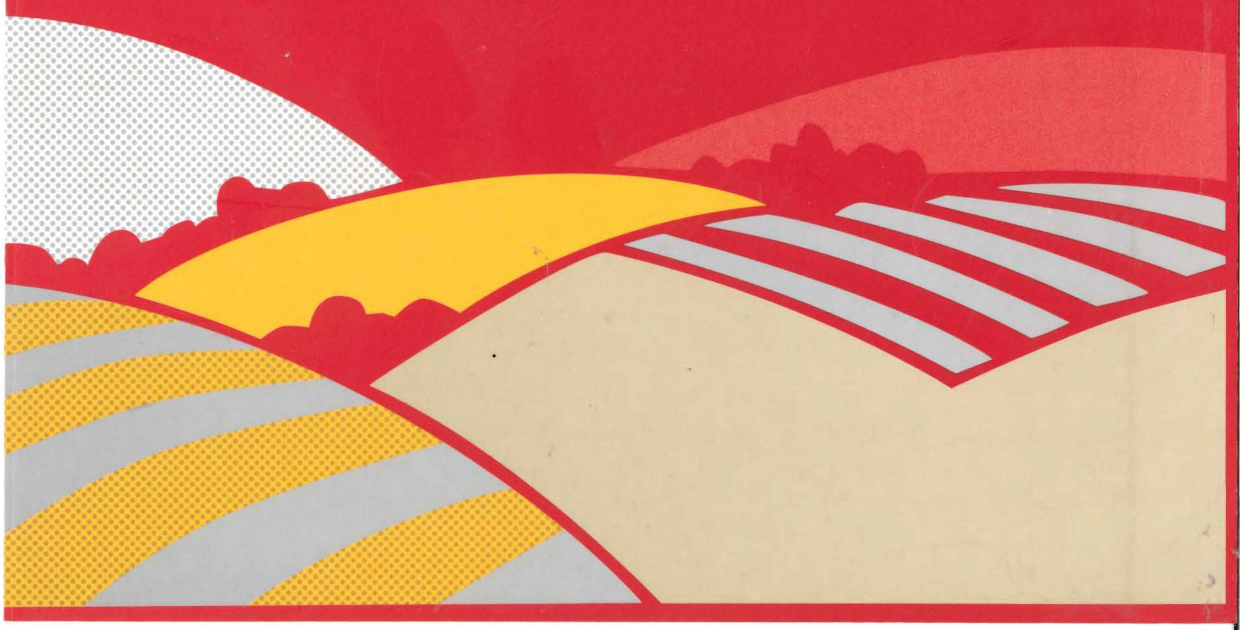
ISSN: 1130-6009

ITEA

PRODUCCIÓN ANIMAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

2001 – Vol. 97A N.º 3



I T E A

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

2001 - AÑO XXXII Vol. 97A N.º 3	**DIRECCIÓN Y REDACCIÓN** Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA) Tel.: 34-976 576311 Fax.: 34-976 575501 E-mail: enotivol@aragob.es andreu@eead.csic.es cmmarin@aragob.es	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INO Reproducciones, S.A. Polígono Miguel Servet, nave 13 50013 Zaragoza

COMITÉ DE REDACCIÓN

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

JUNTA DIRECTIVA DE A.I.D.A.

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

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 2002 se publicarán los volúmenes 98A y 98V correspondientes a las series Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 2002 será de 24 € para una serie y de 33 € para las dos series.

Se acepta el intercambio con otras revistas.

ITEA. Apartado 727. 50080 Zaragoza (ESPAÑA)

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 3, 151-164

ESTUDIO COMPARATIVO DEL DESPIECE, DISECCIÓN Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS MUSCULARES DE LAS CANALES DE LAS RAZAS –CHURRA, CASTELLANA Y OJALADA– AMPARADAS POR LA INDICACIÓN GEOGRÁFICA PROTEGIDA LECHAZO DE CASTILLA Y LEÓN

Elena Miguélez Alija*, José María Zumalacárregui Rodríguez*, Miguel Ángel Chinchetru Manero, Javier Mateo Oyagüe*,[1]**

* Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Campus Vegazana s/n, 24071 León, España

** Departamento de Bioquímica y Biología Celular, Facultad de Veterinaria, Campus Vegazana s/n, 24071 León, España

RESUMEN

En el presente trabajo se han estudiado medias canales de lechazos amparadas por la Indicación Geográfica Protegida 'Lechazo de Castilla y León', pertenecientes a las distintas razas autorizadas: Churra, Castellana y Ojalada. Las medias canales han sido medidas: peso media canal, profundidad de tórax, longitud interna, longitud de la pierna; despiezadas: pierna, espalda, costillar, cuello y bajos; y la espalda y la pierna fueron disecadas, determinándose la composición regional y tisular. También se han determinado parámetros fisicoquímicos musculares: pH y contenido en mioglobina. Se han observado diferencias significativas entre las distintas razas en bastantes de las determinaciones realizadas (peso de la media canal fría, ciertas medidas morfométricas, % del despiece, tejidos disecados, pH y contenido en mioglobina) y, en unos pocos casos entre sexos. Igualmente, se presentan tablas con las correlaciones entre diversos parámetros estudiados.

Palabras clave: Lechazo, Despiece, Disección, Color, pH, Indicación, Geográfica.

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY ON CARCASSES FROM THE PROTECTED GEOGRAPHICAL INDICATION 'LECHAZO DE CASTILLA Y LEÓN' INCLUDING THE THREE BREEDS: 'CHURRA, CASTELLANA Y OJALADA': MEASUREMENTS, DISSECTION AND PHYSICAL AND CHEMICAL MUSCULAR PARAMETERS

In the present work, half carcasses of lambs belonging to the Protected Geographical Indication 'Lechazo de Castilla y León', from the three different authorized breeds: 'Churra, Castellana and Ojalada' have been studied. The half carcasses were measured: carcass

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia. dhtjmo@isidoro.unileon.es

weight, chest depth, side length, leg length; anatomical joints were obtaining: pelvic limb, thoracic limb, loin, neck, and distal abdominal and thoracic region; joints were dissected: thoracic and pelvic limbs, obtaining muscle or loin, fat, and bone and other tissues. Also, physical and chemical muscular parameters were determined: pH and mioglobin content. Significant differences between breeds were observed in some determinations (half carcass weight and lengths, anatomical joints percents, tissues percents, pH and mioglobin content) and also between sex in few determinations. Moreover, tables with correlations between variables are presented.

Key words: Lamb, Joints, Dissection, Colour, pH, Geographical, Indication.

Introducción

Castilla y León cuenta con la mayor cabaña de ganado ovino de España, que fue aproximadamente de 5,5 millones de cabezas en 1998 (datos proporcionados por la Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León). Su sistema de producción es eminentemente extensivo y semiextensivo.

El volumen de animales sacrificados 1996 fue de 2,5 millones, generando aproximadamente 27.000 Tm de carne (datos procedentes de la Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León). De los animales sacrificados el 65-70% corresponde a corderos lechales de 5 a 7 kg de peso canal (información obtenida de la Indicación Geográfica Protegida Lechazo de Castilla y León, 1998).

En el B.O.C. y L. (ANÓNIMO, 1997) fue publicada la marca de calidad 'Indicación Geográfica Protegida (IGP) Lechazo de Castilla y León', de acuerdo a lo establecido en el Reglamento CEE 2081/92 (ANÓNIMO, 1992) relativo a la protección de las indicaciones geográficas y denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

En dicha IGP se incluyen lechazos de las tres razas autóctonas de la mencionada Autonomía: Churra, Castellana y Ojalada, así como los cruces entre éstas, cuyas zonas de producción comprenden una serie de municipios pertenecientes a las 9 provincias de la Comunidad Autónoma, entre las que destacan cuantitativamente Burgos, Palencia y Valladolid.

Los corderos lechales amparados por la IGP son sacrificados en mataderos registrados por la misma, dentro de la Comunidad de Castilla y León, siguiendo los procedimientos contemplados en el reglamento de la IGP y la legislación sanitaria vigente. Dichos lechazos se sacrifican con un peso vivo entre 9 y 12 kg y edad inferior a 35 días, estando comprendido el peso de la canal entre 4,5 y 7 kg, cuando se presenta sin cabeza ni asadura y de 5,5 a 8 kg cuando ambas van incluidas. En cualquier caso, la canal se presenta cubierta con el epiplón.

Como características definidas de calidad, la grasa externa de la canal ha de ser de color blanco céreo y la grasa renal cubrirá más de la mitad de la superficie de los riñones. La carne será de color blanco nacarado o rosa pálido, muy tierna y de gran jugosidad, de escasa infiltración grasa intramuscular y de textura muy suave. Asimismo, habrá ausencia de defectos en la canal como traumatismos, hematomas o defectos en el faenado.

En cuanto a la comercialización, las canales serán comercializadas antes de los 8 días

siguientes al sacrificio. Las canales se identifican con un marchamo flexible resistente al calor con el logotipo y número de identificación impreso y la fecha de sacrificio. El marchamo se coloca en el tercio distal de las extremidades de cada cuarto en los que se divide. Las canales amparadas tienen un precio más elevado en el mercado, de dicho sobreprecio se beneficia toda la cadena productiva. Al ganadero se le paga en vivo unas 40 pesetas/kg más que cualquier otro lechazo no protegido, el precio en vivo en 1998 fue de 700 pesetas/kg. No existen diferencias en el sobre-precio entre razas o sexos (información obtenida de la IGP).

El volumen de sacrificio de 'Lechazo de Castilla y León' en el año 1999 fue de unas 30.000 cabezas, siendo las canales obtenidas de la raza Churra las predominantes, siguiendo las de Castellana, después los cruces y finalmente la Ojalada (información obtenida de la IGP).

En el presente trabajo, con el fin de establecer diversos parámetros que contribuyan a la tipificación del Lechazo de Castilla y León, se han determinado el peso de la media canal y longitudes de la misma, el porcentaje de los distintos cortes comerciales con respecto al peso de la media canal, la composición corporal –de espalda y pierna– y algunos parámetros físico-químicos musculares –pH y color– en las tres razas.

Materiales y métodos

Se estudiaron 81 medias canales procedentes de mataderos autorizados y amparadas por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) Lechazo de Castilla y León. Un total de 46 medias canales (21 hembras y 25 machos) pertenecían a la raza Churra, 20 medias canales (8 hembras y 12 machos) a la raza Castellana y 15 (8 hembras y 7 machos) a la raza Ojalada. Indistintamente se emplearon medias canales derechas o izquierdas y de animales machos o hembras. Ninguna de las medias canales llevaba cabeza ni asadura.

A la llegada de las medias canales a la planta piloto, entre las 36 y 48 horas posteriores al sacrificio, se procedió a la determinación del pH en el músculo semimembranoso, mediante electrodo de punción, y a la medida de las dimensiones de la media canal: profundidad del tórax (Th), longitud interna (L) y longitud de la pierna (F) (COLOMER-ROCHER y col., 1988). Acto seguido, con el fin de realizar el despiece normalizado (COLOMER-ROCHER y col., 1988) se separó la cola, entre la última vértebra sacra y primera coxígea, y el epiplón, pesando las tres partes obtenidas, cola, epiplón y media canal. De acuerdo con las normas del despiece se obtuvieron de la media canal las siguientes piezas: la espalda, la falda o bajos, la pierna, el cuello y el costillar –la pierna incluyó la última vértebra lumbar y el chuletero la última vértebra cervical–. Los porcentajes de las distintas piezas se han referido a la suma total de las mismas, que constituyó el peso de la media canal corregida.

Posteriormente, de las piezas de la canal correspondientes se eliminaron el timo y los músculos asociados con los órganos genitales, y además se separó la grasa perirrenal, la grasa pélvica y el riñón, anotándose los pesos de estos tres últimos, de acuerdo a las directrices previas a la disección de COLOMER-ROCHER y col. (1988). Entonces se procedió a la disección de la pierna y espalda así preparadas de acuerdo al procedimiento de FISHER y de BOER (1994), llevando a cabo la separación con cuchillo de la grasa subcutánea, los músculos y posteriormente la grasa intermuscular. La grasa subcutánea e intermuscular se pesaron juntas. Los ganglios linfáticos y hemolinfáticos y los grandes tendones y nervios se pesaron con los

huesos –que llevaban el perióstio– y los cartílagos, considerándose como desechos. Los porcentajes de grasa intermuscular y subcutánea, de músculo y de huesos más desechos se han referido a la suma total de estos tejidos, suma que constituye el peso de la pieza corregida.

Con el resto de las piezas: costillar, bajos y cuello, se procedió a la separación del hueso con cuchillo, al corte de la carne con grasa en trozos de aproximadamente 1 cm^3 y separación de la grasa visible de dichos trozos, obteniendo hueso, carne magra y grasa. Posteriormente, se mezclaron y homogeneizaron por separado la carne magra y la grasa obtenidas de todas las piezas de la media canal, y sobre la mezcla carne magra se determinaron el valor de pH (ANÓNIMO, 1979) y el contenido en pigmentos (HORNSEY, 1956).

Todas las operaciones descritas anteriormente se llevaron a cabo entre las 36-72 horas posteriores al sacrificio. Las canales se mantuvieron a temperatura de refrigeración desde el momento del sacrificio hasta su despiece y disección.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el Análisis de Varianza con dos factores de agrupamiento la raza y el sexo y covariando para el peso de la media canal sin rabo ni epiplón. Cuando el efecto de la raza fue significativo, se compararon las medias de cada raza dos a dos, y cuando el efecto del sexo fue significativo, se buscaron diferencias significativas dentro de cada raza. Por otra parte se llevaron a cabo correlaciones lineales simples entre distintos parámetros. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa '*STATISTICA for Windows*' (STATSOFT, Inc., 1996).

