negativos.

Bibliografía

CREA1998. Año XXXIII. N° 214. Agosto 1998. Precios & Resultados.

FRANK R.G., 1981. Introducción al cálculo de costos agropecuarios. Ed. El Ateneo. Bs. As.

FREIRE V., SALMINIS J. e ISSALY C., 1997. Resultados Técnico-Económicos y Estructura Productiva de Establecimientos Agropecuarios de las Colonias

Cuadro 4
Margen bruto ($/cab) para tres niveles de carga y tres períodos
Table 4
Gross margin ($/cab) for three stocking rate levels and three periods

Tratamientos	Períodos			
	94/95	95/96	96/97	Promedio 94/97
CA	-1,57 ± 10,5 a	47,58 ± 6,57 a	39,5 ±1,16 a	29,1 ± 0,13 a
CM	29,56 ± 11,97 b	68,64 ± 3,48 a	44,31 ± 6,18 a	48,37 ± 0,77 b
CB	43,36 ± 6,18 b	68,65 ± 11,2 a	41,83 ± 12,09 a	51,77 ± 1,76 b
Significancia	*	NS	NS	*
C.V. %	18,22	21,79	18,48	3,1

CA: Carga Alta; CM: Carga Media; CB: Carga Baja.
(*) Significancia $p < 0,05$. Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente.
(±) Desviación estándar.
C.V.: Coeficiente de variación.
N.S.: No significativo.

"La Aguada", "La Piedra", "Rodeo Viejo" y "Costa del Tambo". IV Jornadas Científico-Técnicas. FAV-UNRC. 642-644.

MOTT G.O., 1961. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc VIII Int. Grassld. Congr., Reading, 606-611.

PAGLIARICCI H., GRIVELL D., ROSSI D., OHANIAN A. y PEREYRA T., 1997. Productividad de una pastura consociada base alfalfa con tres niveles de carga. Acta de resúmenes TOMO I. IV Jornadas C y T. FAV, UNRC. 326-328.

PERETTI M., FREIRE V., GHIDA DAZA C., GRANDA J., ISSALY C., LUQUE C., MOORE F., PIZARRO L., REYNOSO D., SALMINIS J., y URQUIZA B. 1994. Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba. Proyección 1994/95. Vol. I. Dic. 1994.

PERETTI M., FREIRE V., GHIDA DAZA C., GONZALEZ J., GONZALEZ V. GRANDA J., ISSALY C., LUQUE C., MOORE F., PIZARRO L., SALMINIS J., URQUIZA B., VIGLIOCCO M., 1998. Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba. Resultados Campaña 97/98 y Proyección Campaña 98/99. Vol. VI. Julio 1998.

PIMENTEL GOMEZ F., 1978. Curso de Estadística Experimental. Ed. Hemisferio Sur. 323 pp. Bs. As.

RESCH G., 1998. Sistema de producción mixto: Invernada–Agricultura. Establecimiento La Perla. Características productivas y económicas de las series 1983/84 a 1995/96. Conferencias 22° Con-greso Argentino de Producción Animal. AAPA. 7-12. Río Cuarto (Córdoba). Argentina.

VIGLIZZO E. F., 1995. El rol de la alfalfa en los sistemas de producción. La alfalfa en la Argentina. INTA C. R. CUYO. 259-272.

(Aceptado para publicación el 8 de septiembre de 1999)

ITEA (2000), Vol. **96A N.° 1**, 67-76

CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES ADQUIRIDAS POR TERNEROS DURANTE EL PASTOREO DE ÁREAS DE MONTAÑA

S. Almería*, M.M. Llorente, J. Uriarte****

* Parasitología y Enfermedades Parasitarias Dpto. Patología y Producción Animales, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, España

** Unidad de Sanidad Animal, Parasitología Servicio de Investigación Agraria, Diputación General de Aragón Apto. 727, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

El objeto del estudio fue la caracterización de las cargas parasitarias adquiridas por ganado vacuno en los Pirineos. Se estudió la distribución, las especies de nematodos gastrointestinales adquiridas y las relaciones entre ellas en bovinos tras diferentes períodos de pastoreo en áreas de montaña del Pirineo Aragonés. La prevalencia de parasitación fue casi del 100% de los animales. En los animales sacrificados se observó la presencia de *Ostertagia ostertagi, Ostertagia lyrata, Trichostrongylus axei, Cooperia oncophora, Capillaria bovis, Nematodirus helvetianus, Trichostrongylus longispicularis, Trichuris spp., Chabertia ovina y Oesophagostomum radiatum* apareciendo también en un grupo *Teladorsagia circumcincta.* De todas las especies identificadas *Ostertagia ostertagi* fue la más abundante y la más prevalente, seguida de *Cooperia oncophora* y de *Trichostrongylus axei,* siendo las asociaciones entre ellas las más frecuentes. Se observó una fuerte desproporción de la carga parasitaria en el cuajar en comparación con el intestino delgado y grueso, especialmente en animales que sólo pastaron un mes, mientras que a medida que se incrementó el tiempo de pastoreo existió un mayor equilibrio entre las poblaciones del cuajar y del intestino delgado, aunque siempre la población del cuajar fue mayoritaria. Aunque las cargas parasitarias no fueron elevadas, se podrían asociar a infecciones subclínicas con pérdidas productivas en los animales.

Palabras claves: Nematodos gastrointestinales, Vacuno, Caracterización.

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF GASTRO-INTESTINAL WORM BURDENS IN CALVES GRAZING MOUNTAINOUS AREAS

The aim of this study was to characterize the worm burdens acquired by pastured animals in the Pyrenees (Spain). Distribution, species of gastro-intestinal nematodes and relationships among them at different grazing intervals were studied. Prevalence of parasitism was very high. Almost 100% of the animals had gastrointestinal parasites. At necropsy, it was found *Ostertagia ostertagi, Ostertagia lyrata, Trichostrongylus axei, Cooperia oncophora, Capillaria bovis, Nematodirus helvetianus,*

Trichostrongylus longispicularis, *Trichuris spp.*, *Chabertia ovina* and *Oesophagostomum radiatum*. In addition, *Teladorsagia circumcincta* was also found in one group. *Ostertagia ostertagi* was the most frequent species observed, followed by *Cooperia oncophora* and *Trichostrongylus axei*, being these 3 species the most often found together. A big desproportion among abomasal, small and large intestinal worm burdens was observed, especially in the animals that only grazed one month. Animals on pasture for longer periods had more similar worm burdens between abomasum and small intestine, although abomasal populations were always the highest. Worm burdens in the study were low, but associated to subclinical parasitism responsible of productive losses in the animals.

Key words: Gastro-intestinal worm burdens, Cattle, Characterization.

Introducción

Los nematodos gastrointestinales han sido descritos como uno de los factores limitantes de la rentabilidad de las explotaciones de rumiantes en sistemas de pastoreo (SUAREZ*et al.*, 1991). Los efectos adversos en la productividad se manifiestan de forma diversa, a menudo difíciles de observar en infecciones subclínicas o inaparentes. El rasgo más común es la reducción de peso vivo asociada a la anorexia y a la reducción de la capacidad de absorción y utilización de nutrientes (WIGGIN y GIBBS, 1987) con el obvio detrimento en el crecimiento (ENTROCASSO *et al.*, 1986; SUAREZ *et al.*, 1991).

En España se han realizado numerosos estudios observándose más de 24 especies de nematodos gastrointestinales en el ganado vacuno (CORDERO DEL CAMPILLO *et al.*, 1980) con índices de parasitación elevados (URIARTE y TANCO, 1986; TARAZONA y ÁLVAREZ, 1986). La mayoría de estos estudios se han basado en el recuento de huevos en heces, que tiene como desventaja la existencia de una relación compleja entre el número de huevos y la presencia real de vermes. Solamente en condiciones particulares los huevos en heces representan el número de helmintos en el tracto digestivo (CABARET y GRUNER, 1988; KASSAI *et al.*, 1990). El estudio de la carga de parásitos en animales sacrificados es el indicador más adecuado, aunque dado su alto coste económico, pocos estudios han podido dar una idea más clara de las relaciones de las poblaciones de nematodos gastrointestinales en vacuno en pastoreo. El objetivo de este estudio fue estudiar la distribución, las especies de nematodos gastrointestinales adquiridas y las relaciones entre ellas en animales sacrificados tras diferentes períodos de pastoreo en áreas de montaña del Pirineo Aragonés.

Material y métodos

El trabajo se realizó entre los meses de mayo y noviembre en la finca de montaña "La Garcipollera" situada en el Pirineo Aragonés en la provincia de Huesca. Se sacrificaron un total de 26 terneros de raza Pardo Alpina, de aproximadamente 7 meses de edad al inicio de la experiencia y que no habían tenido contacto previo con parásitos. Un grupo de 14 animales, denominado

grupo permanente, inició su primera estación de pastoreo a partir del mes de mayo y se extendió hasta el mes de noviembre en que fueron estabulados. Cada mes, dos de los animales de este lote fueron sacrificados caracterizándose la población parasitaria existente. Paralelamente 2 terneros de similares características a los anteriores fueron introducidos cada mes a pastar y tras cuatro semanas de pastoreo fueron sacrificados. Estos animales constituyeron el lote testigo. El pastoreo se realizó según el sistema tradicional de la región.

Al sacrificio se contaron e identificaron las especies parásitas de cuajar e intestino siguiendo el método M.A.F.F. (1971) modificado por VERCRUYSSE *et al.* (Com. pers.) y las claves de M.A.F.F. (1971) y EUZEBY (1982) respectivamente.