Resultados y discusión

Canal

El peso de la media canal fría sin cola ni epiplón (PMCF), el peso de la cola y el peso y porcentaje del epiplón de las distintas razas y del total de las medias canales estudiadas figura en el cuadro 1. Se encontraron

Cuadro 1. Peso (g) de la media canal fría sin cola ni epiplón (PMCF), de la cola y del epiplón (valores medios y desviación estándar) de las distintas razas acogidas en la IGP 'Lechazo de Castilla y León' y del total de las medias canales

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
PMCF***	2.544 ± 238[b]	2.787 ± 180[a]	2.649 ± 147[a,b]	2.623 ± 232
Cola[x]	59,5 ± 16,3	53,2 ± 11,8	58,0 ± 13,0	56,9 ± 14,2
Epiplón media canal	32,9 ± 15,6	38,7 ± 11,8	33,1 ± 11,4	34,4 ± 14,1
% Epiplón	1,2 ± 0,5	1,4 ± 0,4	1,2 ± 0,4	1,3 ± 0,5

n: Número de medias canales.

(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza. (*) $p < 0.05$. (**) $p < 0,01$. (***) $p < 0.005$.

([a,b,c]) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

([x]) Número de medias canales con cola: Churra: 21, Castellana: 17, Ojalada: 8, Total: 46.

diferencias significativas en el PMCF entre razas, observándose el valor más elevado en la Castellana y el menor en la Churra, estando la Ojalada en una posición intermedia. Por el contrario, no se encontraron diferencias en el peso de la cola, en el del epiplón, ni en el porcentaje del mismo. Sin embargo, el epiplón resultó ser más pesado en las medias canales procedentes de hembras de la IGP, que en las de los machos, encontrándose diferencias significativas (cuadro 1).

En un estudio anterior, SÁNCHEZ y col. (1998) obtuvieron un peso medio para la canal de lechazo Churro con denominación de origen de 5.507 g.

En relación a las medidas morfométricas de las medias canales (cuadro 2) se observaron diferencias significativas entre razas en valor L, siendo la media canal de la Castellana más corta que la de las otras razas. Igualmente, el cociente PMCF/L, utilizado como índice de la compacidad de la canal, fue mayor en las raza Castellana. También, la relación Th/L mostró diferencias significativas entre razas. En este sentido la raza Castellana presentó mayor profundidad de tórax por unidad de longitud interna que la Churra y la Ojalada, existiendo diferencias significativas entre la primera y la última. Todos estos datos indican la mayor compacidad de las canales de raza Castellana con respecto a las razas autorizadas por la IGP.

Los resultados encontrados en lechazo Churro concuerdan con las medidas de profundidad de tórax y longitud interna realizadas por SÁNCHEZ y col. (1998) en esta misma raza.

Por otra parte, se encontró que las canales de la IGP procedentes de animales machos fueron ligeramente más cortas y compactas que las de las hembras ($P < 0,05$).

Por último, las distintas medidas morfométricas estuvieron muy poco correlacionadas entre sí (cuadro 3).

Despiece

En el cuadro 4 se muestran los resultados obtenidos del despiece de las medias cana-

Cuadro 2. Medidas morfométricas (cm) y sus cocientes (valores medios y desviación estándar), obtenidos de la media canal fría de las distintas razas acogidas en la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
Profundidad tórax (Th)	18,1 ± 0,9	18,4 ± 0,8	17,8 ± 0,5	18,1 ± 0,8
Longitud interna (L) ***	42,1 ± 1,6^{a}	41,5 ± 1,5^{b}	42,2 ± 1,5^{a}	41,9 ± 1,6
Longitud pierna (F)	25,2 ± 1,3	25,5 ± 1,07	24,7 ± 1,6	25,2 ± 1,3
Relación (PMCF/L) ***	60,5 ± 4,6^{b}	67,2 ± 4,0^{a}	62,8 ± 3,4^{b}	62,7 ± 5.0
Relación (Th/L) *	0,43 ± 0,02^{ab}	0,44 ± 0,02^{a}	0,42 ± 0,01^{b}	0,43 ± 0,02

n: Número de medias canales.

(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza. (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.

(^{a,b,c}) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 3. Correlación lineal (R) entre las medidas morfométricas de la media canal de las tres razas acogidas a la IGP 'Lechazo de Castilla y León'

	Churra (n = 46)			Castellana (n = 20)			Ojalada (n = 15)		
	Th	L	F	Th	L	F	Th	L	F
Profundidad tórax (Th)	1,000	0,382*	0,137	1,000	0,010	0,271	1,000	0,467	0,148
Longitud interna (L)		1,000	0,051		1,000	0,511*		1,000	0,402
Longitud pierna (F)			1,000			1,000			1,000

n: Número de medias canales.
(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.

Cuadro 4. Correlación lineal (R) entre las medidas morfométricas de la media canal de las tres razas acogidas a la IGP 'Lechazo de Castilla y León'

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
% Espalda***	$22,2 \pm 1,8^{a}$	$20,9 \pm 1,2^{b}$	$19,9 \pm 1,0^{c}$	$21,4 \pm 1,8$
% Bajos***	$9,7 \pm 1,4^{b}$	$11,6 \pm 0,9^{a}$	$9,9 \pm 0,8^{b}$	$10,2 \pm 1,5$
% Pierna*	$33,7 \pm 1,4^{b}$	$34,2 \pm 0,8^{a}$	$33,7 \pm 1,0^{ab}$	$33,8 \pm 1,2$
% Cuello	$7,0 \pm 1,6$	$6,7 \pm 1,1$	$7,5 \pm 0,8$	$7,0 \pm 1,4$
% Costillar*	$27,5 \pm 2,5^{ab}$	$26,7 \pm 1,4^{a}$	$28,9 \pm 2,0^{b}$	$27,6 \pm 2,3$

n: Número de medias canales.
(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.
(^{a,b,c}) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

les. La espalda de los lechazos pesó por término medio entre 500 y 600 g. Esta pieza representó aproximadamente el 20-22% de la suma de los pesos de las piezas obtenidas. La espalda supuso un mayor porcentaje en la raza Churra, seguido de la Castellana y finalmente la Ojalada.

El peso y porcentaje de los bajos en la raza Castellana fue mayor que en las otras dos razas, existiendo diferencias significativas. Esta diferencia corrobora la mayor relación Th/L de la raza Castellana, mostrada cuando se trató sobre las medidas morfométricas. Por otra parte, se observó una interacción significativa entre la raza y el sexo, debido a que dentro de cada raza el efecto del sexo fue diferente. En este sentido, los machos de Castellana tuvieron mayor peso y porcentaje de los bajos que las hembras; sin embargo en la Churra ocurrió al revés y en la Ojalada no se observaron diferencias.

El peso de la pierna y el porcentaje de la misma en la raza Castellana fueron significativamente mayores que en la Churra, estando la Ojalada en posición intermedia.

El cuello fue la pieza de menor peso de todas las obtenidas. El porcentaje de cuello fue bastante variable y no presentó diferencias significativas entre razas. Esta variación es probable que se deba en cierta medida a las variaciones en el peso del timo presente en el cuello.

El peso medio del costillar, que incluyó el riñón y la grasa perirrenal, y el % respecto la suma de las piezas fue de mayor a menor en las razas Ojalada, Churra y Castellana, existiendo diferencias significativas en cuanto al peso y porcentaje entre la primera y la última.

Los porcentajes de las distintas piezas encontrados en este trabajo en el lechazo Churro coinciden prácticamente con los obtenidos por DELFA y col. (1992). Solamente, como pequeña discrepancia se observa que en el trabajo de Delfa el % de pierna supera en 0,9% el límite superior del intervalo de confianza obtenido en este estudio.

El chuletero o costillar se vende al público con el precio más elevado (categoría Extra), la espalda y la pierna tienen un precio intermedio (categoría 1ªB y 2ªB, respectivamente) y el cuello y los bajos tienen el precio inferior (categoría 3ª) (ANÓNIMO, 1987). En este sentido, la raza Ojalada fue la que mostró mayor proporción de carne Extra, significativamente superior a Castellana, que fue la de menor proporción (cuadro 5). Por su parte, la Churra y la Castellana presentaron mayor porcentaje de 1ªB+2ªB que la Ojalada. Y la Castellana fue la raza con más porcentaje de tercera, seguido de la Ojalada y la Churra, existiendo diferencias significativas entre la primera y la última.

Cuadro 5. Proporción de las distintas categorías comerciales en la canal corregida y relaciones entre las mismas (valores medios y desviación estándar) de las distintas razas acogidas en la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

Raza Categorías[x]	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
% Extra (E)*	27,5 ± 2,5^{ab}	26,7 ± 1,4^{a}	28,9 ± 2,0^{b}	27,6 ± 2,3
% Primera B (1ªB) + Segunda B (2ªB)*	55,8 ± 2,6^{a}	55,0 ± 1,4^{a}	53,6 ± 1,4^{b}	55,2 ± 2,3
% Tercera (3ª)*	16,6 ± 1,6^{b}	18,3 ± 1,2^{a}	17,5 ± 1,1^{ab}	17,2 ± 1,6
E/1ªB+2ªB**	0,47 ± 0,06^{b}	0,46 ± 0,04^{b}	0,52 ± 0,05^{a}	0,48 ± 0,06
E/3ª*	1,6 ± 0,2^{a}	1,4 ± 0,1^{b}	1,6 ± 0,2^{a}	1,5 ± 0,2
1ªB+2ªB/3ª**	3,4 ± 0,4^{a}	3,0 ± 0,2^{b}	3,1 ± 0,2^{b}	3,2 ± 0,4

([x]) Categorías: Extra: chuletero; Primera B: pierna entera; Segunda B: espalda entera; Tercera: Bajos y cuellos. (ANÓNIMO, 1987)

n: Número de medias canales.

(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.

([a,b,c]) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 6. Correlación (R) entre los pesos de las piezas de la media canal y entre dichos pesos y las medidas morfométricas en las tres razas acogidas a la IGP 'Lechazo de Castilla y León'

			Churra (n = 46)		
	ES	BA	PI	CU	CO
Espalda (Es)	1,000	0,666***	0,723***	–0,13	0,169
Bajos (Ba)		1,000	0,673***	–0,05	0,241
Pierna (Pi)			1,000	0,116	0,511***
Cuello (Cu)				1,000	0,398**
Costillar (Co)					1,000
Profundidad tórax (Th)	0,347*	0,238	0,429***	0,121	0,464*
Longitud interna (L)	0,482**	0,560***	0,556***	0,077	0,438***
Longitud pierna (F)	0,010	–0,250	0,166	0,454***	0,276
			Castellana (n = 20)		
	ES	BA	PI	CU	CO
Espalda (Es)	1,000	0,714***	0,655**	0,149	0,426
Bajos (Ba)		1,000	0,652***	0,182	0,449*
Pierna (Pi)			1,000	0,557**	0,787***
Cuello (Cu)				1,000	0,434
Costillar (Co)					1,000
Profundidad tórax (Th)	0,193	0,464*	0,574*	0,223	0,637***
Longitud interna (L)	0,364	0,177	0,446**	0,145	0,395
Longitud pierna (F)	0,344	0,354	0,199	–0,261	–0,022
			Ojalada (n = 15)		
	ES	BA	PI	CU	CO
Espalda (Es)	1,000	0,402	0,623*	0,296	0,066
Bajos (Ba)		1,000	0,578*	0,078	0,101
Pierna (Pi)			1,000	0,219	0,328
Cuello (Cu)				1,000	0,480
Costillar (Co)					1,000
Profundidad tórax (Th)	0,060	0,380	0,215	0,066	0,106
Longitud interna (L)	0,09	0,154	0,206	–0,460	0,701***
Longitud pierna (F)	0,212	–0,061	–0,124	–0,138	0,297

n: Número de medias canales.

(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.

En cuanto a las relaciones entre las distintas categorías comerciales, el cociente Extra/1ªB+2ªB fue significativamente mayor en la Ojalada que en las otras dos razas. El cociente Extra/3ª fue mayor en las razas Churra y Ojalada que en la Castellana. Y la mayor relación 1ªB+2ªB/tercera correspondió a la Churra seguido de la Ojalada y Castellana (cuadro 5).

La correlación entre el peso de las distintas piezas entre sí, entre el peso de las piezas y las medidas morfométricas, y entre los porcentajes del despiece y los cocientes de las medidas morfométricas en las tres razas acogidas a la IGP 'Lechazo de Castilla y León' se muestra en al cuadro 6.

Disección

El proceso de disección incluyó como paso preliminar la separación del riñón y grasa cavitaria –perirrenal y pélvica–. No se observaron diferencias significativas en el porcentaje del primero ni en el peso y porcentaje de la segunda (cuadro 7).

En relación a los tejidos muscular y graso de la espalda, la raza Castellana presentó un valor más elevado en el porcentaje de músculo y menor en el de grasa que las otras dos razas, existiendo diferencias acusadas (cuadro 8). El mayor porcentaje de grasa en la espalda correspondió a la raza Churra. Comparando los resultados de disección de la

Cuadro 7. Porcentaje del riñon y de la grasa cavitaria –perirrenal y pélvica– respecto a la media canal corregida; porcentajes de los distintos tejidos obtenidos por disección de la espalda y de la pierna (valores medios y desviación estándar), en las distintas razas acogidas a la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
% Riñón	1,09 ± 0,14	1,00 ± 0,11	1,00 ± 0,18	1,05 ± 0,15
% Grasa cavitaria	3,01 ± 0,92	3,08 ± 0,61	3,32 ± 1,26	3,08 ± 0,92
Espalda				
% H + D	28,7 ± 1,8	28,2 ± 1,8	29,0 ± 1,9	28,7 ± 1,8
% Músculo***	56,5 ± 2,2^{b}	59,8 ± 2,2^{a}	57,0 ± 2,9^{b}	57,4 ± 2,7
% Grasa***	14,8 ± 2,5^{a}	12,0 ± 1,9^{c}	13,9 ± 2,5^{b}	14,0 ± 2,6
Pierna				
% H + D***	29,0 ± 1,7^{a}	28,4 ± 1,1^{a}	26,9 ± 1,7^{b}	28,5 ± 1,7
% Músculo**	59,5 ± 2,1^{b}	60,7 ± 1,4^{a}	61,0 ± 1,7^{a}	60,1 ± 1,9
% Grasa*	11,5 ± 1,9^{a}	10,9 ± 1,5^{b}	12,1 ± 1,6^{a}	11,5 ± 1,8

n: Número de medias canales.
H + D: Huesos más desechos.
(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.
(^{a,b,c}) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

espalda de la raza Churra encontrados en este trabajo y los mostrados por SÁNCHEZ y col. (1998), se observa coincidencia en cuanto a porcentaje de músculo, sin embargo hubo ligeras diferencias en la cantidad de grasa y H+D. Estas podrían deberse a la diferente metodología de despiece normalizado.

Por otra parte, se observaron diferencias entre sexos solamente en el peso y porcentaje de H+D de la espalda a favor de los machos ($p < 0,05$). En este sentido, han sido varios los autores que han encontrado un mayor peso de los huesos en canales de machos que de hembras (citas de CASTRILLO, 1975, PÉREZ y col. 1993).

El cuadro 7 muestra los pesos y porcentajes de los tejidos de la pierna de las medias canales de lechazos amparados por la IGP, agrupados por razas y sexos. La raza Ojalada fue la que menor peso y porcentaje de H+D presentó. El porcentaje de músculo fue significativamente mayor en las razas Ojalada y Castellana, que presentaron un valor muy similar, que en la Churra. Por su parte, el % de la grasa, que fue muy variable aunque fueron las piernas de las canales de Castellana las menos grasas.

Entre los dos sexos, al igual que en el caso de la espalda, sólo hubo diferencias ($p < 0,005$) en el peso y porcentaje de H+D a favor de los machos.

Los resultados de disección de la pierna obtenidos por SÁNCHEZ y col. (1998) y los de este trabajo en raza Churra fueron coincidentes.

Cuadro 8. Relaciones entre los pesos de los distintos tejidos de las piezas diseccionadas (valores medios y desviación estándar) de las distintas razas acogidas a la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
Espalda				
Relación Mu/H+D***	$2,0 \pm 0,2^{b}$	$2,1 \pm 0,2^{a}$	$2,0 \pm 0,2^{b}$	$2,0 \pm 0,2$
Relación Mu+G/H+D	$2,5 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
Relación Mu/G***	$3,9 \pm 0,8^{c}$	$5,1 \pm 1,3^{a}$	$4,3 \pm 1,1^{b}$	$4,3 \pm 1,1$
Relación G/H+D*	$0,5 \pm 0,1^{a}$	$0,4 \pm 0,1^{b}$	$0,5 \pm 0,1^{a}$	$0,5 \pm 0,1$
Pierna				
Relación Mu/H+D***	$2,1 \pm 0,2^{b}$	$2,1 \pm 0,1^{b}$	$2,3 \pm 0,2^{a}$	$2,1 \pm 0,2$
Relación Mu+G/H***	$2,5 \pm 0,2^{b}$	$2,5 \pm 0,1^{b}$	$2,7 \pm 0,3^{a}$	$2,5 \pm 0,2$
Relación Mu/G*	$5,3 \pm 1,0^{b}$	$5,6 \pm 0,9^{a}$	$5,2 \pm 0,8^{b}$	$5,4 \pm 1,0$
Relación G/H+D***	$0,4 \pm 0,1^{b}$	$0,4 \pm 0,1^{b}$	$0,4 \pm 0,1^{a}$	$0,4 \pm 0,1$

n: Número de medias canales.
MU: peso del músculo. H+D: peso de los huesos + desechos.
H+D: Huesos más desechos.
(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.
(^{a,b,c}) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 9. Correlación lineal (R) entre los porcentajes de los distintos tejidos de la espalda y de la pierna, entre el porcentaje de la grasa de la espalda y el de la pierna y el peso de la media canal sin rabo ni epiplón (PMCF), entre el porcentaje de músculo de la espalda y de la pierna y el peso de la de la media canal sin rabo ni epiplón, y entre el porcentaje de la grasa de la espalda y de la pierna y el porcentaje de la grasa pélvica y renal, de las distintas razas acogidas a la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
% H+D espalda *vs* % H+D pierna	0,126	0,204	0,286	0,124
% músculo espalda *vs* % músculo pierna	0,646***	0,350	0,440	0,544***
% grasa[a] espalda *vs* % grasa pierna	0,634***	0,325	0,587*	0,561***
% grasa[a] espalda *vs* PMCF	0,436**	0,433	0,351	0,141
% grasa[a] pierna *vs* PMCF	0,468**	0,010	0,457	0,288**
% músculo espalda *vs* PMCF	–0,211	–0,505*	–0,594*	0,021
% músculo pierna *vs* PMCF	–0,122	0,087	–0,170	0,042
% grasa[a] pierna y espalda *vs* % grasa cavitaria	0,295*	0,425	0,099	0,240*

n: Número de muestras.
([a]) Grasa intermuscular y subcutánea.
(*) Nivel de significación de la correlación lineal, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ***$p < 0,005$.

Existe un trabajo de disección completa de medias canales de lechazo de raza Churra de 5 kg de peso canal (CASTRILLO, 1975), pero éste no ofrece datos de la disección de las piezas por separado. En dicho estudio se encontraron porcentajes de hueso, músculo y grasa de 21,3, 63,8 y 14,8%, respectivamente.

Comparando las dos piezas disecadas en el conjunto de lechazos de la IGP, la pierna tuvo un 2,5% más de músculo que la espalda, un 2,5% menos de grasa, ambas con diferencias significativas ($p < 0,005$), y un porcentaje similar en el porcentaje de H+D.

El cuadro 8 contiene los cocientes entre los pesos de los distintos tejidos dentro de cada una de las dos piezas estudiadas, espalda y pierna, en las distintas razas de lechazo y en el total de lechazos de la IGP. La mayores relaciones 'músculo/H+D' y 'músculo/grasa' en la espalda se obtuvieron en la raza Castellana. Sin embargo, en la pierna la raza Ojalada fue la de mayor cociente 'músculo/H+D' y de nuevo la Castellana la de mayor cociente 'músculo/grasa'. Y en general, fue la raza Castellana la que presentó menor cantidad de grasa por cantidad de H+D.

El valor de estos cocientes difieren de los encontrados por APARICIO y col. (1986) en lechazos de raza Merina, con mayor relación 'músculo/hueso' –cercana a 3– y 'músculo/grasa' –entre 8 y 12– en espalda y pierna. Estas diferencias se pueden explicar no sólo por ser diferente raza sino también por la distinta metodología empleada en el despiece y disección.

Por otra parte, se observaron algunas diferencias significativas entre sexos. Tanto en espalda como en pierna la relación 'músculo+grasa/H+D' fue entre 1 y 2 décimas superior en las hembras que en los machos. También la relación 'músculo/H+D' de la espalda fue superior en las hembras que en

los machos. Este hecho se explicaría por la mayor cantidad de hueso en canales procedentes de machos que de hembras, anteriormente comentada.

En el cuadro 9 se muestran los coeficientes de correlación lineal encontrados al correlacionar los porcentajes de los distintos tejidos entre la espalda y la pierna. Igualmente se muestran los coeficientes de correlación entre el % de grasa y el % de músculo de la espalda y de la pierna y el peso de la media canal fría sin rabo ni epiplón. También figuran los resultados de la correlación entre el % de grasa de espalda y pierna y el % de grasa cavitaria, de las distintas razas acogidas a la IGP Lechazo de Castilla y León. Se observó una correlación positiva significativa entre los porcentajes de músculo y grasa de ambas piezas. Igualmente, existió cierta correlación entre el porcentaje de la grasa subcutánea e intermuscular de espalda y pierna y el peso de la media canal, pero fue muy débil. Por lo tanto el grado de engrasamiento subcutáneo e intramuscular depende en cierta medida del peso de la canal. Sin embargo, el porcentaje de músculo prácticamente no está correlacionado con el peso de la media canal. Por otra parte, el % de grasa intermuscular y subcutánea de la pierna y la espalda presentó muy poca correlación con el % de grasa cavitaria.

Valor de pH y pigmentos

En el cuadro 10 se muestran los valores de pH del músculo semimembranoso y de la mezcla de carne obtenida de la media canal. Hubo diferencias significativas entre razas. La raza Churra tuvo mayor valor de pH en el músculo semimembranoso que la Ojalada, mostrando diferencias significativas, y en el medio se situó el valor de pH de la Castellana. Otro autor, HORCADA (1996) también encontró diferencias significativas en el pH, en este caso de *L. dorsi*, entre distintas razas de corderos, Lacha y Rasa Aragonesa, aunque a partir de los 24 kg de peso vivo, y no antes. MARTÍNEZ y BURGOS (1976) obtuvieron un valor de pH en el músculo semimembranoso de lechazo Churro de 5,77 ± 0,16, similar al observado en este trabajo.

Cuadro 10. Relaciones entre los pesos de los distintos tejidos de las piezas diseccionadas (valores medios y desviación estándar) de las distintas razas acogidas a la IGP Lechazo de Castilla y León y del total de las medias canales

Raza	Churra (n = 46)	Castellana (n = 20)	Ojalada (n = 15)	Total IGP (n = 81)
–pH SM*	5,67 ± 0,08^{a}	5,65 ± 0,08^{ab}	5,60 ± 0,07^{b}	5,66 ± 0,08
–pH media canal	5,86 ± 0,09	5,80 ± 0,09	5,85 ± 0,06	5,84 ± 0,08
Mioglobina***	2,15 ± 0,09^{a}	1,92 ± 0,36^{a}	1,65 ± 0,27^{b}	2,00 ± 0,36

n: Número de medias canales.
SM: Músculo semimembranoso.
–pH media canal: pH de la mezcla de carne obtenida de la media canal.
(*) Nivel de significación de la diferencia entre razas obtenido en el análisis de varianza, (*) $p < 0,05$, (**) $p < 0,01$, (***) $p < 0,005$.
(^{a,b,c}) las medias de las columnas correspondientes a los totales de las distintas razas que no tienen ninguna letra en común presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

En la mezcla de carne de la media canal no hubo diferencias significativas en el pH. Tampoco se detectaron diferencias significativas en el pH muscular entre machos y hembras de las distintas razas como cabe esperar en animales tan jóvenes.

Por otra parte, el valor de pH fue significativamente mayor, 2 décimas, en la mezcla de carne de la media canal que en el músculo semimembranoso ($p < 0,005$). La correlación entre el valor de pH del músculo semimembranoso y la mezcla de carne de la canal fue significativa con un coeficiente de correlación de 0,5. Son conocidas las diferencias en pH de los distintos músculos cuya explicación se basa en las diferencias en los tipos de fibras musculares MANABE y col. (1996).

En el cuadro 12 también se muestra el contenido en mioglobina –indicador del color en el músculo–. Los valores de mioglobina son bajos, como corresponde a canales de animales lactantes. La concentración de pigmentos fue significativamente mayor en la raza Churra que en las otras razas, mostrando valores superiores la raza Castellana que la raza Ojalada, aunque sin niveles significativos. En canales de cordero lechal de raza Lacha de 12 kg de peso vivo han sido observados valores de mioglobina algo superiores a los de las canales de la IGP, entorno a 2,5 mg/g (HORCADA y col., 1997). Las diferencias en color entre distintas razas de animales de corta edad también han sido puestas de manifiesto en ganado bovino (SAÑUDO y col., 1992).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Indicación Geográfica Protegida 'Lechazo de Castilla y León' con una subvención concedida por la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. Agradecemos a ANCHE su colaboración en la provisión de canales de lechazo Churro, también a carnicería SINDE y al matadero CORDECARNE.

Bibliografía

ANÓNIMO, 1979. Orden 31 de julio de 1979 por la que se establecen los métodos oficiales de análisis de aceites y grasas, productos cárnicos, cereales y derivados, fertilizantes, productos fitosanitarios, productos lácteos, piensos, aguas y productos derivados de la uva. B.O.E. 207/1979.

ANÓNIMO, 1987. Tratado de Carnicería. Federación Nacional de Empresarios Carniceros-Charcuteros. Madrid.

ANÓNIMO, 1992. Reglamento relativo a la protección de las indicaciones geográficas y denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios. D.O.C.E. 2081/92.

ANÓNIMO, 1997. Boletín Oficial de Castilla y León. Orden de 28 de mayo de 1997, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se aprueba el Reglamento de la Indicación Geográfica Protegida «Lechazo de Castilla y León» y de su Consejo Regulador. B.O.C. y L. 107/1997.

APARICIO F., TOVAR J.J., DOMENECH V., 1986. Relación de los tejidos óseo, muscular y graso de canales de cordero de raza Merina. *Archivos de Zootécnia*, 35(132), 173-181.

CAÑEQUE V., SANCHA J.L., CANTERO M.A., VELASCO S., RUIZ DE HUIDOBRO F., LÓPEZ D., LAUZIRICA S., PÉREZ C., GARCÍA C., 1997. Efecto del peso de sacrificio sobre el engrasamiento de la canal en corderos lechales de raza Talaverana. *ITEA*. Vol. extra 18(2), 709-711.

CASTRILLO O., 1975. La composición corporal de los corderos de raza Churra y su evolución en el transcurso del crecimiento. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.

COLOMER-ROCHER F., MORAND-FEHR P., KIRTON A.H., DELFA R., SIERRA-ALFRANCA I., 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas.

Cuadernos INIA. 17. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., 1992. Composición de la canal. Medida de la Composición. *Ovis*, 23, 9-22.

FISHER A.V., BOER H., 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assesment. Carcass measurements and dissection procedures. Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronómico Mediterráneo of Zaragoza and de CEC Directorate General for Agriculture in Brussels. *Livestock production science*, 38, 149-159.

HORCADA A., 1996. Calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra.

HORCADA A., PURROY A. BERIAÍN M.J., CHASCO J., GORRAIZ C., ALZUETA M., MENDIZÁBAL J.A., 1997. Efecto del peso de sacrificio sobre la calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa. *ITEA*. Vol. Extra, 18(2), 715-717.

HORSNEY, 1956. The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, 7, 534-540.

MANABE N., AZUMA Y., FURUYA Y., KURAMITSU K., KURIBAYASHI Y., NAGANO N., MIYAMOTO H., 1996. Immunochemical quantification of fast-myosin in frozen histological sections of goat limb muscles. *Anim. Sci.* 62, 325-335.