Análisis estadístico

Los datos fueron normalizados mediante transformaciones logarítmicas. En el caso de datos expresados en porcentajes la transformación fue de y=arcosen x. A partir de los datos transformados se realizaron análisis de correlación entre las diferentes variables utilizando el paquete estadístico SAS (1985). Para estudiar las asociaciones parasitarias se empleó el coeficiente de asociación propuesto por WHITTAKER y FAIRBANKS (1958), modificado por SOUTHWOOD (1966) citado por GORTAZAR (1993).

Resultados

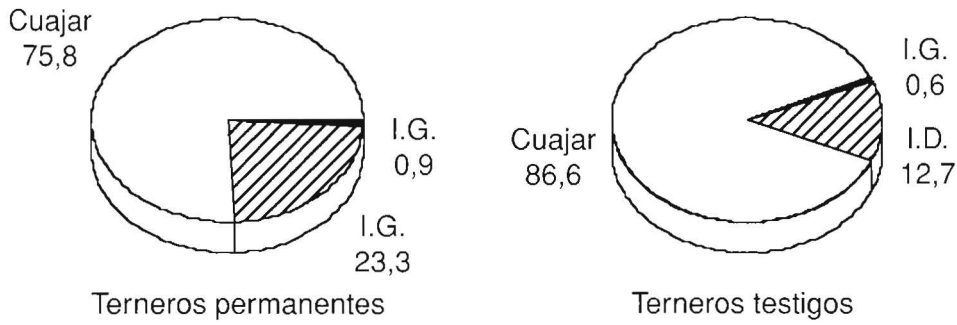
1. Distribución de especies en el tracto gastrointestinal. Especies identificadas y porcentaje de parasitación.

En ambos lotes de animales el cuajar fue el órgano que albergó la mayor parte de la población parasitaria (figura 1), localizándose el 75,8% y el 86,6% de la población total del lote permanente y del lote testigo, respectivamente. El intestino delgado fue el segundo órgano de localización con el 23,3% y el 12,7% de la población total del lote permanente y testigo, respectivamente y menos de un 1% de la población encontrada se situó en el intestino grueso tanto en un lote como en el otro (figura 1).

En los cuadros 1 y 2 se definen las características de la infección parasitaria, indicando la prevalencia (hospedadores infectados por una especie parasitaria en el total de hospedadores examinados), abundancia relativa (porcentaje de una especie sobre el total de parásitos encontrados), intensidad media (número medio de una especie por hospedador) y rango (número mínimo y máximo de una especie en el total de hospedadores) de los animales del lote permanente y los del lote testigo.

A lo largo del ensayo la población parasitaria de ambos lotes estuvo compuesta por: *Ostertagia ostertagi*, *Ostertagia lyrata*, *Trichostrongylus axei*, *Cooperia oncophora*, *Capillaria bovis*, *Nematodirus helvetianus*, *Trichostrongylus longispicularis*, *Trichuris spp.*, *Chabertia ovina* y *Oesophagostomum radiatum* (cuadro 3), apareciendo también en el lote permanente *Teladorsagia circumcincta.*

Al estudiar globalmente la población parasitaria en ambos lotes se observó que *Ostertagia* sp., *Cooperia* sp. y *Trichostrongylus* sp. fueron los géneros más prevalentes apareciendo en el 100% de los animales del lote permanente y con porcentajes comprendidos entre el 66,7% al 91,7% en el lote testigo. Se apreció que *Ostertagia* sp. fue el género de mayor intensidad, abun-



I.D. Intestino Delgado.
I.G.: Intestino Grueso.

Figura 1. Distribución de la población de nematodos gastrointestinales en los lotes permanente y testigo

Figure 1. Distribution of worm burdens in the gastro-intestinal tract in animals grazing for one month (tracer group) or in animals pastured along the grazing season (permanent group)

Cuadro 1
Prevalencia, abundancia relativa, intensidad y rango de parasitación en el lote permanente
Table 1
Prevalence, relative abundance, intensity of parasitism and maximum and minimum worm burden in the permanent group

Géneros	Preval %	Abundancia %	Intensidad	Rango
Ostertagia	100	61,99	3592,4	0-8860
Cooperia	100	19,76	1145	320-2050
Trichostrongylus	100	14,12	818	130-2360
Capillaria	71,4	2,48	144	0-260
Nematodirus	28,6	0,72	42	0-300
Trichuris	57,1	0,67	38,8	0-205
Oesophagostonum	78,6	0.19	11	0-70
Chabertia	78,6	0,07	4,2	0-13

dancia y rango, seguido por *Cooperia* sp. y *Trichostrongylus* sp. con niveles medios de intensidad, abundancia y rango, y por último, el resto de parásitos con bajos niveles de abundancia, intensidad y rango de parasitación.

Asociaciones parasitarias

Los coeficientes de asociación indicaron que los géneros mayoritarios coexistieron en la mayoría de los hospedadores de ambos lotes. En el lote permanente (cuadro 4)

Cuadro 2
Prevalencia, abundancia relativa, intensidad y rango de parasitación en el lote testigo
Table 2
Prevalence, relative abundance, intensity of parasitism and maximum and minimum worm burden in the tracer group

Géneros	Prevalencia %	Abundancia %	Intensidad	Rango
Ostertagia	91,7	83,22	1521,7	0-3710
Cooperia	75	9,6	176,3	0-1150
Trichostrongylus	66,7	3,67	66,7	0-240
Capillaria	16,7	0,46	8,3	0-80
Nematodirus	41,7	2,43	44,2	0-240
Trichuris	66,7	0,35	6,3	0-36
Oesophagostomum	58,3	0,24	4,5	0-15
Chabertia	33,3	0,02	0,42	0-2

Cuadro 3
Proporción de especies encontradas en cada lote (permanente y testigo)
Table 3
Percentage of the species found in each group (permanent and tracer groups)

Especie	Lote permanente (%)	Lote testigo (%)
Ostertagia ostertagi	60,4	83
Ostertagia lyrata	1,56	0,3
Teladorsagia circumcincta	0,04	0
Trichostrongylus axei	13,8	3,4
Trichostrongylus longispicularis	0,3	0,2
Cooperia oncophora	19,7	9,6
Capillaria bovis	2,5	0,5
Nematodirus helvetianus	0,7	2,4
Trichuris spp.	0,7	0,3
Chabertia ovina	0,1	0,1
Oesophagostomum radiatum	0,2	0,2

Ostertagia spp., *T. axei* y *Cooperia* spp. aparecieron conjuntamente en el 100% de los animales, presentando un coeficiente de asociación máximo (I=1) entre los tres géneros. La segunda asociación en orden de importancia, con presencia en un 78,6% de los animales, fue la constituida por los géneros anteriores junto al género *Oe-*

sophagostomum sp. o *Chabertia* sp. En el cuajar la asociación de *Ostertagia* spp. y *T. axei* apareció en el 100% de los animales. En el intestino delgado la asociación con presencia mayoritaria fue la de *Cooperia oncophora* con *Capillaria bovis* (71,4%), mientras que la presencia conjunta de todos las especies encontradas en el intestino delgado (*Cooperia oncophora*, *Trichostrongylus longispicularis*, *Capillaria bovis* y *Nematodirus helvetianus*) sólo tuvo lugar en un 7,1% de los animales. Respecto al intestino grueso la asociación entre *Oesophagostomum radiatum* y *Chabertia ovina* apareció en un 64,3% de los animales.

En el lote testigo (cuadro 5) las asociaciones más frecuentes fueron la de *Ostertagia* spp. y *Cooperia oncophora* (85,7% de los animales) y la de *Ostertagia* spp. y *T. axei* en el 78,6%. La asociación conjunta de las tres especies tuvo lugar en un 78,6% de los animales. Los coeficientes de asociación por pares entre estas especies fueron de 0,78, 0,92 y 0,94 para *Ostertagia* spp.-*Cooperia oncophora*, *Ostertagia* spp.-*T. axei* y *Cooperia oncophora-T.axei* respectivamente. En el cuajar la única asociación fue la de *Ostertagia* spp. y *T. axei*, en el intestino delgado la más frecuente fue la de *Cooperia oncophora* y *Nematodirus helvetianus* con un 35,7% y en el intestino grueso la de *Trichuris* spp. y *Oesophagostomum radiatum* (42,8%).

Se aplicó un análisis de correlación para estudiar las interrelaciones entre los géneros mayoritarios y observar si seguían o no

Cuadro 4
Matriz de correlaciones entre las especies existentes en el lote permanente
Table 4
Correlations among the species found in the permanent group

	Ost.	T. spp.	Trichu.	Capil.	Nem.	Chab.	T. axei	Oes.	Coop.
Ost.	1,00	0,37	0,61	0,52	-0,22	0,14	-0,21	0,19	-0,37
T. spp.		1,00	0,80	0,42	-0,17	0,36	0,26	-0,10	-0,18
Trichu.			1,00	0,44	-0,06	0,09	0,26	-0,23	-0,34
Capil.				1,00	-0,62	-0,34	-0,31	0,41	-0,31
Nem.					1,99	0,37	0,08	-0,11	0,15
Chab.						1,00	0,07	-0,25	0,16
T. axei							1,00	-0,45	0,37
Oes.								1,00	-0,24
Coop.									1,00

Ost.: Ostertagia ostertagi, Ostertagia lyrata, Teladorsagia circumcincta.
T. axei: Trichostrongylus axei.
Coop.: Cooperia oncophora.
T.spp.: Trichostrongylus spp.
Nem.: Nematodirus helvetianus.
Capil.: Capillaria bovis.
Trichu.: Trichuris spp.
Oes.: Oesophagostomum radiatum.
Chab.: Chabertia ovina.