MARTÍNEZ C., BURGOS J., 1976. Evolución post-mortem del pH, capacidad de retención de agua y extractibilidad de las proteínas en el músculo de corderos de raza Churra (4-6 semanas); cambios inducidos por la miodistrofia nutricional enzoótica. *Anales de la Facultad de Veterinaria de León*, 22(1), 281-291.

MÉNDEZ R.D., MARTÍNEZ J., GARZÓN A., RODRÍGUEZ J., CRUZ M., APARICIO F., 1991. Crecimiento relativo de las piezas, y su composición tisular, que componen la canal de oveja de raza Merina. *ITEA*. Vol. Extra, 10(2), 437-441.

PÉREZ J.I., GALLEGO L., GÓMEZ V., OTAL J., OSORIO M.T., SAÑUDO C., 1993. Efecto del tipo de destete, tipo de parto, sexo y peso de la canal en canales de corderos de raza Manchega. *ITEA*. Vol. Extra, 12 (2), 648-650.

SÁNCHEZ A., ALFONSO M., SAÑUDO C., PARDOS J.J., DELFA R., SIERRA I., FISHER A., 1998. Caracterización de la calidad de la canal de los tipos ternasco y lechal con denominación de origen. *Producción ovina y caprina*, XXIII, 133-137.

SAÑUDO C., DELFA R., GONZÁLEZ C., ALCALDE M.J., CASAS M., SANTOLARIA P., VIGIL E., 1992. Calidad de la carne de ternasco. *ITEA* Vol. 88ª(3), 221-227.

(Aceptado para publicación el 4 de diciembre de 2001).

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 3, 165-179

EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN MATADEROS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINO

Ginés López Martínez*,[1], Carmen Martínez Graciá, Gaspar Ros Berruezo, María Jesús Periago Castón

* Nutrición y Bromatología, Facultad de Veterinaria, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia 30071, Murcia, España
e-mail: gilopez@um.es

RESUMEN

En 130 animales de la especie bovina fueron estudiados doce parámetros indicadores del bienestar animal en mataderos, con el fin de averiguar en que momento/s se producen fallos en el manejo que posteriormente puedan afectar a la calidad de la carne. Junto a estos parámetros, que representan puntos críticos en el manejo de los animales, en la canal fue determinado el pH en los músculos *Longissimus lumborum, Semimembranosus* y *Spinalis thoracis* (constituyentes de las piezas cárnicas del lomo, tapa y aguja, respectivamente) a los 45 minutos y 24 horas tras el sacrificio, junto a la presencia de lesiones hemorrágicas en la carne. Este estudio pone de manifiesto que existieron graves problemas de manejo que afectaron posteriormente a la calidad de la carne, ya que se encontró una alta relación entre algunos puntos críticos de manejo con un pH elevado en la carne. De la misma manera, la aparición de hemorragias puntiformes se relacionó con aquellos casos en los que los animales estuvieron sometidos a situaciones más estresantes. Finalmente, un análisis de varianza mostró que el pH está influenciado por la época del año y el sexo de los animales.

Palabras clave: Bienestar animal, Calidad de carne, Matadero, Bovino.

SUMMARY
ANIMAL WELFARE IN SLAUTHER PLANTS AND ITS RELATIONSHIP WITH CATTLE MEAT QUALITY

In order to estimate when happen a faulty in animal handling that may affect meat quality, were studied twelve critical control points in 130 cattles as indicators of animal welfare in a large scale slaughter plants. In carcasses pH of *Longissimus lumborum, Semimembranosus* and *Spinalis thoracis* muscles were determined at 45 minutes and 24 hours after slaughter. In addittion to these parameters meat small pinpoint haemorrhages were studied. This study showed serious problems of handling which affected meat quality, since were found a high relantionship between some critical control points of handling and the higher values of pH. As expected haemorrhages showed a high association with animals under stressful conditions. pH values were also influenced by season and animal sex according to statistical analyses.

Key words: Animal welfare, Meat quality, Slaughter plant, Cattle.

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia.

Introducción

Un aspecto importante en la inspección antemortem, y que cada vez va cobrando mayor importancia es la supervisión de las condiciones que aseguran el bienestar animal. El RD 147/1993 *que regula las condiciones de producción y comercialización de carnes frescas* especifica que tras verificar las condiciones de bienestar animal, ningún animal que presente signos de fatiga o excitación podrá sacrificarse hasta su total reposición. Esta verificación del comportamiento y conducta animal comienza por la comprobación de las condiciones de transporte animal desde su lugar de origen hasta el matadero, y tiene su continuación en el propio matadero mediante la exigencia escrupulosa del cumplimiento normativo en lo referente a las adecuadas medidas de manejo animal y condiciones de estabulación óptimas, todas ellas encaminadas a reducir las condiciones de estrés. Los RD 1041/1997 (*por el que se establecen las normas relativas a la protección de los animales durante su transporte*) y 54/1995 (*sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza*) regulan las condiciones de bienestar animal anteriormente citadas. El objetivo del RD 54/1995 es en último término evitar cualquier dolor o sufrimiento innecesario a los animales, cuya importancia desde un punto de vista del bienestar animal es evidente, presentando a su vez otras ventajas adicionales derivadas de la producción de carne a partir de animales no estresados y sacrificados con un adecuado tiempo de reposo en los corrales, lo que se traduce en la obtención final de carne de mayor calidad.

El miedo que experimentan los animales es un importante factor de estrés resultado a su vez de numerosas variables derivadas del manejo y transporte, como el confinamiento en espacios reducidos, el contacto con la gente o la exposición ante situaciones novedosas. El miedo es considerado como el estrés psicológico en los animales frente a otras formas de estrés como el físico. Tanto la experiencia previa como los factores genéticos afectan al temperamento y determinan diferentes niveles de estrés psicológico. La restricción de espacio, el manejo o la novedad influyen en el diferente grado de este tipo de estrés, mientras que el hambre, la sed, la fatiga, las temperaturas extremas o los daños infringidos a los animales determinan los diferentes grados de estrés físico. La reducción o eliminación de estas situaciones redunda en un mayor grado de bienestar animal y disminuyen los defectos que en la carne ocasionan una depreciación comercial de la misma (heridas, hematomas, carne de corte oscuro, etc.). GRANDIN (1994) ha estimado que los fallos en el manejo de los animales en el matadero representan el 50% de los problemas asociados a la aparición de carne PSE en el porcino.

En los últimos años el interés despertado por el bienestar animal ha llevado a las diferentes administraciones, europeas, nacionales y autonómicas, a desarrollar legislaciones que protejan a los animales en todos los ámbitos en los que se establece una relación con el hombre: animales de compañía, producción animal y sacrificio. El bienestar animal interesa al hombre tanto desde su vertiente ética como desde un punto de vista meramente económico, ya que no hay que olvidar que este es el fin último de la producción animal moderna. Bajo estos dos prismas será enfocado el presente artículo, cuyo objetivo es la evaluación de las condiciones de manejo animal en el matadero, a fin de proponer la introducción de medidas objetivas de valoración del bienestar animal en los programas de control de las industrias de la carne.

Material y métodos

Animales

Para este estudio fueron seleccionados 130 animales de la especie bovina de los siguientes genotipos: Simmental X, Charolés X, Limusín X y Frisón X, de una edad comprendida entre los 10 y 12 meses, y un peso vivo que osciló entre 450 y 550 kg, de los cuales 56 fueron machos y 74 hembras. El estudio fue llevado a cabo en un matadero comercial durante las estaciones de invierno, primavera y verano para evaluar la influencia de las condiciones ambientales sobre el pH final de la carne. Todos los animales fueron sometidos a un periodo de reposo previo al sacrificio que por término medio fue de 5 horas. Durante la estabulación los animales dispusieron de agua "ad libitum", descartándose para este estudio aquellos animales a los que durante la inspección antemortem se les detectó signos de fatiga, excitación o indicios de cualquier enfermedad. Las instalaciones donde fueron estabulados los animales y los pasillos de conducción estaban provistos de pavimentos construidos con materiales antideslizantes a fin de evitar resbalones y caídas. Los animales fueron aturdidos mediante una pistola de bala cautiva modelo Cash Special (Accles & Shelvoke Ltd, Birmingham, Inglaterra), utilizando balines del calibre 22. Tras el aturdido, los animales fueron suspendidos de la pierna izquierda e inmediatamente desangrados, procediéndose al faenado de las canales y su posterior almacenamiento en refrigeración a temperaturas entre 2 y 3 °C.

Desarrollo experimental

Las condiciones de alojamiento y descanso fueron similares en todos los casos, y tras la selección de las partidas objeto de estudio, para cada animal fueron analizadas las condiciones de manejo, aturdimiento y sangrado, de acuerdo con lo especificado en el protocolo que a continuación se detalla. Dicho protocolo resulta de una modificación y ampliación al propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (GRANDIN, 1997a y 1997b), y que consta de los siguientes doce puntos críticos: *uso de aparatos eléctricos para conducción de ganado, resbalones en los pasillos, mugidos en los pasillos, resbalones en el cajón de aturdido, mugidos en el cajón de aturdido, número de tiros empleados para el aturdido, pataleos en el suelo, pataleos en el riel de sangrado, reflejos oculares, arqueos de espalda, mugidos en el riel de sangrado y aumento de la frecuencia respiratoria*. Cada uno de ellos ha sido puntuado de acuerdo a los siguientes criterios: 1, cuando el manejo fue óptimo y no se apreció indicios de sufrimiento en los animales; 2, cuando se detectaron fallos de intensidad moderada; 3, cuando se apreciaron fallos en el manejo de manera intensa o los animales presentaron signos evidentes de sufrimiento. Para evaluar el parámetro *número de tiros*, no se empleó esta escala sino el número de tiros que fueron empleados hasta la pérdida total de la sensibilidad. La evaluación de estos puntos de control fue realiza teniendo en cuenta las especificaciones establecidas en la Directiva comunitaria 93/119/CE y en su transposición a la normativa nacional en el Real Decreto 54/1995 de 20 de enero sobre *Protección de los Animales en el Momento de su Sacrificio o Matanza*.

Los valores de pH a los 45 minutos y 24 horas del sacrificio fueron medidos en todas las canales en los músculos *Longissimus lumborum* (LL) (entre la 4.ª y 5.ª vértebra lumbar), *Semimembranosus* (SM), y *Spinalis thoracis* (ST) utilizando un pHme-

tro Crison modelo Portable 506 (Crison Instruments, S.A., Barcelona). Todas las medidas fueron realizadas en la semicanal izquierda.

Análisis estadítico

La influencia de la estación del año y del sexo de los animales en el pH muscular y el efecto combinado de ambas fuentes de variación fue determinado mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el modelo lineal general (MLG). Por otro lado, las relaciones entre las variables predictoras del bienestar animal (puntos críticos), el pH final (pH 24 horas) y la presencia de lesiones hemorrágicas en la carne fue determinada mediante un análisis de componentes principales utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 9.0 (SPSS Inc.).

Resultados y discusión

Evaluación del bienestar animal

GRANDIN (1997a) establece cuatro puntos críticos de control para evaluar el manejo de los bovinos en el matadero, sin embargo hemos creído conveniente realizar un desglose de los mismos hasta un total de doce puntos, con la finalidad de obtener resultados más claros acerca de en que momento/s se producen fallos en el manejo de los animales que posteriormente puedan estar relacionados con la aparición de defectos en la carne. El cuadro 1 recoge estos puntos y su valoración según la puntuación obtenida en cada uno de ellos en función de la intensidad apreciada.

La primera de las variables estudiadas, el *uso de aparatos eléctricos* para la conduc-

Cuadro 1. Distribución de frecuencias para los puntos críticos de evaluación del bienestar animal en función de la intensidad de presentación[a]
Table 1. Frequency distribution for handling animal critical control points

	Intensidad		
	1	2	3
Uso de aparatos eléctricos	92,3	–	7,7
Resbalones en pasillos	100	–	–
Mugidos en pasillos	96,2	3,8	–
Resbalones en cajón aturdido	91,5	6,9	1,5
Mugidos en cajón aturdido	80,8	12,3	6,9
Reflejos oculares	90,8	6,2	3,1
Pataleos en el suelo	88,5	11,5	–
Pataleos en el riel de sangrado	76,9	16,9	6,2
Arqueos de espalda en riel	84,6	15,4	–
Mugidos en el riel de sangrado	97,7	1,5	0,8
Frecuencia respiratoria	98,5	1,5	–
Número tiros	82,3	14,6	2,3/0,8

([a]) 1: ausencia de maltrato o incomodidad; 2: presencia moderada; 3: presencia intensa.

ción de ganado, obtuvo un 92,3% para la puntuación de utilización correcta (puntuación 1), un 7,7% para el nivel de intensidad 3 y ninguno para la puntuación 2. Este hecho puede explicarse por un mal entendimiento del uso de estos aparatos, que deben estar limitado a aquellos animales que en determinados momentos se muestran reacios a salir de las cuadras o caminar por las mangas de conducción. El Real Decreto 54/95 limita su uso a las especies porcina y bovina en animales adultos, en los cuartos traseros y solamente durante breves instantes. Un mal empleo de estos aparatos por parte de los operarios tiende a la larga ha creer que son indispensables para la conducción de los animales, lo que supone un abuso de los mismos, olvidando que un buen diseño de los pasillos y la eliminación de las distracciones, como fuentes de ruido externo y objetos que ocasionen reflejos, permiten su movimiento de forma más tranquila y fluida. Para facilitar el avance de los animales se ha propuesto la colocación de una fuente de luz intensa al final de los pasillos, ya que los animales tienden a avanzar desde las zonas de mayor penumbra a las más iluminadas (GRANDIN, 1980, 1996a; VAN PUTLEN y ELSHOLF, 1978). El mal uso de estos utensilios explica que los valores obtenidos no reflejen ninguna puntuación en el nivel 2, sino un empleo correcto en animales más dóciles y poco asustadizos y un abuso en aquellos que se resisten a andar hacia la zona de aturdido. En el porcino el uso de voltajes superiores a 50 voltios se ha relacionado con un aumento de la incidencia de aparición de carnes PSE y manchas de sangre en la carne (CALKINS *et al.*, 1980).

No fueron apreciados *resbalones en los pasillos* o mangas de conducción hacia la zona de insensibilizado y sangrado, lo que pone de manifiesto que el suelo de las cuadras y pasillos es de construcción adecuada y se encuentra en buen estado de conservación. Es conveniente recordar en este punto que los suelos deben de estar construidos con materiales resistentes pero que a la vez eviten resbalones y caídas de los animales, por lo que se desaconseja que estas construcciones estén realizadas únicamente de cemento u hormigón, de forma que se eviten las superficies lisas y deslizantes (COCKRAM y CORLEY, 1991). En las construcciones de cuadras deben emplearse materiales que proporcionen no sólo resistencia al suelo, sino también adherencia de los animales, por lo que se aconseja su construcción a base de materiales rugosos como rejillas de acero sobre hormigón.

Es conveniente que la evaluación de los marcadores de resbalones y caídas se realice también en el cajón de aturdido, ya que a los animales se les restringe su espacio y los operarios encargados del aturdido invaden la zona de dominio del animal. Esta zona representa aquel espacio que solo puede ser invadido por los animales de su misma especie. Cuando este espacio es invadido, el animal reacciona de manera asustadiza o violenta dependiendo del temperamento del mismo, pero en cualquier caso, su invasión representa una situación estresante para el animal. Únicamente los animales muy dóciles carecen de zona de dominio (GRANDIN, 1999). En este estudio se obtuvo un 6,9% y 1,5% para los niveles de intensidad 2 y 3 respectivamente en el marcador de resbalones en el cajón de aturdido. Si estos resultados se comparan con los valores de referencia dados por GRANDIN (cuadro 2) (Manejo excelente: no hay resbalones ni caídas; aceptable: ocurren resbalones en menos de un 3% de los animales; no aceptable: 1% cae al suelo; problemas serios: 5% o más caen al suelo, o 15% o más resbalan), se puede apreciar que las condiciones de manejo evaluadas se encuentra por debajo de los niveles de

Cuadro 2. Criterios para evaluar el bienestar animal de bovinos en el matadero según el Departamento de Agricultura de los Estado Unidos (USDA)[a]

Table 2. Animal welfare criteria of evaluation at slaughter plants for cattles according to United States Department of Agriculture

	Criterios de evaluación			
Puntos críticos	Excelente	Aceptable	No aceptable	Problema serio
Uso de aparatos eléctricos	En 5% o menos de los animales	En 25% o menos de los animales	–	En 50% o menos de los animales
Vocalizaciones o mugidos	En 0,5% o menos de los animales	En 3% o menos	Entre 4 y 10% de los animales	En más del 10% de los animales
Resbalones y caídas	No se presentan resbalones ni caídas	Resbalones en menos del 3% de los animales	Caídas en menos del 1% de los animales	Se presentan caídas en el 5% o resbalones en el 15% de los animales
Eficacia del aturdido	El 99-100% de los animales queda insensible inmediatamente con un disparo	Entre el 95-98% de los animales queda insensible inmediatamente con un disparo	Entre el 90-94% de los animales queda insensible inmediatamente con un disparo	Menos del 94% de los animales queda insensible inmediatamente con un disparo
Sensibilidad en el riel de sangrado	El 1 por mil muestra sensibilidad tras el aturdido	El 1 por 500 muestra sensibilidad tras el aturdido	–	–

([a]) Propuesto por GRANDIN (1997a).

aceptación para considerar que el manejo en esta etapa del sacrificio fue óptimo.

El siguiente punto para evaluar el bienestar animal fue el marcador de *vocalizaciones* o *mugidos*, ya que es un buen indicador del desagrado o descontento de los animales cuando están bajo condiciones novedosas o incómodas, siendo mayor cuanta mayor intensidad tenga la situación que provoca estrés en los animales. En los animales que mugen ante situaciones estresantes se ha detectado un aumento de los niveles de cortisol (DUNN, 1990). Diferentes autores han encontrado niveles de cortisol que oscilan entre 24 y 44 ng/ml en animales manejados en condiciones adecuadas y en los que se usó poco los aparatos de conducción eléctrica (MITCHELL *et al.*, 1988; EWBANKS *et al.*, 1992; TUME y SHAW, 1992), en comparación con los niveles detectados en bovinos que sufrieron resbalones durante su conducción, con valores de 63 ng/ml (COCKRAM y CORLEY, 1991).

Del total de animales estudiados casi un 20% mugieron en el cajón de aturdido (12,3 y 6,9% para los niveles 2 y 3 respectivamente). Estos porcentajes sitúan a este marcador en niveles muy por encima de lo aconsejado (excelente: 0,5% o menos de los bovinos vocalizan; aceptable: 3% o menos

vocalizan; no aceptable: de 4 a 10% vocalizan; serios problemas: más del 10% vocalizan). Altos niveles de mugidos están provocados en la mayoría de los casos por el abuso de los aparatos eléctricos para conducir ganado, por la existencia de resbalones en los pasillos o en el cajón de aturdido, por fallos en la pistola de aturdido o por una presión excesiva del restrainer (GRANDIN, 1997a). En este estudio los fallos más frecuentes de manejo que dieron lugar al mugido de los bovinos fueron los descritos anteriormente, junto con un elevado tiempo de espera en el cajón antes del aturdido. Cuando todos estos factores se presentan conjuntamente el efecto aditivo de todos ellos incrementa el efecto estresante sobre los animales.

El resto de parámetros estudiados engloban en su conjunto la *eficacia del aturdido*: reflejos oculares, pataleos en el suelo y riel de sangrado, mugidos en el riel de sangrado, respiración rítmica y número de tiros. Cuando se utiliza el aturdido con pistola de bala cautiva, la insensibilidad producida en el animal es el resultado conjunto tanto del impacto en el cráneo como del daño tisular directo en el cerebro producido por el proyectil fijo o émbolo. Cuando ante estímulos externos no hay respuesta cortical se puede considerar que existe un estado de insensibilidad (DALY, 1988). Un animal perfectamente aturdido carece de reflejos oculares, por lo que al tocar el párpado o la córnea no se debe obtener ninguna respuesta positiva. De la misma manera el animal tampoco debe pestañear. Cuando el animal es izado en el riel de sangrado no se deben apreciar indicios de respiración rítmica, mugidos o arqueos de espalda, la cabeza debe estar flácida y la lengua debe colgar (SWATLAND, 1984; GRANDIN, 1997a). Diferente consideración tiene los pataleos en el suelo y en el riel de sangrado. Estos dos últimos casos sólo han de evaluarse negativamente cuando su intensidad sea alta, ya que frecuentemente se presentan como movimientos reflejos. Por ello en nuestro estudio sólo se han evaluado como un indicador de mal aturdido aquellos casos de puntuación 3.

Los criterios para evaluar este punto crítico los establece GRANDIN por separado, de una parte para el número de tiros empleados en la insensibilización, y de otra englobando al resto en un único criterio para determinar el grado de insensibilidad o inconsciencia del animal. Para el primero de ellos lo considera excelente cuando en el 99-100% de los animales solamente se ha empleado un único disparo, aceptable entre el 95-98%, no aceptable entre 90-94%, y considerando que hay serios problemas en el aturdido cuando el porcentaje de animales abatidos en el primer disparo está por debajo del 90%. De acuerdo con estos criterios, podemos apreciar en la cuadro 1 que el porcentaje de animales en los que solamente bastó un intento para su aturdido fue muy bajo (82,3%), llegando incluso a contabilizarse hasta 3 ó 4 disparos. Estos datos ponen de manifiesto que se produjeron serios problemas en el aturdido, debidos en su mayoría a deficiencias detectadas en el funcionamiento de las pistolas de bala cautiva. Una inspección visual de las pistolas reveló que presentaban un escaso mantenimiento. Otra de las causas detectadas fue la falta de adecuación entre la potencia de los balines empleados y la dureza del testuz del animal. Los animales de mayor peso y edad necesitan proyectiles con cargas que le proporcionen mayor potencia y energía cinética de penetración a través del hueso frontal, para así provocar la insensibilización del animal (BLACKMORE, 1985). Otros estudios han revelado que factores como la fatiga de los operarios en jornadas prolongadas de trabajo o un diseño inadecuado del cajón de atur-

dido que obliga a los operarios a adoptar posiciones muy forzadas, se traducen en un detrimento de la eficacia del aturdido (GRACEY, 1989). En estos dos últimos casos es necesario la rotación de operarios para evitar situaciones de fatiga o monotonía, y disponer de cajones de aturdido con diseños ergonómicos que faciliten la labor de los matarifes. Los resbalones en el cajón también deben tenerse en cuenta para evaluar la eficacia del aturdido, ya que las caídas y resbalones ocasionan intranquilidad y agitación en los animales, lo que se traduce en un mayor número de disparos perdidos.

Los criterios para evaluar la sensibilidad de los animales en el riel de sangrado deben ser mucho más estrictos que los mostrados anteriormente, ya que no sólo la legislación que regula el bienestar animal en el momento de su sacrifico (RD 54/95) prohibe de forma clara y estricta el sacrifico de animales sensibles, sino también el sentido común nos dice que un sistema de aturdido que permita el sangrado de animales con manifestaciones de sensibilidad o dolor es en sí mismo inútil, y debe por lo tanto corregirse. De esta forma se ha de considerar que el aturdido se ha llevado a cabo correctamente cuando menos de 1‰ presente sensibilidad parcial en el riel de sangrado y aceptable cuando esté entre 1 y 2‰. No se establecen más criterios ya que como se ha comentado éste punto de evaluación debe ser el más estricto. En los parámetros estudiados para evaluar este punto: respiración rítmica, mugidos en el riel de sangrado, arqueos de espalda, reflejos oculares, y pataleos en el riel, se obtuvieron valores muy por encima de lo admisible, hecho que puede verse fácilmente al comparar los valores obtenidos por nosotros (cuadro 1) con los recomendados por el USDA (cuadro 2).

De los resultados expuestos anteriormente se concluye que hubo deficiencias notables en el bienestar animal debidas fundamentalmente a fallos cometidos durante el manejo de los animales, y no tanto a defectos en las instalaciones o equipos del matadero, ya que como muestra el cuadro 1, los resbalones y caídas, que cuando se producen indican deficiencias en el firme de pasillos y establos, apenas fueron registradas. De todos los defectos de manejo cabe destacar fundamentalmente los debidos a errores en el aturdido de los animales, y que como se reflejó anteriormente estuvieron causados por un mal mantenimiento de las pistolas de aturdido y una carencia en el adiestramiento de los operarios encargados de dicha fase de faenado.

Estudio del pH

La figura 1 representa los valores medios de pH obtenidos en las diferentes partidas analizadas a los 45 minutos y 24 horas tras el sacrificio en los músculos *Longissimus lumborum* (LL), *Semimembranosus* (SM) y *Spinalis thoracis* (ST). Estos datos están agrupados en tres estaciones del año (invierno, primavera y verano), para estudiar el efecto que sobre los valores finales de pH poseen las condiciones ambientales. Los valores tomados a los 45 minutos oscilaron desde 6,36 en SM hasta 6,81 en LL, no apreciándose una tendencia clara en la evolución del pH en ninguno de los tres músculos muestreados. A las 24 horas, los valores de pH estuvieron comprendidos entre 5,55 en SM hasta 5,91 en ST. Al contrario que en el caso anterior, a las 24 horas se pudo apreciar como los valores de pH mostraron una tendencia más clara, debido a que se trata de una medida más estable en el tiempo, siendo el pH en SM menor que en LL, y éste a su vez menor que en ST. La medida del pH a las 24 horas es una buena predicción de la aparición de la carne DFD, entendiéndose

que el límite por encima del cual puede considerarse a una carne como de corte oscuro es de 5,9 (BELITZ y GROSCH, 1988). Este estudio mostró un alto porcentaje de carne con pH alto a las 24 horas. En ST el pH osciló entre 5,88 (± 0,23) y 5,91 (± 0,22), mientras que en LL se determinaron valores entre 5,82 (± 0,18) y 5,83 (± 0,13) como media (± desviación típica) de las medidas obtenidas para cada músculo en primavera y verano, respectivamente. Los valores de pH elevados en los animales están motivados fundamentalmente por las malas condiciones de manejo, incluyendo tanto factores ambientales como de bienestar animal. Ante situaciones novedosas o estresantes el animal responde con un incremento de la concentración plasmática de cortisol (ZAVY *et al.*, 1992), originando un aumento de la gluconeogénesis y disminución de la utilización de la glucosa por las células. El agotamiento de las reservas de glucógeno determina un pH final alto en la carne, debido a que la cantidad de lactato formado es relativamente pequeña. El músculo postmortem con valores de pH anormalmente altos presenta un incremento en la absorción de luz y en la fijación de agua, lo que se traduce en una carne de corte oscuro, firme y seca (LISTER, 1988).

Los valores altos de pH obtenidos en este estudio pueden ser debidos a las malas condiciones de manejo detectadas en la evaluación de los puntos críticos de bienestar animal. Estos puntos críticos indicaron que los animales estuvieron sometidos a condiciones altamente estresantes durante las operaciones previas al sacrificio. TARRANT y SHERRINGTON (1980) han descrito que los músculos en los que obtienen valores más elevados de pH son el *Longissimuss lumborum, Semi-*

Cuadro 3. Análisis de varianza para los valores de pH en los tres músculos muestreados a los 45 minutos y 24 horas tras el sacrificio, en función de la estación del año en la que fueron tomadas, el sexo de los animales y el efecto combinado de ambos factores
Table 3. pH values ANOVA in three muscles at 45 minutes and 24 hours after slaughtering as function of season, animal sex and season x animal sex factors

	Estación del año	Sexo	Estación x sexo
	grado de significación (valor F)		
45 minutos			
Semimembranosus	*** (9,68)	*** (18,01)	NS (0,45)
Longissimus lumborum	*** (14,87)	* (5,31)	** (10,90)
Spinalis thoracis	* (4,29)	* (9,05)	NS (0.48)
24 horas			
Semimembranosus	*** (8,71)	NS (0,95)	NS (0,15)
Longissimus lumborum	*** (9,61)	NS (0,03)	NS (0,02)
Spinalis thoracis	* (3.86)	NS (2,84)	* (5,53)

Grado de significación: (***) significativo para $p < 0,001$; (**) significativo para $p < 0,01$; (*) significativo para $p < 0,05$; (NS) no significativo.

membranosus, *Semitendinosus*, *addutor* y *gluteus medius*. En los animales muestreados por nosotros no se detectaron valores altos en el *Semimembranosus*, aunque sí en el *Longissimus lumborum* y *Spinalis thoracis* .