Cuadro 5
Matriz de correlaciones entre las especies existentes en el lote testigo
Table 5
Correlations among the species found in the tracer group

	Ost.	T. axei	Coop.	T. spp.	Nem.	Capil.	Trichu.	Oes.	Chab.
Ost.	1,00	0.69	0.78	0,21	0,07	0,19	0,52	0,38	0,33
T. axei		1,00	0,79	0,35	0,35	0,11	0,33	-0.08	-0,03
Coop.			1,00	0,46	0,35	0,22	0,17	-0,18	0,04
T.spp.				1,00	0,49	-0,15	-0,07	-0,31	-0,19
Nem.					1,00	0,28	0,09	-0,01	-0,02
Capil.						1,00	0,05	0,28	0.33
Trichu.							1,00	0,67	0,51
Oes.								1,00	0,69
Chab.									1,00

Ost.: Ostertagia ostertagi, Ostertagia lyrata.
T. axei: Trichostrongylus axei.
Coop.: Cooperia oncophora.
T.spp.: Trichostrongylus spp.
Nem.: Nematodirus helvetianus.
Capil.: Capillaria bovis.
Trichu.: Trichuris spp.
Oes.: Oesophagostomum radiatum.
Chab.: Chabertia ovina.

una evolución paralela. En este análisis se observó que en el lote testigo entre *Ostertagia* spp. y *Cooperia oncophora*, *Ostertagia* spp. y *T. axei*, y *Cooperia oncophora* y *T. axei* existían correlaciones significativas ($r=0,78$ $p<0,005$; $r=0,69$ $p<0,01$ y $r=0,79$ $p<0,003$ respectivamente). Mientras en el lote permanente, aunque sin ser estadísticamente significativas se apreció la existencia de correlaciones negativas entre *Ostertagia* spp. y *Cooperia oncophora* ($r=-0,37$) y entre *Ostertagia* spp. y *T. axei* ($r=-0,21$), mientras la correlación fue positiva entre *Cooperia oncophora* y *T. axei* ($r=0,37$).

Discusión

El estudio puso de manifiesto la elevada prevalencia de parasitación por nematodos gastrointestinales en áreas de montaña del Pirineo. Estudios de prevalencia basados en eliminación de huevos, indicaron ya elevadas tasas de parasitación, 69,3% de animales parasitados en la zona (URIARTE y TANCO, 1986).

Prácticamente el 100% de los animales presentaron nematodos gastrointestinales en este estudio. Aunque los niveles de parasitación fueron bajos, correspondieron a

infecciones de tipo subclínico reponsables de pérdidas en la productividad de los animales (CHIEJINA y CLEGG, 1978).

Existió una fuerte desproporción de la carga del cuajar, siendo especialmente importante la presencia de *Ostertagia ostertagi* en ambos lotes en comparación a la carga del resto del tracto gastrointestinal. Esta desproporción ha sido explicada por algunos autores por la rápida adquisición de inmunidad frente a las especies intestinales y más especificamente frente *Cooperia* spp. (ARMOUR, 1989), que daría lugar a que en el momento del sacrificio los parásitos de localización intestinal se hubieran eliminado, permaneciendo en mayor proporción los del cuajar, como *Ostertagia* spp. (VERCRUYSSE, Com. pers.). Sin embargo, las cargas adquiridas en los animales de este trabajo no parecieron ser suficientes para desencadenar una reacción inmunitaria importante y posiblemente la causa fuera simplemente la mayor adquisición de larvas de *Ostertagia* spp. y una posible mejor implantación de esta especie.

La distribución de especies en el tracto gastrointestinal podría indicar que a medida que se incrementa el tiempo de pastoreo hay un mayor equilibrio entre las poblaciones del cuajar e intestino, apreciándose en el lote permanente que la desproporcionada carga del cuajar (concretamente *Ostertagia* spp.) tendió a disminuir, mientras que contrariamente la del intestino delgado (compuesta predominantemente por *Cooperia oncophora*) comenzó a aumentar, aunque siempre la población del cuajar fue mayoritaria en la población total. Semejantes resultados fueron reseñados por CHARLES y BAKER (1988), que observaron que siendo *Ostertagia* y *Cooperia* los géneros predominantes, *Cooperia* era más abundante en los últimos meses de pastoreo antes de la estabulación, pero nunca representaba más de un 15 % de la población total en animales trazadores en 1 mes de pastoreo. Apoya esta explicación el hecho de que las correlaciones entre las cargas del cuajar y del intestino delgado en los animales del lote permanente fueran negativas (r=-0,20), aunque sin llegar a la significación estadística probablemente por el número de animales utilizados. Por el contrario, en el lote testigo -aunque nuevamente sin significación estadística- las cargas parasitarias del cuajar e intestino delgado presentaron correlaciones positivas entre sí, lo que indicaría que las poblaciones parasitarias de este lote no habían alcanzado un equilibrio y se encontraban en sinergia, a pesar de las desproporciones existentes entre los géneros. Las correlaciones entre las especies de nematodos gastointestinales en el lote testigo indicaría que en los animales que pastorearon un mes, las especies mayoritarias evolucionaron paralelamente. Por su parte, las especies del lote permanente indicarían que la presencia continuada de parásitos pudo dar lugar a una interacción negativa entre *Ostertagia* spp. y *Cooperia oncophora* y entre *Ostertagia* spp. y *T. axei*. Aunque las interacciones entre especies suelen tener lugar preferentemente en un mismo órgano (JACKSON *et al.*, 1992), se ha citado la existencia de interacciones recíprocas negativas entre *Ostertagia* spp. y *Cooperia oncophora* en terneros infectados de manera secuencial (KLOOSTERMAN *et al.*, 1984), ello parece deberse a la respuesta serológica cruzada ante sustancias antigénicas compartidas por ambas especies (KLOOSTERMAN *et al.*, 1984; FRANKENA, 1987).

En ambos lotes *Ostertagia ostertagi* fue la especie predominante y la siguiente especie en orden de importancia fue *Cooperia oncophora*. Se trata de las especies de mayor importancia en los países de clima templado, considerándose a los géneros

Ostertagia y *Cooperia* los más prevalentes en el ganado vacuno (ARMOUR y OGBOURNE, 1982; WILLIAMS, 1993; MACLEAN *et al.*, 1992; NOGAREDA, 1988; URIARTE, 1990), mientras a nivel gástrico el parasitismo se debe comúnmente a *Ostertagia ostertagi* y a *T. axei* (MALONE *et al.*, 1983). Entre las especies descritas, llamó la atención la presencia de *Teladorsagia circumcincta* y de *Chabertia ovina* consideradas más típicas del ganado ovino (URQUHART *et al.*, 1987); este hecho podría deberse a la fauna silvestre que convive en la zona (ciervos, jabalíes...), ya que no existió pastoreo conjunto con ovino y no habían pastado ovejas desde varios años antes. Aunque *Teladorsagia circumcincta* es una especie no habitual en el ganado vacuno (CABARET *et al.*, 1985) también ha sido descrita en esta especie doméstica en España por REINA *et al.*, (1987), MARTÍNEZ GOMEZ (1985) y NOGAREDA (1988). *Ostertagia lyrata* es el morfo minor de *Ostertagia ostertagi* (LICHTENFELS y HOBERG, 1993; LANCASTER y HONG, 1990) y apareció en muy pequeñas proporciones.

Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen a Ana Guillén y Juan Ángel Tanco su valiosa ayuda técnica en este trabajo. Trabajo financiado por el proyecto SC94-075 INIA.

Bibliografía

ARMOUR J., 1989. The influence of host immunity on the epidemiology of trichostrongyle infections in cattle. Vet. Parasitol. 32, 5-19.

ARMOUR J., OGBOURNE C.P., 1982. Bovine ostertagiasis: a review and annoted bibliography. 93 pp. Ed. CAB. 7. Fahrham Royal. England.

CABARET J., GRUNER L., 1988. Genetic variability of resistance to parasites. Proc. 3er congreso mundial de reproducción y mejora de ovinos y bovinos de carne. 577-592. INRA. Paris (Francia).

CABARET J., GRUNER L., URIARTE J., 1985. Parasitismo interno de los rumiantes, sistemas de producción y utilización de los pastos. ITEA, n.° 5, 363-388.

CHARLES T.P., BAKER N.F., 1988. Seasonal prevalence of gastrointestinal of beef cattle grazed on irrigated pastures in the lower Sacramento. Am J Vet Res. 49 (4), 506-511.

CHIEJINA S.N., CLEGG F.G. 1978. Some observations on the epidemiology of ostertagiasis in calves in Britain: an analysis of laboratory and field data from 1974 to 1976. Br Vet J. 134: 541-550.

CORDERO DEL CAMPILLO M., *et al.* 1980. Indice Catálogo de Zooparásitos Ibéricos. Servicio de publicaciones del Ministerio de Sanidad y Seguridad Social. 579 pp. Madrid.

EENTROCASSO C.M., PARKINS J.J., ARMOUR J., BAIRDEN K., MCWILLIAN P.N., 1986. Production, parasitological and carcase evaluation studies in steers exposed to trichostrongyle infection and treated with a morantel bolus or fenbendazol in two consecutive grazing seasons. Res. Vet Sci. 40, 76-85.