Junto al bienestar animal previo al sacrificio, el pH final de la carne también está influenciado por el sexo de los animales y por factores ambientales como el estado de nutrición y el clima (SCANGA *et al.*, 1998). Un análisis de varianza fue llevado a cabo para observar si el sexo de los animales, la estación del año y el efecto combinado de ambos fueron factores de variación en el pH de los tres músculos, tanto a los 45 minutos como a las 24 horas (cuadro 3). Este estudio confirmó la tendencia adivinada en la figura 1, ya que la estación del año representó una fuente de variación estadísticamente significativa ($p < 0.001$). La figura 1 refleja de forma general que los valores de pH 24 horas obtenidos en verano fueron mayores a los tomados en primavera, y estos a su vez a los del invierno, siendo estas diferencias estadís-

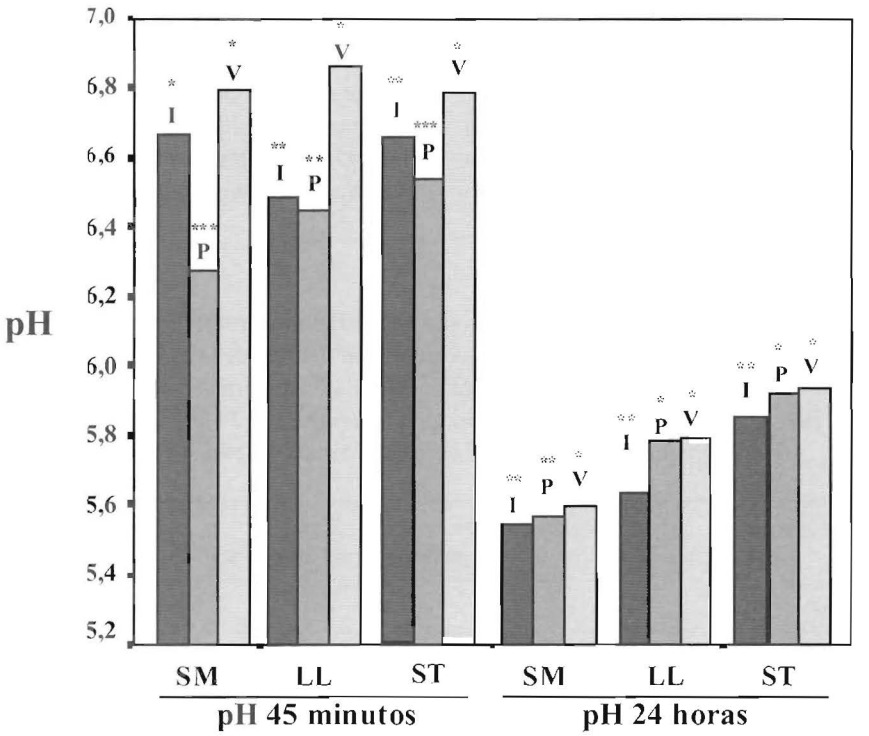


Figura 1. Valores medios de pH obtenidos en tres épocas diferentes del año (invierno, I, primavera, P, y verano, V) en los músculos *Semimembranosus* (SM), *Longissimus lumborum* (LL) y *Spinalis thoracis* (ST), a los 45 minutos y 24 horas desde el sacrificio. Diferente número de asteriscos muestran diferencias estadísticamente significativas para cada músculo entre las tres estaciones del año a los 45 minutos y 24 horas desde el sacrificio.

Figure 1. Seasonal variation of pH (winter, spring and summer) in Semimembranosus *(SM),* Longissimus lumborum *(LL) and* Spinalis thoracis *(ST) muscles, at 45 minutes and 24 hours after slaughter.*

ticamente significativas ($p < 0.05$) en las medidas de pH 24 horas para ST y LL en primavera y verano respecto al invierno. En SM el pH 24 horas fue mayor ($p < 0,05$) en verano que en primavera e invierno. Esta variación del pH en función de la época del año es debida al efecto del estrés climático que determina fluctuaciones en los valores de este parámetro dependiendo del tiempo atmosférico (KASTENSCHMIDT *et al.*, 1965). Se sabe que las temperaturas ambientales altas aumentan tanto la frecuencia cardiaca como respiratoria (FORREST *et al.*, 1965) lo que determina estados de intranquilidad en los animales y un agotamiento de las reservas de glucógeno (SWATLAND, 1984). Por otra parte, en la cuadro 3 también se puede observar que en los valores de pH influyó igualmente el sexo y el efecto combinado de ambos factores (estacionalidad x sexo).

De un análisis de correspondencia para todas las variables predictoras del comportamiento animal en función del sexo de los animales se obtuvo que la mayoría de las puntuaciones negativas (grados de intensidad 2 y 3) correspondieron a animales macho (54%). Existen diferencias debidas al sexo que hacen que los animales se comporten de manera diferente ante situaciones estresantes como puedan ser las que rodean las operaciones de manejo previas al sacrificio (SWATLAND, 1984). SCANGA *et al.* (1998) han encontrado que los temperamentos más nerviosos, y por lo tanto con mayor capacidad de sufrir miedo, son más frecuentes en machos y ante situaciones de climas extremos.

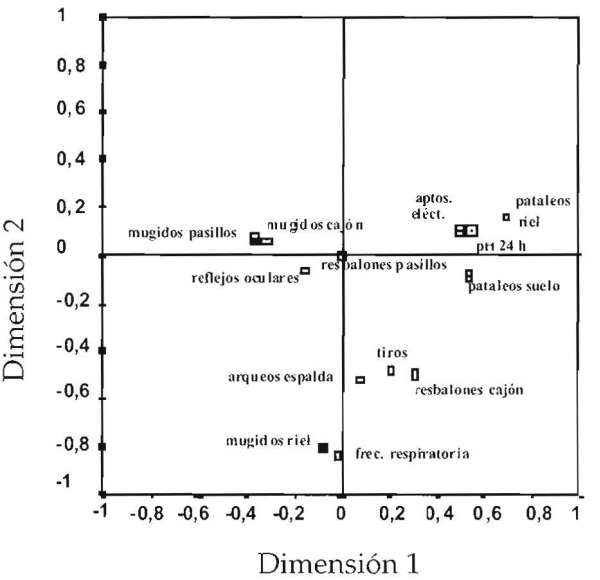


Figura 2. Análisis de componentes principales en el que se relacionan las variables predictoras del manejo animal (puntos críticos de manejo) con el pH de la carne obtenido a las 24 horas del sacrificio, en las carnes de corte oscuro (pH > 5,9).

Figure 2. Principal components analyses (PCA) for handling critical points and pH of meat at 24 hours after slaughter in dark cutting beef.

Análisis de componentes principales

Mediante un análisis de componentes principales se estableció de manera gráfica la relación existente entre las variables predictoras del bienestar animal y el pH a las 24 horas correspondiente a las carnes de corte oscuro, a fin de determinar que factores de todos los analizados influyeron de forma más determinante en la aparición de valores de pH mayores a 5,9. En la figura 2, donde se representa la relación anteriormente descrita con una varianza total explicada del 60,13%, la distribución de los puntos críticos nos permite establecer claramente cuatro grupos dependiendo de su proximidad o relación con el pH. El primero englobaría a las variables *uso de aparatos eléctricos para conducción, pataleos en el suelo, pataleos en el riel de sangrado*, el segundo: *mugidos en los pasillos, mugidos en el cajón de aturdido y reflejos oculares*, el tercero: *resbalones en el cajón, número de tiros y arqueos de espalda*, y el cuarto: *mugidos en el riel de sangrado y aumento de la frecuencia respiratoria*. Para las variables del grupo primero solamente fueron procesados los casos en los que la puntuación fue de 3 en la escala de intensidad, ya que en el uso de aparatos eléctricos no se detectaron casos de intensidad 2, y para las variables de "pataleos en el suelo" y "riel de sangrado", la eliminación de los casos puntuados con 2 obedeció al hecho de no puntuar aquellos casos que pudieran deberse a actos reflejos. La fuerte asociación encontrada entre los tres puntos críticos del grupo primero y el pH elevado indica que de todos los parámetros evaluados, estos tres resultaron determinantes en la aparición de pH altos en la carne. Por el contrario, las dos variables del grupo cuarto tuvieron una baja relación de proximidad con el pH, debido a que se presentaron en una baja frecuencia en los animales muestreados, como queda reflejado en el cuadro 1.

Uno de los defectos más frecuentes en la carne asociados a los problemas de manejo y aturdido, es la aparición de petequias o hemorragias puntiformes cuya extensión depende de la intensidad del estrés a que han sido sometidos los animales antes del sacrificio. Tradicionalmente se ha relacionado esta lesión solamente con el empleo de la pistola de bala cautiva como sistema de aturdido en el vacuno (WARRINGTON, 1974), sin embargo su aparición es debida en último término a una contracción muscular violenta y la rotura de los capilares donde la presión sanguínea es muy elevada (SWATLAND, 1984), aumentando el riesgo de aparición cuando los animales están sometidos a situaciones de estrés intenso.

Las figuras 3a y 3b muestran diferentes lugares donde fue apreciada dicha lesión, cuya aparición y extensión estuvo altamente relacionada con aquellos casos donde fue detectado un mayor número de defectos en el manejo. La figura 4 muestra un estudio de componentes principales donde se puede observar la relación de estas lesiones con los defectos de manejo evaluados mediante los puntos críticos. La varianza total explicada del modelo fue de 59,84%. En dicha figura se aprecia como su aparición estuvo muy relacionada con variables que indican situaciones altamente estresantes momentos antes del aturdido (*empleo de aparatos eléctricos y mugidos en el cajón de aturdido*), y tras el aturdido y antes del sangrado (*movimientos bruscos en el suelo y riel de sangrado*). La importancia de aparición de este defecto en las carnes no radica en el hecho de que su consumo sea perjudicial "per se", sino por tratarse de carnes en las que el acumulo de sangre impide un descenso apropiado del pH hasta valores óptimos, proporcionando un medio adecuado para el crecimiento microbiano, además del aspecto poco atrayente que presenta para su comercialización.

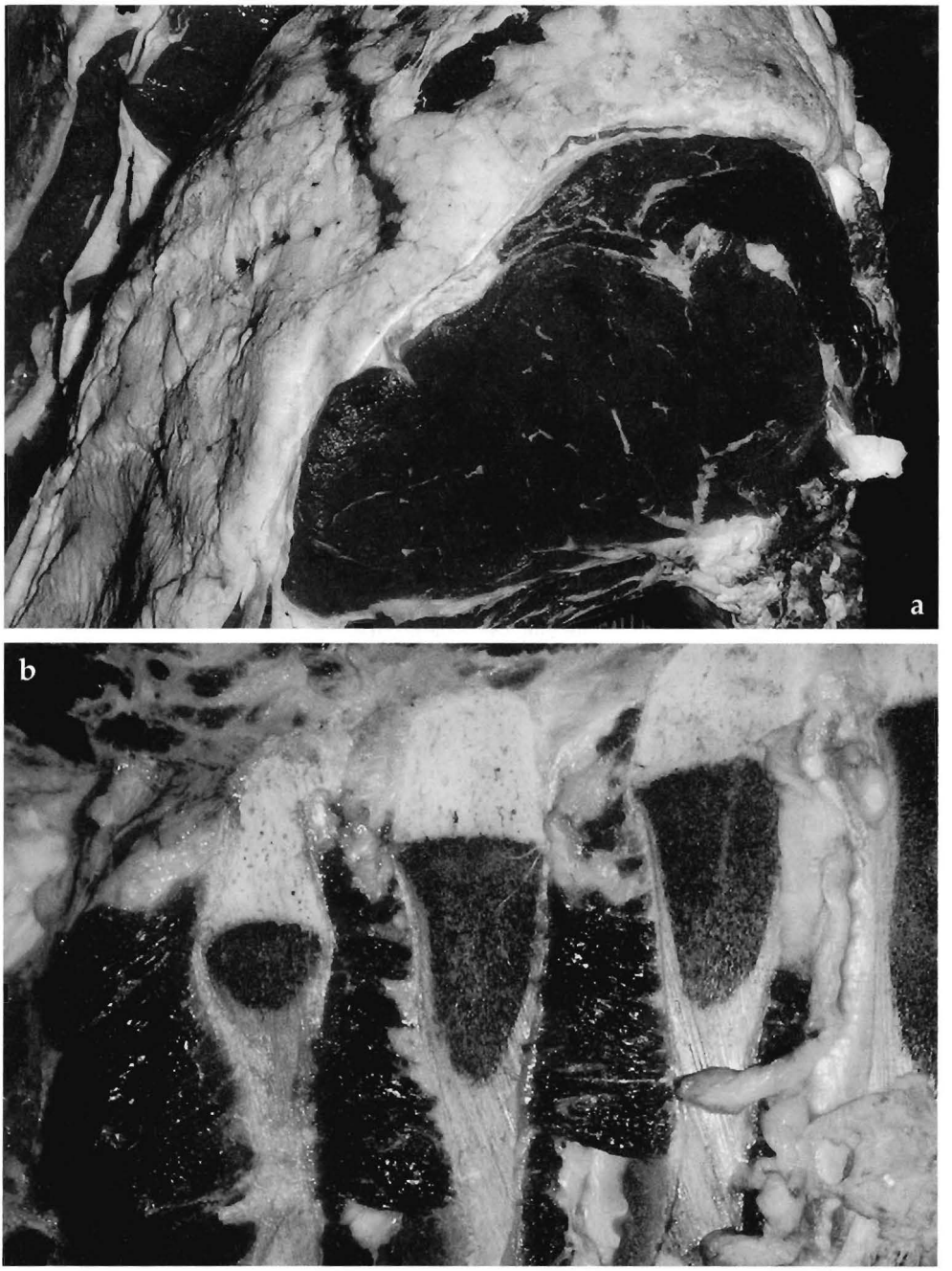


Figura 3. Lesiones hemorrágicas en el lomo (3a) y en el cuello (3b) de una canal de bovino ocasionadas por fallos en el manejo.