EUZEBY J., 1982. Diagnostic experimental des helminthoses animales. Tome 2: Diagnostic direct post mortem. Diagnostic indirect (diagnostic biologique). 360 pp. Ed "informations technique des servives veterinaries) Paris.

FRANKENA K., 1987. The interaction between Cooperia spp and Ostertagia spp (Nematoda Trichostrongylidae) in cattle. PHD Thesis. Agricultural University Wageningen: 101 pp.

GORTAZAR C., 1993. Ecoepidemiología de las helmintiasis del zorro (Vulpes vulpes L) en la cuenca media del Ebro. 118 pp. Tesina. Zaragoza.

JACKSON F., JACKSON E., COOP R.L., HUNTLEY J., 1992. Interactions between Teladorsagia circumcincta and Trichostrongylus vitrinus infection in young lambs. Res. Vet. Sci. 53, 363-370.

KASSAI T., FESUS L., HENDRIKX W.M.L., TAKATS C.S., FOK E., *et al.*, 1990. Is there relationship between haemoglobin genotype and the innate resistance to

experimental Haemonchus contortus infection in Merino lambs?. Vet. Parasitol. 37, 61-77.

KLOOSTERMAN A., ALBERS G.A.A., VAN DEN BRINK R., 1984. Negative interactions between Ostertagia ostertagi and Cooperia oncophora in calves. Vet Parasitol. 39, 101-113.

LANCASTER M.B., HONG C., 1990. The identification of females within subfamily Ostertagiinae. Lopez Neyra, 1947. Vet. Parasitol. 35, 21-27.

LINCHTENFELS J.R., HOBERG E.P., 1993. The systematic of nematodes that cause ostertagiasis in domestic and wild ruminants in North America, an update and a key to species. Vet Parasitol. 46, 33-53.

M.A.F.F: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1971. Manual of Veterinary parasitological techniques. 131 pp. Tech. Bull. H.M.S.O. London.

MALONE J.B., WILLIAMS J.C., HERD R.P. *et al.*, 1983. Research needs and priorities for ruminant internal parasites in the United States. Am. J. Vet. Res. 44, 1836-1847.

MACLEAN J.M., BAIRDEN K., HOLMES P.H., MULLIGAN W., MCWILLIAM P.N., 1992. Sequential in vivo measurements of body composition of calves exposed to natural infections with gastrointestinal nematodes. Res. Vet. Sci. 53, 381-389.

MARTÍNEZ GOMEZ F., 1985. Problemas parasitarios de los rumiantes en regimen extensivo en el Valle del Guadalquivir. Comunicaciones INIA Serie Higiene y Sanidad, n.° 11. 93-106.

NOGAREDA C., 1988. Estudios epidemiológicos sobre las nematodosis gastroentéricas de los terneros pastantes en Galicia (España). Tesis doctoral. 341 pp. Universidad de León.

REINA D., NAVARRETE I., HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ S., HABELA M., 1987. Contribución al conocimiento de la parasitofauna de Cáceres. Primera relación. II. Helmintos. Rev. Iber. Parasitol., Vol. extra, 85-90.

SAS (Statistiacal analysis system), 1985. User's guide: 5th.ed. Cary NC SAS Institute Inc.

SUAREZ V.H., BEDOTTI D.O., LARREA S., BUSETTI M.R., GARRITZ C.A., 1991. Effects of an integrated control programme with ivermectin on growth, carcass composition and nematode infection of beef cattle in Argentina's Western Pampas. Res. Vet Sci., 50, 195-199.

TARAZONA J.M., ÁLVAREZ HERNÁNDEZ F., 1986. Incidencia parasitológica, helmintos en gando bovino de los valles húmedos de Navarra. ONE. Los mejores temas del año.

URIARTE J., 1990. Epidemiología de las tricoestrongilidosis de los rumiantes en praderas de regadio. Tesis doctoral. 196 pp. Zaragoza.

URIARTE J., TANCO J.A., 1986. Parásitos en ganado vacuno en el Pirineo Aragonés explotado en regimén de pastoreo. 224- 227. Memoria CRIDA.

URQUHART G.M., ARMOUR J., DUNCAN J.L., DUNN A.M., JENNINGS F.W. 1987. Veterinary Parasitology. 286 p. Longman Scientific and Technical. England.

WIGGIN C.J., GIBBS H.C., 1987. Pathogenesis of simulated natural infections with Ostertagia ostertagi in calves. Am. J. Vet. Res. 48, 274-280.

WILLIAMS J., 1993. Epidemiología de los parásitos nematodos del ganado bovino en las regiones templadas de Estados Unidos. 10-21. Symposium MSD-AGVET. Madrid.

(Aceptado para publicación el 30 de septiembre de 1999)

ITEA (2000), Vol. **96A N.° 1,** 77-89

ANÁLISIS GENÉTICO DEL CRECIMIENTO EN MONTANERA DE CERDOS IBÉRICOS

A. Fernández, L. Silió, M.C. Rodríguez

Dep. de Mejora Genética y Biotecnología, SGIT-INIA, Madrid, España

RESUMEN

El crecimiento durante la montanera de 762 cerdos ibéricos ha sido analizado mediante funciones lineales de producción a partir de 2.663 registros de pesos. Se han comparado dos procedimientos de ajuste (previo o conjuntamente con el modelo de evaluación) de los parámetros de la función lineal: intercepto (peso a los 60 días de entrada en montanera), y pendiente (ganancia media diaria en el período de montanera). Aunque las estimas de estos parámetros obtenidas por ambos procedimientos están fuertemente correlacionadas, se ha confirmado en la estimación de la pendiente, la capacidad del ajuste conjunto para disminuir la influencia de los datos aberrantes. Para cada método de ajuste, se han utilizado dos modelos de evaluación distintos, sin y con inclusión de un efecto de ambiente común. La inclusión de este efecto supuso una reducción de la varianza aditiva y de la heredabilidad (h^2) del intercepto y de la pendiente. Los valores de $h^2 \approx 0{,}5$ indican la fácil modificación de ambos parámetros mediante selección. Finalmente, se ha estudiado la influencia del método de ajuste en la ordenación de las estimas de los valores mejorantes, que afecta principalmente a aquellos reproductores con información escasa y/o aberrante.

Palabras claves: Cerdo Ibérico, Funciones de producción, Análisis Bayesiano.

SUMMARY

GENETIC ANALYSIS OF GROWTH IN THE LATE FATTENING PERIOD OF IBERIAN PIGS

Growth during the late fattening period (*montanera*) of 762 Iberian pigs has been analyzed using linear production functions obtained from 2663 weight records. Two adjustment procedures of the linear function parameters (intercept, weight after 60 days of *montanera* and slope, daily gain during the *montanera*) have been compared, either previous or joint with the evaluation model effects. A strong correlation was observed between the estimates of these parameters obtained by the two procedures but the results confirmed the capacity of the joint ajustment to decrease the influence of outliers on slope estimates. For both adjustment methods, two different evaluation models have been used, with and without the inclusion of a common environmental effect. The inclusion of this effect reduced additive variance and heritability of intercept and slope. The h^2 values, close to 0.5, indicate the easy modification of both parameters by selection. Finally, the influence of the adjustment method on the ranking of estimated breeding values has been studied, which is mainly relevant for breeding animals with scarce or aberrant information.

Key words: Iberian pig, Production functions, Bayesian analysis.

Introducción

La fase crítica del ciclo de producción en el cerdo ibérico corresponde al período final de engorde que, en el sistema tradicional de montanera, se basa en el aprovechamiento, entre Octubre y Marzo, de los recursos pastables de la dehesa: bellotas y hierba, principalmente. Este período tiene una influencia determinante sobre el valor económico de los animales, que resultan depreciados si a su término no han alcanzado el peso comercial de sacrificio, próximo a 160 kg, y deben ser por ello finalizados con pienso. Por esta razón, el crecimiento durante la montanera es uno de los caracteres incluidos en el objetivo de selección del esquema de mejora de la asociación de ganaderos, orientado a la mejora genética de las características productivas de la raza en condiciones de manejo extensivo (AECERIBER, 1998).

El número de cerdos ibéricos puros cebados en montanera está doblemente restringido por el número limitado de animales que puede soportar la superficie de dehesa de la Península Ibérica (LÓPEZ-BOTE, 1998) y por la preferencia de la mayor parte de los ganaderos por el engorde de animales cruzados generalmente con *Duroc* (ESPÁRRAGO y col., 1999). Existen otras causas que contribuyen a que la información disponible para la evaluación genética de caracteres productivos en cerdos ibéricos sea escasa. Entre otras, las dificultades que supone el manejo extensivo para el control genealógico, la identificación de los animales y el registro *in vivo* de medidas de cierta complejidad, así como la débil conexión entre ganaderías que se ve limitada al pequeño flujo de reproductores por la inexistencia de centros de inseminación artificial. Todo ello refuerza la necesidad del empleo de métodos que aumenten la eficacia de la evaluación genética a partir de un mejor aprovechamiento de la limitada información disponible.

Recientemente se han descrito técnicas Bayesianas (REKAYA, 1997; VARONA y col., 1997; REKAYA y col., 1998) para el análisis de funciones de producción $f(y|\theta)$ que permiten estimar conjuntamente los parámetros de la función (θ), correspondientes a variables biológicas subyacentes y los parámetros ϕ que afectan a las relaciones genéticas y ambientales entre los anteriores. Para el análisis de estas funciones se utiliza comunmente un procedimiento subóptimo en dos fases: una previa, en la que se ajustan los parámetros (θ) para cada uno de los individuos con registros y una segunda, en la que se realiza el análisis de θ y la evaluación genética de los animales. Frente a este enfoque, las nuevas técnicas permiten el análisis conjunto de toda la información, reducen la influencia de los datos aberrantes y permiten obtener las distribuciones marginales de cualquier carácter de interés predecible a partir de la función de producción.