Figure 3. Small haemorrhages in loin (3a) and neck (3b) of a cattle carcass due to a faulty in animal handling.

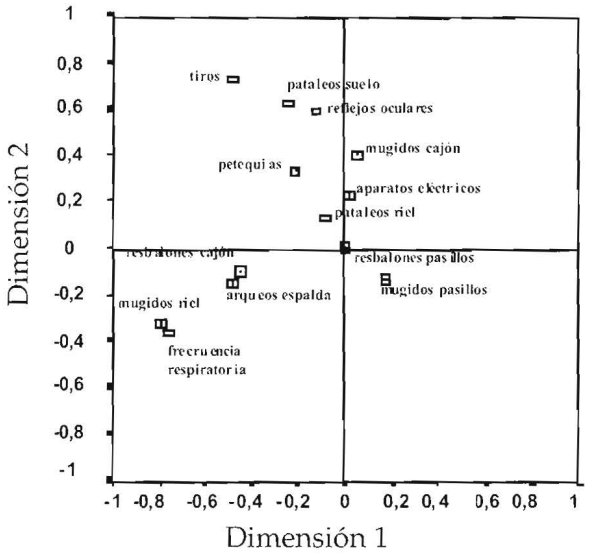


Figura 4. Análisis de componentes principales en el que se relacionan las variables predictoras del manejo animal (puntos críticos de manejo) con las hemorragias petequiales aparecidas en la carne de los animales muestreados.

Figure 4. Principal components analyses (PCA) for handling critical control points and small meat haemorrhages.

Conclusiones

El pH final de la carne es el resultado de numerosos factores entre los cuales intervienen de manera directa el clima, el manejo previo al sacrificio o el sexo de los animales. Este estudio muestra como en tres músculos pertenecientes a zonas anatómicas diferentes el pH presentó variaciones dependiendo de la estación del año en el que fue medido y el sexo de los animales. A su vez se mostró que la aparición de anomalías en la carne como el pH superior a 5,9 (determinante de la aparición de carnes de corte oscuro) y la presencia de lesiones hemorrágicas, estuvieron relacionadas con defectos en el manejo de los animales (empleo abusivo de aparatos eléctricos y mugidos en el cajón de aturdido) y en las operaciones de aturdido y sacrificio (movimientos bruscos de los animales en el suelo y riel de sangrado que denotan un mal aturdido).

Bibliografía

BELITZ H.D., GROSCH W. 1988. Química de los alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.

BLACKMORE D.K. 1985. Energy requirements for the penetration of heads of domestics stock and the development of a multiple projectile. The Veterinary Record. 12. 36-40.

CALKINS C.R., DAVIS G.W., COLE A.B., HUSTSELL D.A., 1980. Incidence of bloodsplashed hams from hogs subjected to certain ante-mortem handling methods. Journal of Animal Science, 50 (supplement). 15.

COCKRAM M.S., CORLEY K.T.T., 1991. Effect of preslaugther handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. British Veterinary Journal. 147, 444-454.

DALY C.C., KALLWEIT E., ELLENDORF F., 1988. Cortical function in cattle during slaughter: conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter. The Veterinary Record. 2. 325-329.

DUNN C.S., 1990. Stress reactions of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restraint. Veterinary Record, 126, 522-524.

EWBANKS R., PARKER M.J., MASON C.W., 1992. Reactions of cattle to head restraint at stunning: a practical dilemma. Animal Welfare, 1, 55-63.

FORREST J., KASTENSCHMIDT L., BEERCHER G., GRUMER R., HOEKSTRA W., BRISKEY E., 1965. Porcine muscle properties. B. Relation to naturally occuring and artificially induced variation in heart and respiration rates. Journal of Food Science, 30, 492-497.

GRACEY J.E., 1989. Higiene de la carne. Ed. Interamericana – Mc Graw-Hill. Madrid. España.

GRANDIN T., 1980. Observations of cattle behaviour applied to the design of cattle handling facilities. Applied Animal Behavioural Science, 6, 19.

GRANDIN T., 1994. Methods to reduce PSE and bloosplash. En Allen D. Leman Swine Conference. Vol. 21, 206-209. Ed. Veterinary Outreach Programs. University of Minnesota. EE.UU.

GRANDIN T., 1996a. Animal welfare in slaughter plants. 29th Annual Conference of American Association of Bovine Practitioners. Proceding, pag. 22-26.

GRANDIN T., 1996b. Factors that impede animal movement at slaugther plants. Journal American Veterinary Medical Association, 209, 757-759.

GRANDIN T., 1997a. Good management Practices for animal handling and stunning. American Meat Institute. Washington, D.C.

GRANDIN T., 1997b. Survey of stunning and handling in federally inspected beef, veal, pork and sheep slaughter plants. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Project Number 3602-32000-002-08G.

GRANDIN T., 1999. Safe handling of large animals (cattle and horses). Occupational Medicine: State of the Art Reviews, Vol. 14, nº 2, april-june. Philadelphia, Hanley and Belfus, Inc.

KASTENSCHMIDT L., BEERCHER G., FORREST J., HOEKSTRA W., BRISKEY E., 1965. Porcine muscle properties. A. Alteration of glycolysis by artificially induced changes in ambient temperature. Journal of Food Science, 30, 565-572.

LISTER D., 1988. Muscle metabolism and animal physiology in the dark cutting condition. In: Dark-cutting in cattle and sheep. Proceeding of an Australian Workshop. Australian Meat & Live Stock Research and Development Corporation: Sydney South, NSW, Australia.

MITCHELL G., HATTINGH J., GANHAO M., 1988. Stress in cattle after handling, transport and slaughter. Veterinary Record, 123, 201-205.

Real Decreto 147/1993 de 29 de enero, *por el que se establecen las condiciones de producción y comercialización de carnes frescas.*

Real Decreto 54/1995 de 20 de enero, *sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza.*

Real Decreto 1041/1997 de 27 de junio, *por el que se establecen las normas relativas a la protección de los animales durante su transporte.*

SCANGA J.A., BELK K.E., TATUM J.D., GRANDIN T., SMITH G.C., 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. Journal of Animal Science, 76, 2024-2047.

SWATLAND H.J., 1984. En Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.

TARRANT P.V., SHERINGTON J., 1980. Long-term effects of cimaterol in friesian steers. II: Carcass composition and meat quality. Meat Science, 4, 287.

TUME R.K., SHAW F.D., 1992. Beta-endorphine and cortisol concentrations in plasma of blood samples collected during exsanguination of cattle. Meat Science, 31, 211-217.

VAN PUTTEN G., ELSHOF W.J., 1978. Observations on the effect of transport on the well being and lean quality of pigs. Animal Regulatory Studies, 1, 247-271.

ZAVY M., JUNIEWICZ P., PHILIPS W., VON TUNGELN D., 1992. Effect of initial restraint, weaning, and transport stress on baseline and ACTH-stimulated cortisol responses in beef calves of different genotypes. American Journal Veterinary Research, 53, 551-557.

WARRIGTON R., 1974. Electrical stunning: A review of the literature. Veterinary Bulliton, 44, 617-633.

(Aceptado para publicación el 27 de agosto de 2001).

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 3, 180-203

ASPECTOS SANITARIOS DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE GANADO PORCINO. LEGISLACIÓN

A. Picot Castro*,[1], J.A. Amigot Lázaro**

* Veterinario de Administración Sanitaria, Jefa Sección de Monogástricos, Centro de Técnicas Agrarias, SIA, DGA, Zaragoza, España

** Veterinario, Profesor Asociado de la Facultad de Veterinaria, Zaragoza, España

RESUMEN

Estudiando los aspectos higiénicos de la producción y uso de los residuos animales, se ha investigado en los siguientes aspectos, como son: los agentes patógenos presentes en dichos residuos en el contexto de transmisión de enfermedades y en la epidemiología de patógenos bajo diferentes condiciones ecológicas, en el contexto de la cadena alimentaria desde el suelo al hombre, en los efectos higiénicos de los residuos animales en el agua, efectos de los agentes utilizados para incrementar la producción animal o usados con propósitos médicos que están presentes en los residuos animales y pueden ser peligrosos para la salud pública, efectos de los purines en los procesos microbiológicos del suelo, efectos del polvo y las emisiones aéreas microbianas de la producción animal, y finalmente, procesos de autodepuración del purín durante el almacenamiento, como medida para reducir la polución medioambiental procedente de los desinfectantes químicos.

Palabras clave: Salud, Purín, Cerdo, Patógeno, Microbiano, Bacteria.

SUMMARY

HYGIENIC ASPECTS OF THE PRODUCTION AND USE OF PORCINE WASTES. LEGISLATION IN ARAGÓN (SPAIN)

Regarding the hygienic aspects of the production and use of animal wastes, further research on the following aspects is essential: pathogenic agents present in residues of animal production in the context of transmissible multifactorial diseases and the epidemiology of pathogens under different ecological conditions; in animal wastes in the context of the food chain from soil to humans; hygienic effects of animal wastes on water as regards the standards required by medical authorities; effects of agents used to increase animal production, or used for medicinal purposes, which are present as residues in animal excreta and may be hazardous to public health; effects of animal excreta on microbiological processes in the soil; effects of dust and airborne microbial emissions from animal production, and finally, processes of self-disinfection of manure and livestock slurry during storage as a means of reducing the amounts of chemical disinfectants used, of reducing environmental pollution.

Key words: Health, Manure, Pig, Pathogen, Microbial, Bacteria.

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia. Ana Picot Castro, Centro de Técnicas Agrarias (Unidad de Monogástricos), Apdo. 727, 50080 Zaragoza, España.

Introducción

El aumento de la población urbana y la progresiva mejora del poder adquisitivo experimentados en las últimas décadas en los países occidentales, han exigido la intensificación de las actividades ganaderas (incluidas las explotaciones de ganado porcino). La necesidad, en un primer momento, de incrementar la producción para dar respuesta a una mayor demanda de proteínas y, en una fase posterior, de aumentar la rentabilidad y eficiencia de esas producciones han sido determinantes de dicha transformación. En consecuencia, ha tenido lugar una profunda alteración del medio natural debida, principalmente, a la gran concentración de explotaciones de gran tamaño. Ésta se ha producido a favor de las zonas más próximas a los puntos de aprovisionamiento de materias primas para pienso y/o a los centros de transformación y consumo o bien de aquellas en las que resulta compleja o poco rentable la realización de otras prácticas agrarias más respetuosas con el medio ambiente. Con ello, se ha roto el tradicional equilibrio agricultura-ganadería generándose un evidente impacto ambiental negativo acompañado de un riesgo sanitario, menos evidente y no siempre considerado, pero así mismo preocupante.

Es frecuente que las explotaciones de porcino en régimen intensivo carezcan de tierra de cultivo suficiente para absorber, en forma de fertilizantes, la producción de residuos que generan dejando éstos de ser condiderados subproductos o recursos con valor propio. También es poco probable que dispongan de las adecuadas instalaciones para el almacenamiento prolongado de los mismos y, menos aún, de algún tipo de tratamiento de depuración previo a la eliminación. Situación que se ve agravada debido a que razones técnicas y económicas han dado lugar a un manejo distinto del estiércol que se obtiene en forma líquida y, por tanto, en mayores cantidades.

La capacidad autodepurativa del medio se ha sobrepasado constituyendo, en este caso la porcinocultura intensiva, un grave peligro de contaminación de suelos y aguas superficiales y profundas si no se toman las medidas oportunas.

La carga contaminante de los purines viene dada por su contenido en materia orgánica, elementos nutrientes (fosfatos, nitratos, minerales), compuestos inorgánicos (amoníaco, nitritos, metales pesados), compuestos orgánicos (fenoles), componentes volátiles (amoníaco, metano), residuos de antibióticos y otros medicamentos y organismos diversos entre los que se encuentran agentes potencialmente patógenos.

Muchos microorganismos patógenos para el hombre y/o los animales son excretados por heces, orina, fluidos corporales y otras secreciones de animales enfermos o portadores asintomáticos pudiendo depositarse y permanecer en los purines por algún tiempo. Evidentemente, estos patógenos pueden llegar al hombre u otros animales por contacto directo, aerosoles generados durante el manejo, la cadena alimentaria o el agua contaminada. De esta manera, los purines pueden constituirse en vectores inanimados de enfermedades transmisibles (incluidas algunas zoonosis) causadas por bacterias, virus, hongos, protozoos y parásitos, jugando un importante papel epidemiológico.

Por otra parte hay que tener en cuenta que, en la producción intensiva de los animales, el empleo de antimicrobianos con fines terapéuticos, profilácticos y promotores del crecimiento se ha convertido en una práctica habitual. Se ejerce, con ello, una presión selectiva sobre la flora bacteriana, especialmente la intestinal, en la que actúan directamente los antibióticos administrados

por vía oral y los incorporados a los piensos a dosis subterapéuticas. Las deyecciones de los animales así criados son una fuente de contaminación del medio ambiente por bacterias multirresistentes con el consecuente riesgo ecológico y sanitario.

Los objetivos que nos planteamos con éste trabajo son básicamente dos: 1. Conocer la transcendencia sanitaria que se atribuye en la bibliografía a la contaminación biótica debida a la producción y utilización de purines. 2. Poner en evidencia los tratamientos aplicables sobre dichos residuos con el fin de reducir y/o eliminar los posibles problemas de salud pública que, eventualmente, pueden ocasionar.

Revisión y discusión

Aspectos generales

Censo de ganado porcino

España es el segundo país productor de porcino de la Unión Europea, detrás de Alemania, con un censo de 19,3 millones de cabezas en el año 1997 (MAPA, 1997). De la misma manera que en el resto de los países, este tipo de ganadería, eminentemente intensiva, se concentra en zonas determinadas. En la Comunidad Autónoma de Aragón, situada actualmente entre las principales regiones productoras de porcino de Europa, es un sector de gran importancia económica y social. En 1999 el censo ya se situaba en 3.570.418 animales distribuidos en 7.032 explotaciones de manera que en la última década, el número de cabezas se ha multiplicado por dos.