El presente trabajo es una aplicación de estas técnicas a datos de crecimiento en montanera, registrados por la Asociación de Criadores de Cerdos Ibéricos (AECERIBER), asumiendo una función de crecimiento lineal con dos parámetros: intercepto y pendiente. El primero se define como el peso a los 60 días de entrada en montanera y el segundo, que mide la velocidad de crecimiento en este período, se corresponde con la ganancia media diaria en montanera que hasta ahora se viene incluyendo en el objetivo de selección (AECERIBER, 1998).

Material y métodos

Datos

En el presente estudio se ha utilizado un total de 2.663 registros de peso procedentes

de 762 cerdos ibéricos castrados nacidos en 10 ganaderías extremeñas. Los datos fueron obtenidos en el período de montanera a lo largo de seis campañas (1993/94 a 1998/99). De acuerdo con la fecha de sacrificio de los animales se han agrupado en 10 períodos de testaje, siendo 375 días la edad media de los animales al comienzo de la montanera y distribuyéndose las pesadas durante un máximo de 132 días, con un número desequilibrado de registros en los diferentes testajes e individuos. La información disponible para el análisis se muestra en el cuadro 1.

Se ha considerado un efecto ambiental, definido por la fecha común de nacimiento de varias camadas dentro de ganadería, que pretende reflejar el microambiente compartido por los lechones de la misma edad en las condiciones de cría extensiva de cada explotación. En el análisis de datos de crecimiento de cerdo intensivo suele contemplarse un efecto equivalente de ambiente común de camada que ha sido descartado, en este caso, debido al pequeño número de cerdos cebados por camada y a que es frecuente que los lechones se amamanten de varias cerdas lactantes. En cada campaña, a la edad de 3-4 meses los animales fueron trasladados a una finca común para su recría y ceba donde permanecieron en condiciones homogéneas de alimentación y manejo (AECERIBER, 1998).

Modelos

Ajuste conjunto de los parámetros dentro del modelo

Se ha aplicado el modelo propuesto por VARONA y col. (1997) para una función de crecimiento lineal. La función de producción que asumimos puede describirse:

$$f(\mathbf{y}|\theta) = f(\mathbf{y} \mid a, b, \sigma_t^2)$$

donde a (intercepto) es el peso a los 60 días de entrada en montanera (kg) y b (pendiente) la ganancia media diaria en el periodo de montanera (kg / día). El j^{emo} peso del animal i^{emo} registrado a los x_{ij} días es consi-

Cuadro 1
Datos disponibles para el análisis
Table 1
Available data for analysis

Ganaderías	10
Períodos de testaje	10
Niveles de ambiente común	204
Animales en genealogía	1282
Animales con datos	762
Con 2 pesadas	166
Con 3 pesadas	203
Con 4 pesadas	318
Con 6 pesadas	75
Media días de montanera (d.t.)	103,4 (23,4)

derado como una muestra de la distribución normal:

$$y_{ij} \mid a_i, b_i, \sigma_t^2 \sim N(a_i + b_i x_{ij}, \sigma_t^2)$$

donde σ_t^2 es el componente de varianza no explicado por la función lineal. Los parámetros de la función de producción (*a* y *b*) tienen causas de variación genéticas y ambientales, que en el análisis se han representado mediante los siguientes modelos estadísticos alternativos:

$$1)\ \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}_1\mathbf{u} + \mathbf{e} \quad 2)\ \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}_1\mathbf{u} + \mathbf{Z}_2\mathbf{c} + \mathbf{e}$$

Por tanto, ϕ puede contener efectos sistemáticos (β), de ambiente común (**c**) y aditivos (**u**) para cada animal y matrices de (co)varianzas aditivas, de ambiente común y residuales (**G, C** y **R**). Para el modelo más complejo:

$$f(\theta \mid \phi) = f(a, b, \sigma_t^2 \mid \beta, \mathbf{u}, \mathbf{c}, \mathbf{R}) =$$
$$= f(a, b \mid \beta_a, \beta_b, u_a, u_b, c_a, c_b, \mathbf{R})\, f(\sigma_t^2)$$

$$f(a, b \mid \beta_a, \beta_b, u_a, u_b, c_a, c_b, \mathbf{R}) \sim$$

$$N\begin{pmatrix} X\beta_a + Z_1 u_a + Z_2 c_a \\ X\beta_b + Z_1 u_b + Z_2 c_b \end{pmatrix}, R \otimes I\Big)$$

Se consideran distribuciones a priori planas $f(\beta)$, $f(\sigma_t^2)$, $f(\mathbf{C})$, $f(\mathbf{G})$, $f(\mathbf{R})$, y $f(\mathbf{u}\ \mathbf{G}) \sim N(0, \mathbf{A} \otimes \mathbf{G})$ y $f(\mathbf{c} \mid \mathbf{C}) \sim N(0, \mathbf{I} \otimes \mathbf{C})$.

La distribución posterior conjunta es:

$$f(a, b, \sigma_t^2, \beta, \mathbf{u}, \mathbf{c}, \mathbf{C}, \mathbf{G}, \mathbf{R} \mid \mathbf{y}) \propto$$

$$f(\mathbf{y} \mid a, b, \sigma_t^2)\, f(a, b \mid \beta, \mathbf{u}, \mathbf{c}, \mathbf{C}, \mathbf{G}, \mathbf{R})$$
$$f(\sigma_t^2)\, f(\mathbf{u} \mid \mathbf{G})\, f(\mathbf{c} \mid \mathbf{C})\, f(\mathbf{G})\, f(\mathbf{C}) f(\mathbf{R})\, f(\beta)$$

Ajuste individual previo de los parámetros fuera del modelo

En una primera etapa se calcularon por regresión lineal para cada uno de los individuos los parámetros de la función de producción (*a* y *b*). Dado que en todos los casos se disponía de al menos dos pesadas no fue necesaria la exclusión de ningún animal. En una etapa posterior, se llevó a cabo el análisis genético de estos parámetros y la evaluación genética de los animales utilizando los mismos modelos explicativos 1 y 2. Para ello, se empleó la metodología bayesiana propuesta por SORENSEN y col. (1994), extendida a modelos bivariantes por Varona y col. (1994) y a modelos con inclusión de un efecto de ambiente común por RODRÍGUEZ y col. (1996).

Algoritmo de resolución

Las distribuciones marginales posteriores de los parámetros de interés se obtuvieron en todas las situaciones analizadas (ajustes y modelos) mediante el algoritmo de muestreo de Gibbs.

Las distribuciones condicionales posteriores requeridas para el proceso de muestreo son Normales para *a*, *b*, β_a, β_b, u_a, u_b, c_a, c_b, Wishart invertidas para **G, C** y **R,** y chi-cuadrado invertidas para σ_t^2. Detalles acerca de estas distribuciones pueden encontrarse en VARONA y col. (1997) para el ajuste conjunto y en VARONA y col. (1994) y RODRÍGUEZ y col. (1996) para el ajuste previo fuera del modelo.

La longitud total del muestreo de Gibbs tanto para el análisis con ajuste individual previo como para el análisis conjunto dentro del modelo fue de 1.500.000 muestras, descartándose las 500.000 primeras (calentamiento) y guardando solamente una muestra de cada 100 iteraciones. El tamaño efectivo de las cadenas para los diferentes parámetros se encuentra comprendido entre 6.057 y 8.276 muestras independientes para

el primer método y 1.286 y 2.926 para el segundo.

Resultados y discusión

La elección de una función lineal descriptiva del crecimiento en montanera de cerdos ibéricos puede justificarse de acuerdo a los datos presentados en la figura 1. En ella se ha representado la evolución del peso medio de los animales en función del número de días en montanera para cada uno de los ocho períodos de testaje en que se dispone de más de dos pesadas. Se ha elegido este criterio para la descripción del crecimiento por constituir el efecto sistemático de mayor influencia sobre los datos, ya que refleja la cantidad y calidad de los nutrientes disponibles en la correspondiente montanera así como el perfil climatológico de la misma. En los ocho periodos de testaje, una función lineal representa adecuadamente el crecimiento medio observado en los animales.

Parámetros de la función de producción: intercepto (a) y pendiente (b)

Tanto el análisis con ajuste individual previo como el análisis conjunto dentro del modelo proporcionan para cada animal estimas de los parámetros de la función de crecimiento lineal: intercepto y pendiente.

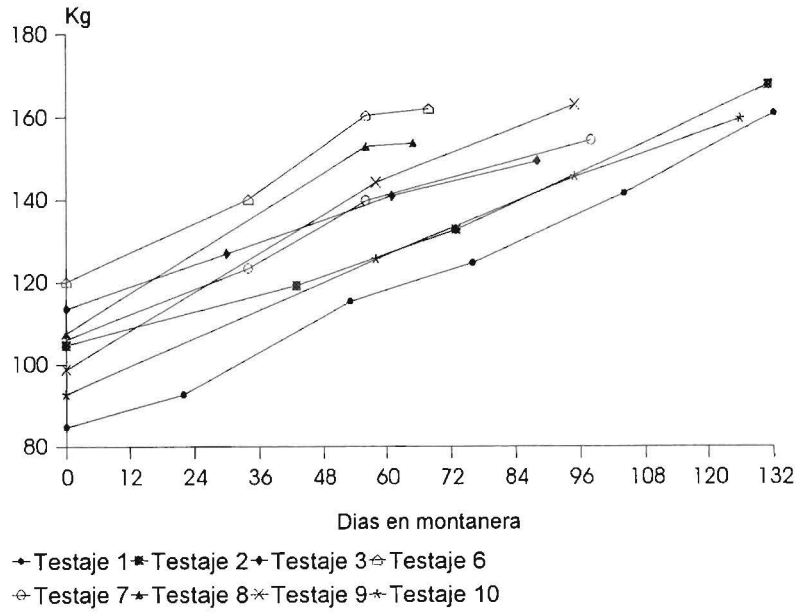


Figura 1. Peso medio de los animales en función del número de días en montanera en ocho periodos de testaje

Figure 1. Mean weight of animals in relation to days in montanera for eight testing periods

El atractivo del ajuste conjunto reside en que tiene en cuenta tanto la información obtenida para cada animal como la procedente de los parientes y de los animales cuyos datos están localizados en los mismos efectos sistemáticos (VARONA y col., 1997). Los valores del intercepto y pendiente de la función de crecimiento obtenidos mediante ambos procedimientos correspondientes al modelo con efecto de ambiente común se muestran en la figura 2.

Los resultados indican una alta correlación entre las estimas obtenidas por uno y otro procedimiento (0,997 y 0,949 para *a* y *b* respectivamente). Sin embargo, como se ha mencionado previamente, una de las principales ventajas del ajuste conjunto es que disminuye la influencia que los datos aberrantes, generados por errores de medida o por oscilaciones de origen fisiológico, tienen en la estimación de los parámetros de la función de producción y por tanto en la de los valores mejorantes (VARONA y col., 1997). Esto puede comprobarse al comparar el rango de variación entre las estimas de *b* (ganancia media diaria en la montanera) obtenidas por ambos métodos. Con el ajuste previo fuera del modelo, los valores de *b* oscilan entre 0,187 y 1,362 kg/día, mientras que con el ajuste conjunto se reduce al intervalo de 0,264 a 0,976 kg/día. En las estimas del intercepto *a* (peso a los 60 días de montanera), la influencia del método de ajuste es menor, como refleja el hecho de que todos los puntos se concentran a lo largo de la diagonal. El criterio elegido para la definición del intercepto, próximo al promedio del número de días de ceba, posibilita una estimación más precisa de este parámetro, siendo por ello menores las discrepancias entre métodos.

A modo de ejemplo, podemos fijarnos en las estimas para la pendiente obtenidas para los animales *MA31098* y *JS74172* para los que se dispone de tres registros de peso en cada uno de ellos. Con el método de ajuste previo fuera del modelo la ganancia media diaria fue de 1,36 kg/día (*MA31098*)

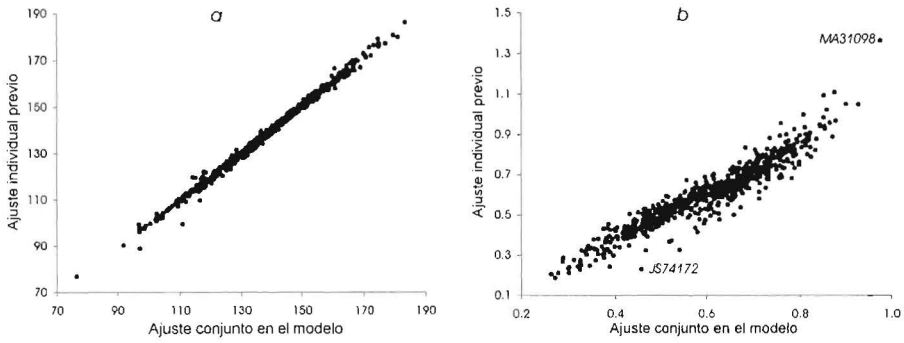


Figura 2. Relación entre los estimadores del intercepto (a) y pendiente (b) obtenidos por ambos métodos: ajuste previo fuera del modelo vs conjunto dentro del modelo

Figure 2. Relation between the estimates of intercept (a) and slope (b) obtained by the two methods

y 0,23 kg/día (*JS74172*) mientras que con el ajuste conjunto fueron de 0,97 y 0,46 kg/día, respectivamente (figura 2). El ajuste conjunto tiende a acercar estos valores a los de las medias de los animales que comparten sus mismos efectos fijos: 0,77 kg/día y 0,75 kg/día respectivamente. El examen de los correspondientes registros permite explicar la causa de estos valores aberrantes. En el caso del animal *MA31098*, que habría engordado 91 kg en sus últimos dos meses de vida, se trata de un claro error de pesada. Este tipo de error parece descartable en el otro animal cuyo bajo crecimiento habría de atribuirse a alguna patología no detectada durante la ceba. El ajuste conjunto resulta por tanto idóneo en ambos casos aunque, en general, podría limitar la selección de individuos con rendimientos excepcionales. El efecto del tipo de ajuste realizado sobre el conjunto de individuos identificados como de mayor mérito genético se discutirá mas adelante.

Componentes de (co)varianza

Las medias y desviaciones típicas posteriores de los componentes de varianza y correlaciones de los parámetros de la función de crecimiento estimados mediante ajuste previo se muestran en el cuadro 2. En él se incluyen los resultados correspondientes a los modelos explicativos con y sin el efecto del ambiente común compartido por los cerdos nacidos en una misma fecha en la misma ganadería.

Los valores de los coeficientes de ambiente común (c^2) son bajos tanto para el intercepto como para la pendiente, sin embargo, la inclusión del efecto en el modelo de evaluación supone una ligera reducción de la varianza aditiva en ambos casos. Esto se traduce en una paralela disminución de la heredabilidad, ya que la inclusión del ambiente común no modifica sustancialmente la varianza fenotípica, con valores respectivos de las medias posteriores de $\sigma_{pa}^2 = 109{,}7$ y $110{,}9$ kg^2 y de $\sigma_{pb}^2 = 0{,}013$ y $0{,}014$ (kg/día)^2 con ambos modelos. De acuerdo con los resultados relativos a la correlación genética y de ambiente común, no puede rechazarse la hipótesis $r_u = r_c = 0$.

Los resultados obtenidos para los mismos estadísticos con el procedimiento de ajuste conjunto, se muestran en el cuadro 3.

Las medias y desviaciones típicas de las distribuciones marginales posteriores de las varianzas residuales del modelo σ_t^2, sin y con inclusión del efecto de ambiente común en el modelo son similares: 27,35 kg^2 (1,04) y 26,64 kg^2 (1,09). Al igual que ocurría con el método anterior, la inclusión de este efecto reduce tanto la varianza aditiva como la heredabilidad de ambos parámetros, siendo la heredabilidad de la pendiente la mas afectada. Las estimas de heredabilidad de intercepto y pendiente difieren más por incluir en el modelo el efecto de ambiente común que por el método de ajuste empleado.

En todo caso, los valores de heredabilidad tanto del peso a los 60 días de entrada en montanera como de la ganancia media diaria son muy elevados ($h^2 \approx 0{,}5$). La información disponible hasta la fecha sobre parámetros genéticos para caracteres de crecimiento en poblaciones de cerdo ibérico se limita al periodo anterior a la montanera, que se desarrolla en condiciones de alimentación restringida. Estos trabajos indican que, a medida que los caracteres estudiados se alejan de la fecha de nacimiento del animal, el componente heredable es más importante. Así, GARCÍA-CASCO y BÉJAR (1993) obtuvieron estimas REML de la heredabilidad del peso a los 50 días, a los 4 y 8 meses, con valores respectivos

Cuadro 2
Estimas de componentes de (co)varianzas de los parámetros
(*a*= intercepto; *b*= pendiente) de la función LINEAL de crecimiento en montanera
calculados por ajuste individual previo
Table 2
Estimates of (co)variances of parameters (a= intercept; b= slope) of linear function of growth in montanera calculated by individual previous fitting

	Modelo sin ambiente común		Modelo con ambiente común	
Parámetro	Media	d.t.	Media	d.t.
Pesos a los 60 días de ceba (a)				
σ_{ua}^2	56,644	13,699	52,878	14,030
σ_{ca}^2	–	–	4,917	3,200
σ_{ea}^2	52,983	10,150	53,121	10,128
h_a^2	0,513	0,104	0,473	0,108
c_a^2	–	–	0,044	0,028
Crecimiento diario en ceba (b)				
σ_{ub}^2	0,007	0,002	0,006	0,002
σ_{cb}^2	–	–	0,0012	0,0005
σ_{eb}^2	0,006	0,001	0,006	0,001
h_b^2	0,525	0,092	0,457	0,095
c_b^2	–	–	0,090	0,038
Correlaciones				
r_u	-0,107	0,181	-0,055	0,194
r_c	–	–	0,016	0,098
r_e	0,783	0,099	0,729	0,107

σ_u^2, σ_c^2, σ_e^2 = varianzas genética, del efecto de ambiente común y residual; h^2 = heredabilidad; c^2 = coeficiente de ambiente común; r_u, r_c, r_e = correlaciones genética, del efecto de ambiente común y residual entre ambos parámetros.

0,10, 0,29 y 0,27 (errores entre 0,01 y 0,05). Con una metodología análoga a la empleada en este trabajo, RODRIGAÑEZ y col. (1999) estimaron valores de 0,35 para las heredabilidades del peso a los 120 días y de la ganancia media diaria entre 50 y 240 días de edad.

Los elevados valores del efecto de ambiente común de camada encontrados para los caracteres de peso por GARCÍA-CASCO y BÉJAR (1993), en las poblaciones experimentales de *El Dehesón del Encinar*: 0,27 (0,01) a los 50 días, 0,24 (0,02) a los 4 meses y 0,15 (0,03) a los 8 meses, les llevaron a sugerir la necesidad de incorporar este efecto en los modelos de análisis de caracteres de crecimiento. En ciertas situaciones puede ser aconsejable incluir en estos modelos un efecto de ambiente común alternativo que refleje las condiciones de ambiente y manejo compartidas por los animales nacidos en una misma fecha y ganadería. Por ejemplo, cuando existan siste-

Cuadro 3
Estimas de componentes de (co)varianzas de los parámetros (*a*= intercepto; *b*= pendiente) de la función lineal de crecimiento en montanera calculados por ajuste conjunto dentro del modelo
Table 3
Estimates of (co)variances of parameters (a= intercept; b= slope) of linear function of growth in montanera calculated by joint fitting within the model

	Modelo sin ambiente común		Modelo con ambiente común	
Parámetro	Media	d.t.	Media	d.t.
Pesos a los 60 días de ceba (a)				
σ_{ua}^2	49,145	14,143	46,056	13,367
σ_{ca}^2	–	–	4,157	3,741
σ_{ea}^2	49,923	10,615	48,834	9,679
h_a^2	0,492	0,119	0,459	0,117
c^{a2}	–	–	0,048	0,037
Crecimiento diario en ceba (b)				
σ_{ub}^2	0,005	0,001	0,003	0,001
σ_{cb}^2	–	–	0,0018	0,0006
σ_{eb}^2	0,003	0,001	0,002	0,001
h_b^2	0,617	0,094	0,453	0,105
c_b^2	–	–	0,229	0,071
Correlaciones				
r_u	0,058	0,178	0,153	0,195
r_c	–	–	0,015	0,099
r_e	0,954	0,042	0,948	0,051

σ_u^2, σ_c^2, σ_e^2 = varianzas genética, del efecto de ambiente común y residual; h^2 = heredabilidad; c^2 = coeficiente de ambiente común; r_u, r_c, r_e = correlaciones genética, del efecto de ambiente común y residual entre ambos parámetros.

mas de cría tipo camping en los que el efecto de ambiente de camada queda diluido y/o cuando la estimabilidad de este efecto está dificultada por el pequeño número de animales con registros por camada.

Valores mejorantes

Las medias posteriores de los valores genéticos obtenidos por ambos procedimientos para los 61 padres y 342 madres de los animales con datos se presentan en la figura 3. Estos valores, que corresponden al modelo con efecto de ambiente común, están altamente correlacionados y en el caso de la pendiente presentan una menor dispersión de los valores mejorantes estimados con el método de ajuste conjunto.

Se ha analizado el efecto que tiene el tipo de ajuste realizado sobre la ordenación de los reproductores por su mérito genético

para los dos parámetros de la función lineal de producción. Para cada reproductor se ha calculado el valor absoluto de la diferencia de rango en las ordenaciones obtenidas con cada uno de los métodos. En el cuadro 4 se presentan los principales estadísticos de la distribución de esta variable para intercepto y pendiente en los reproductores de ambos sexos. Los altos valores de las correlaciones de Spearman reflejan el pequeño número de cambios de posición en el orden genético de los reproductores atribuible al método de ajuste empleado. En general, los animales cuyo orden se modifica en mayor medida corresponden a los que tienen algún hijo con valores extremos o a los que poseen muy poca información, por ejemplo, el verraco *SR11060* con un solo hijo con dos pesadas.

Para un programa de mejora, los cambios en el orden del mérito genético son relevantes si coinciden con diferencias en la superioridad genética de los individuos seleccionados. Las listas de los 15 mejores padres para el peso a los 60 días de montanera obtenidas con los dos ajustes comparten un 87% de los animales. Este valor se eleva al 93% para el crecimiento diario. En el caso de las 60 mejores madres estos porcentajes pasan a ser del 90 % para el intercepto y del 79 % para la pendiente. En este

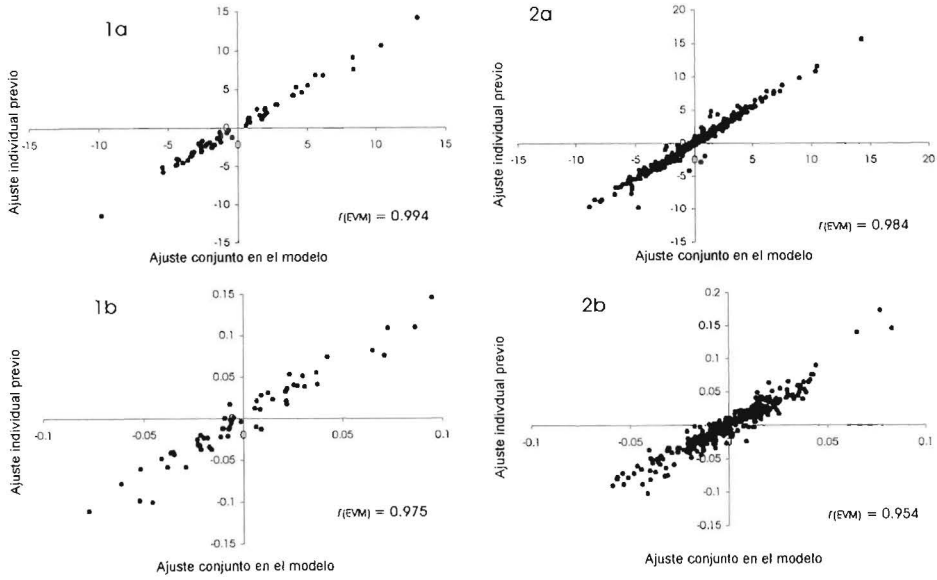


Figura 3. Relación entre las medias posteriores obtenidos por los dos métodos de los valores mejorantes para intercepto (*a*) y pendiente (*b*) de la función de crecimiento de los padres (1) y madres (2) de los animales cebados

Figure 3. Relation between the posterior means of breeding values for intercept (a) and slope (b) of the growth function of the sires (1) and dams (2) of fattened pigs

Cuadro 4
Principales estadísticos del cambio de ordenación por mérito genético debido al método empleado de análisis: ajuste previo fuera del modelo vs conjunto dentro del modelo (Q^1, Q^2, Q^3 = percentiles 25, 50, 75 = correlación de Spearman)

Table 4
Principal statistics of the change in genetic ranking for breeding value under the two methods (Q^1, Q^2, Q^3 = percentiles 25, 50, 75= Spearman correlation)

	Media	Moda	Q^1	Q^2	Q^3	Min., Máx.	ρ
Intercepto							
Padres	2,07	1	0,5	1	3,5	0, 8	0,986
Madres	10,11	4	3	6	12	0, 124	0,984
Pendiente							
Padres	2,75	1	1	2	4	0, 15	0,974
Madres	22,60	N.U.	6	16	30	0, 150	0,949

N.U.: No única.

último caso, en el que los cambios de ordenación son mayores, la diferencia en la media de los valores mejorantes, predichos por ajuste conjunto, de las cerdas seleccionadas por uno u otro método es solamente de 0,001 kg/día. Por tanto, el empleo de uno u otro método de ajuste no afecta de forma importante a los diferenciales que pudieran aplicarse a la selección para uno u otro carácter. A ello puede contribuir el que en este caso, los candidatos a la selección no posean datos propios dependiendo enteramente de la información familiar para su evaluación genética.

Efectos de las ganaderías

Las estimas de los efectos sistemáticos, en este caso ganaderías y periodos de testaje, para todos las situaciones analizadas han sido muy parecidas. En el cuadro 5 se muestran las medias y desviaciones estándar de las distribuciones posteriores de las ganaderías para el caso en que se incluye el efecto de ambiente común y el método de ajuste conjunto de los valores de los parámetros dentro del modelo.

Como puede observarse existen notables diferencias entre las ganaderías analizadas en cuanto a su crecimiento en montanera. Este hecho coincide con resultados de otros trabajos, tanto en estirpes tradicionales de cerdo ibérico (García-Casco y Silió, 1991), como en poblaciones actuales (Benito y col., 1998), en los que se ha encontrado una gran variabilidad genética para estos caracteres entre las distintas líneas de cerdos ibéricos. Solo algunas de las ganaderías analizadas en este trabajo se corresponden a líneas de características morfológicas y origen genético diferenciado, pero la mayoría procede de cruzamientos entre diversas

Cuadro 5
Media y desviación típica de las distribuciones posteriores de los efectos de las ganaderías sobre intercepto (*a*) y pendiente (*b*) calculados mediante un ajuste conjunto dentro del modelo de evaluación incluyendo el efecto de ambiente común
Table 5
Mean and standard deviation of the posterior distribution of herds effects in intercept (a) and slope (b) obtained by joint fitting within the model including common effect

	a, kg		*b*, kg/día	
Ganadería	Media	d.t.	Media	d.t.
1	152,319	2,584	0,696	0,031
2	150,798	2,203	0,682	0,024
3	147,835	2,353	0,701	0,024
4	135,904	3,525	0,681	0,040
5	143,328	5,139	0,504	0,054
6	144,728	3,607	0,540	0,041
7	140,245	2,998	0,620	0,033
8	162,199	4,404	0,682	0,046
9	153,300	4,452	0,674	0,047
10	144,237	5,334	0,604	0,056

líneas de ibérico realizados a lo largo de la última década.

Implicaciones

Los resultados obtenidos muestran la aplicabilidad del procedimiento bayesiano de análisis de funciones lineales de producción al estudio de caracteres de crecimiento en el cerdo Ibérico. Respecto al método de ajuste previo de los datos mediante regresión individual, las ventajas del nuevo método han sido de escasa entidad en el ejemplo analizado. Ello puede atribuirse a la inexistencia de animales con un solo registro y a la escasez de datos aberrantes en el ejemplo estudiado. Estas situaciones son esperables en la práctica por lo que se justificaría el uso del método propuesto por VARONA y col. (1997) de ajuste conjunto de los parámetros dentro del modelo de evaluación. El cálculo de los valores mejorantes con este método plantea dificultades similares a las del procedimiento bayesiano usado como referencia. Aunque requiere un muestreo más amplio para disponer del mismo número efectivo de muestras, es de hecho más simple ya que no precisa del tratamiento previo de los datos.

El mayor inconveniente para el empleo práctico de este método radica en que el objetivo de selección puede incluir además del crecimiento otros caracteres de rendimiento de piezas nobles o calidad de carne

para los que no se dispone de registros temporales y precisan de otros modelos explicativos. Si la correlación con el crecimiento de estos caracteres fuera significativamente distinta de cero sería aconsejable realizar conjuntamente la evaluación genética de todos ellos mediante técnicas convencionales. Solo si la correlación fuera baja estaría justificada la realización separada de ambos grupos de caracteres, realizándose el análisis de los registros de crecimiento mediante el método ensayado en este trabajo.

Agradecimientos

Nuestra gratitud a AECERIBER por facilitarnos la información utilizada, a L. Varona (IRTA, Lleida) que nos cedió amablemente su programa fuente para este tipo de análisis y a uno de los evaluadores anónimos por sus valiosos comentarios.

Bibliografía

AECERIBER, 1998. Propuesta de índices genéticos de selección para el Cerdo Ibérico. Solo cerdo Ibérico 1, 15-20.

BENITO J., VÁZQUEZ C., MENAYA C., FERRERA J.L., GARCÍA CASCO J.M., SILIÓ L., RODRIGAÑEZ J. y RODRÍGUEZ M.C., 1998. Evaluación de los parámetros productivos en distintas líneas de cerdo Ibérico. IV Sympôsio Internacional do Porco Mediterrânico, Evora.

ESPÁRRAGO F., CABEZA DE VACA F. y MOLINA M.R., 1999. Censos y precios de porcino ibérico 1986–1999. Solo cerdo Ibérico 2, 113-122.

GARCÍA-CASCO J.M. y BÉJAR F., 1993. Estimas de componentes de (co)varianza en caracteres de crecimiento en cerdos ibéricos mediante metodología REML. Investigación Agraria, Producción y Sanidad Animales 8(1), 25-32.

GARCÍA-CASCO J.M. y SILIÓ L., 1991. Heterosis en el crecimiento de cerdos ibéricos. ITEA 87A (2, 3), 218-226.

LÓPEZ-BOTE C.J., 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. Meat Science 49,17-27.

REKAYA R., 1997. Análisis bayesiano de datos de producción en los días del control para la selección de caracteres lecheros. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

REKAYA R., CARABAÑO M.J. y TORO M.A., 1998. Use of test day yields for the genetic evaluation of production traits in Holstein-Friesian cattle. Livest. Prod. Sci. 57, 203-217.

RODRIGAÑEZ J., SILIÓ L., TORO M.A. y RODRÍGUEZ M.C., 1999. Efecto de la consanguinidad sobre los parámetros de la función de crecimiento lineal en cerdos Ibéricos. ITEA Vol. Extra 20(1), 261-263.

RODRÍGUEZ M.C., TORO M.A. y SILIÓ L., 1996. Selection on lean growth in a nucleus of Landrace pigs: an analysis using Gibbs sampling. Anim. Sci. 63, 243-253.

SORENSEN D., WANG C.S., JENSEN J. y GIANOLA D., 1994. Bayesian analysis of genetic change due to selection using Gibbs sampling. Genet. Sel. Evol. 26, 333-360.

VARONA L., MORENO C., GARCÍA-CORTÉS L.A. y ALTARRIBA J., 1994. Estimación multicarácter de componentes de varianza y covarianza en vacuno lechero mediante muestreo de Gibbs. Rev. Portug. Zootec. 1, 185-195.

VARONA L., MORENO C., GARCÍA-CORTÉS L.A. y ALTARRIBA J., 1997. Multiple trait genetic analysis of underlying biological variables of production functions. Livest. Prod. Sci. 47, 201-209.

(Aceptado para publicación el 30 de septiembre de 1999)

CIHEAM

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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1998-99-00

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	5 Oct. 98/ 11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	1 Oct. 99/ 26 Mayo 00	Córdoba	UCO/CA-JA/CSIC/ INIA/COI/IAMZ
	UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	18-29 Oct. 99	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	INTRODUCCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS EN LA AGRICULTURA: EVALUACIÓN Y CRITERÍOS DE DECISIÓN	22-26 Nov. 99	Zaragoza	IAMZ
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	7-18 Feb. 00	Barcelona	IAMZ/IRTA
	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE MEJORA DE ESPECIES LEÑOSAS FRUTALES Y FORESTALES: ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y GENÉTICOS	6-10 Mar. 00	Zaragoza	IAMZ
	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE SELECCIÓN Y MEJORA DE ESPECIES LEÑOSAS FRUTALES Y FORESTALES: DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13-17 Mar. 00	Zaragoza	IAMZ
	CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS PROTEGIDOS	5-16 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACIÓN	19-30 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	8-12 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ/FAO
	TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL	15-26 Mar. 99	León	IAMZ/Univ. León
	PASTORALISMO Y DESARROLLO EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS MEDITERRÁNEAS	22 Mar./ 3 Abr. 99	Rabat	IAMM-IAMZ/ IAV Hassam II
	APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA NIRS EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS AGRARIOS	12-16 Abr. 99	Zaragoza	IAMZ/UCO
	DIVERSIFICACIÓN DE ESPECIES DE PECES EN LA ACUICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA	24-28 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*PRODUCCIÓN ANIMAL	4 Oct. 99/ 9 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
	*ACUICULTURA	10 Ene./ 30 Jun. 00	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO	10-19 Abr. 00	Surgères	IAMZ/ENILIA

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	RÍOS Y RIBERAS DE RÉGIMEN MEDITERRÁNEO Y SU GESTIÓN	21 Sep./ 2 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	ARBUSTOS FORRAJEROS: SU PAPEL EN EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS MEDITERRÁNEAS	28 Sep./ 9 Oct. 98	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	*ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	5 Oct. 98/ 11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	15-26 Mar. 99	Zaragoza	IAMZ
	DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES	18-29 Oct. 99	Zaragoza	IAMZ/MIMAM/FAO
	USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	8-12 Nov. 99	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES ACUÍCOLAS EN EL MEDITERRÁNEO	17-21 Ene. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	ESTRATEGIAS DE REPOBLACIÓN FORESTAL EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	7-18 Feb. 00	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS EN EL MEDITERRÁNEO	27-31 Mar. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO
	TURISMO EN ZONAS RURALES: ESTRATEGIAS Y PROMOCIÓN	3-7 Abr. 00	Zaragoza	IAMZ
	ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES: MÉTODOS DE MEDIDA Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN	8-19 Mayo 00	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	GESTIÓN DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACIÓN EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	9-20 Nov. 98	Zaragoza	IAMZ
	COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MAR: TENDENCIAS Y RETOS	14-18 Dic. 98	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LOS CANALES DE DISTRIBUCIÓN ALIMENTARIA	11-22 Ene. 99	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	22-26 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ/OMC
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	26 Abr./ 7 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	4 Oct. 99/ 9 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ

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

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 98-99; 00-01; 02-03
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 99-00; 01-02; 03-04
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 99-00; 01-02; 03-04
- ACUICULTURA: 99-00; 01-02; 03-04
- ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 98-99; 00-01; 02-03
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 99-00; 01-02; 03-04

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal, Marketing Agroalimentario y Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Mayo 1999. El plazo de inscripción para el curso de Acuicultura finaliza el 30 de Junio 1999. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal y Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente finaliza el 15 de Mayo 2000.

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.

En la página Web se proporciona información sobre los cursos programados y se facilita el formulario de inscripción: http://www.iamz.ciheam.org

Para mayor información dirigirse a: Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza
Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 57 60 13 - Fax 976 57 63 77
e-mail: iamz@iamz.ciheam.org - Web 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.° ..... 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.° .....

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 XXXI (2000), Vol. 96A N.° 1

ÍNDICE

Página

R. QUINTANILLA, J. PIEDRAFITA.- Efectos maternos en el peso al destete del ganado vacuno de carne: una revisión 7

M. SÁNCHEZ, C. GOÑI, I. MARAÑÓN, S. MARTÍN.- Diferencias en las preferencias entre los consumidores de carne de vacuno etiquetada y no etiquetada 40

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 56

S. ALMERÍA, M.M. LLORENTE, J. URIARTE.- Caracterización de las poblaciónes de nematodos gastrointestinales adquiridas por terneros durante el pastoreo de áreas de montaña 67

A. FERNÁNDEZ, L. SILIÓ, M.C. RODRÍGUEZ.- Análisis genético del crecimiento en montanera de cerdos ibéricos 77