No obstante, en los últimos años dada la gran extensión del territorio aragonés y las peculiaridades de cada zona, su desarrollo se ha producido de forma desordenada y poco homogénea de suerte que aproximadamente el 70% del censo se encuentra localizado en sólo 7 de las 21 comarcas existentes (cuadro 1).

Producción de estiércol

Antes de la intensificación de la agricultura y del aumento del tamaño de los rebaños, se recogían los excrementos animales

Cuadro 1. Distribución del censo de porcino en Aragón por comarcas
Table 1. Distribution of porcine census in Aragon (Spain) by zones

Huesca		Teruel		Zaragoza	
Comarca	Total animales	Comarca	Total animales	Comarca	Total animales
Jacetania	25.190	Jiloca	143.078	Ejea de los C.	345.361
Sobrarbe	46.398	S. Montalbán	18.551	Borja	74.596
Ribagorza	185.246	Bajo Aragón	363.004	Calatayud	31.732
Hoya Huesca	478.693	S. Albarracín	5.093	La Almunia	92.260
Somontano	178.326	Hoya Teruel	21.447	Zaragoza	258.956
Monegros	220.694	Maestrazgo	62.009	Daroca	42.136
La Litera	499.135			Caspe	168.060
Bajo Cinca	310.463				
	1.944.135		613.182		1.013.101

Fuente: Anuario Estadístico Agrario 1999. D.G.A.

junto con la paja de desecho de las camas para compost. En la mayoría de las granjas, aún se produce algo de compost pero este sistema ha sido sustituido por el estiércol líquido. Este material consiste en una mezcla de heces, orina y agua, con un mínimo de paja (STRAUCH, 1987).

La mayor parte de las instalaciones actuales de cría de porcino, principalmente, por razones técnicas y económicas, presentan suelos emparrillados sobre los que se alojan los animales. Esta nueva concepción produce como residuo un estiércol fluido mezcla de heces, orina, aguas de limpieza y desechos de alimentación que comúnmente se conoce como purín (LEVASSEUR, 1998).

El volumen de residuos vertidos por las instalaciones agropecuarias en España supera los 100 millones de toneladas por año. De ellos 25 millones corresponden a granjas de porcino, cifra equivalente, en términos de carga orgánica a una población de unos 45 millones de habitantes.

La producción de estiércol de origen porcino en Aragón en 1999 fue de 4.389.900 toneladas (casi un 46,5% del total de estiércol producido por las distintas especies animales) según datos del Anuario Estadístico Agrario de la D.G.A. de 1999. El valor económico que se le adjudica es de más de 2.500 millones de pesetas.

Parece lógico, por tanto, que su aprovechamiento y/o eliminación, sin dañar el medio se haya convertido en un problema de máximo interés en nuestra Comunidad Autónoma.

DE JUANA SARDÓN (1983), recoge los valores de producción de purines porcinos según el tipo de animales (cuadro 2):

Características físico-químicas

La problemática medioambiental de los purines se deriva del volumen producido y de su composición (MUÑOZ REOYO, 1999).

La determinación de la composición del purín resulta difícil debido a su variabilidad inicial, la evolución de la concentración de nutrientes y las dificultades de muestreo (ASIEGBU y OIKEH, 1995). Esta variabilidad inicial es consecuencia de los numerosos factores que influyen en la composición del

Cuadro 2. Volúmenes de purín producidos, según el tipo de ganado
Table 2. Volume of manure pig according to animal type

Clase de ganado	Peso vivo (kg)	Volumen en litros / día	
		Variación	Media
Cerdas secas jóvenes	90-140	5-10	6
Cerdas en lactación y su camada	150-180	6,5-15	12
Verracos	120-180	6,5-10	8
Lechones	1-15	0,5-1,5	1
Lechones al destete	15-30	1-3	2
Cerdos en cebo	50-80	3-5,5	4
Cerdos en cebo	Más de 80	4-7	5,5

Fuente: DE JUANA SARDÓN (1983).

purín entre los que BELLIDO y col. (1997) destacan:

- Raza del animal.
- Alimentación.
- Tamaño del animal.
- Época del año.
- Estado fisiológico.
- Cantidad de agua de limpieza.
- Tipo de almacenamiento del purín.
- Utilización o no de cama.

Según TURZO (1993), la composición de los residuos ganaderos, en general, es compleja y básicamente están formados por materia orgánica en suspensión, así como por elementos y compuestos minerales, acompañados de poblaciones microbianas.

En estos residuos se encuentra materia orgánica, así como una serie de microorganismos provenientes de la actividad fisiológica de los animales. La composición referida a la materia orgánica, en lo que a valores medios se refiere (para cerdos de 100 kgs) es la siguiente: MS = 700g/día, MO = 590 g/día, DBO = 160 g/día y H.E.= 2,7 g/día.

Estas cifras tienen, únicamente un valor indicativo pero, en cualquier caso, revelan una composición basada en cantidades o elementos que junto a un carácter contaminante, cuando son mal utilizados, tienen un valor agronómico como unidades fertilizantes orgánicas (GASPAR y col., 1987).

No obstante, resulta interesante conocerlos puesto que la composición física y química del purín puede determinar los tipos de patógenos presentes (STRAUCH, 1991).

Riesgos sanitarios relacionados con los purines

Aspectos epidemiológicos

Para RODRÍGUEZ FERRI (1993), la explotación ganadera intensiva, y de modo particular la explotación de ganado porcino y aves, paralelamente a sus ventajas en la producción de alimentos y otras utilidades, plantea problemas de agresión al Medio Ambiente. Estos problemas tienen su origen en la acumulación de restos y residuos que contaminan el suelo y el agua, producen malos olores, atentan contra la estética del paisaje y pueden ocasionar problemas patológicos de naturaleza microbiana y parasitaria. Es decir, la explotación intensiva de animales produce residuos que impactan en el ambiente y facilitan la difusión de microorganismos y parásitos (MARTÍNEZ PEREDA y CARBONELL, 1996).

Desde el punto de vista sanitario, por tanto, este sistema de producción animal puede representar un problema de transmisión de enfermedades tanto para los animales como para el hombre debido a que una parte de esos microorganismos son patógenos.

En este sentido, podemos considerar las granjas como importantes núcleos de contaminación biótica dado que a través de distintos elementos van a poder difundir agentes microbianos capaces de producir enfermedad.

Según MAYR-HARTING y col. (1982) y STRAUCH (1982), las vías posibles de excreción directa de agentes patógenos por animales infectados son:

- Secreciones nasales y faríngeas.
- Heces.
- Orina.

• Placenta.

• Esperma y secreciones vaginales.

• Secreciones y descamaciones de la piel y membranas mucosas.

Desde todas estas vías de excreción directa, los patógenos pueden alcanzar el suelo y el estiércol líquido de las granjas, constituyendo un reservorio para todos los patógenos excretados y comportándose como vectores inanimados de enfermedades transmisibles entre los propios animales y de zoonosis. De forma similar se han manifestado autores como RODRÍGUEZ MOURE y col. (1990), TURZO (1993), RODRÍGUEZ FERRI (1993).

HILLIGER (1982), afirma que a través del estiércol, potencialmente, se pueden transmitir enfermedades causadas por bacterias, protozoos, rickettsias, hongos, parásitos y virus.

En el catálogo elaborado en el congreso de Dublín de 1977, organizado por la Dirección General de Agricultura de la Comisión de las Comunidades Europeas, sobre riesgos para la sanidad humana y animal asociados con la utilización de efluentes animales, que recoge STRAUCH (1987), se listan los siguientes contaminantes bacterianos susceptibles de afectar a la salud del hombre y los animales cuando están presentes en los efluentes fecales: *Salmonella spp., Leptospira spp., Treponema hyodysenteriae, Erysipelothrix rhusiopathiae, Mycobactrium (paratuberculosis, tuberculosis, bovis, avium), Mycobacterias* atípicas, *Brucella spp., Bacillus anthracis, Escherichia coli, Rickettsia spp.*, y *Clamydia spp.*

JONES (1980), cita como enfermedades que pueden ser diseminadas por los purines: salmonelosis, tuberculosis, paratuberculosis, leptospirosis, anthrax, infecciones por clostridios, y enfermedades víricas como fiebre aftosa y enfermedad vesicular del cerdo además de otras producidas por protozoos y helmintos.

TORRE (1989), no obstante, afirma que para conseguir una evaluación objetiva del riesgo sanitario relacionado con los efluentes porcinos, no basta con conocer los patógenos presentes, sino que se requiere asociar a esos resultados nociones más complejas como la dosis infectante, así como los datos epidemiológicos disponibles y, por otra parte, según HILLIGER (1982), los efluentes animales, si son utilizados correctamente, no constituyen un problema sanitario importante.

Para STRAUCH y BALLARINI (1994), la aplicación del purín puede tener implicaciones en la salud de la población humana. El problema potencial más obvio ocurre cuando cultivos de consumo en crudo se han fertilizado con purín líquido o con estiércol sólido no compostado resultando menos obvia la amenaza potencial a ganaderos o agricultores que aplican el purín o a la gente que vive cerca de las explotaciones donde se crean aerosoles durante la aplicación.

Factores que determinan el riesgo sanitario

Como factores que influencian el riesgo sanitario de estos residuos, HILLINGER (1982), destaca los siguientes:

• Las especies patógenas presentes y su concentración, por lo que es necesario conocer los microorganismos que se encuentran y su tiempo de supervivencia en este medio.

• La microflora común para evaluar el efecto beneficioso que representa en la competencia por los nutrientes frente a los patógenos.

• El manejo del estiércol o purín, pues su almacenamiento, agua añadida, pH, uso, características del suelo, temperatura, inciden en la supervivencia de los microorganismos patógenos.

• Las condiciones durante y después del abonado: tipo de aplicación, estación, vegetación, generación de aerosoles, contaminación de aguas superficiales,...

• La susceptibilidad de los animales y el hombre a los patógenos y potenciales patógenos.

• Los tratamientos adicionales que normalmente favorecen la reducción o desaparición de estos agentes infectivos.

CANCELLOTI y col. (1993) y SURESH y col. (1996), afirman que es indudable que los riesgos están directamente asociados a la eventualidad y/o sinergismo de múltiples factores propios de los organismos (tipo, cantidad, capacidad de resistencia, factores de virulencia) y del medio ambiente en sentido amplio (práctica de gestión de residuos, condiciones climáticas, densidad de los establecimientos zootécnicos, proximidad a establecimientos humanos, ...)

Presencia de patógenos en el purín

La carga bacteriana del purín porcino depende de múltiples factores: sus características fisico-químicas, la tasa de dilución, el tipo de animal del que procede (lechones, cebados, reproductores), el tipo de almacenamiento, etc. Por ello resulta extremadamente complejo establecer una carga bacteriana característica para estos residuos.

No obstante, según diversos estudios (DAUDÉN, 1995) la concentración de bacterias en el purín se encuentra entre los siguientes rangos:

Entre 2×10^4 y 3×10^{11} bacterias mesófilas/ml.

Entre 4×10^2 y 10^6 coliformes totales/ml.

Entre $2{,}6 \times 10^3$ y 10^4 coliformes fecales/ml.

Entre $1{,}8 \times 10^3$ y 10^4 estreptococos fecales/ml.

Entre 2×10^3 y 7×10^3 clostridios sulfito reductores/ml.

LARSEN y MUNCH (1982), establecieron una relación de bacterias de origen fecal o no, que potencialmente pueden ser vehiculadas por el estiércol líquido (cuadros 3 y 4).

RODRÍGUEZ MOURE y col. (1989) por un lado y TARRAFETA RUBIO (1991) por otro aislaron en purín porcino las bacterias que se recogen en las cuadros 5 y 6 respectivamente.

En cuanto a los agentes fúngicos implicados en residuos ganaderos de origen porcino, se encuentran (DAUDÉN, 1995):

• Hongos miceliares: *Geotrichum, Aspergillus, Scopulariopsis, Absidia* y *Mucor*, principalmente, que pueden actuar como complicantes de algunos procesos patológicos.

• Hongos levaduriformes: *Candida, Cryptococcus* y *Rhodotorula*. Los dos primeros implicados directamente en patologías graves animales y del hombre.

En opinión de STRAUCH (citado por CANCELLOTI y col., 1993), los residuos zootécnicos no son considerados como fuente de contaminación por hongos patógenos, si bien pueden constituir un substrato favorable para el desarrollo de micetos en general.

Por otra parte, respecto a los virus, a pesar de los pocos estudios realizados en animales, se ha constatado que un número importante se excreta por las heces y que muchos de ellos utilizan normalmente como método de difusión la ruta fecal-oral (DAUDÉN, 1995).

Cuadro 3. Bacterias que pueden ser excretadas por las heces
Table 3. Bacterial species excreted by feces

Bacterias	Transmisibles a	
	Animales	Hombre
Salmonella grupo gastroenteritis	+	+
Escherichia coli patógena	+	+
Yersinia enterocolítica	+	+
Clostriduim perfringens	+	+
Clostridium tetani	+	+
Clostridium botulinum	+	+
Pseudomona aeruginosa	+	+
Listeria monocytogenes	+	+
Erysipelothrix rhusiopathiae	+	+
Mycobacterium bovis	+	+
Mycobacterim avium	+	+
Mycobacterium paratuberculosis	+	–
Corynebacterium equi	+	–
Treponema hyodisenteriae	+	–
Bacillus anthracis	+	+
Campylobacter sputorum	(+)	+
Campylobacter fetus subsp. jejuni	(+)	+
Fusobacterium necrophorum	+	+

Fuente: LARSEN y MUNCH (1982).

Cuadro 4. Bacterias patógenas con localización prioritaria extra-enteral, que pueden ser excretadas al medio ambiente
Table 4. Bacterial pathogen with extra-enteric location, that could be excreted to environment

Bacterias	Transmisibles a	
	Animales	Hombre
Estafilococos	+	+
Estafilococos patógenos	+	+
Leptospira	+	+
Corynebacterium pyogens	+	–
Corynebacterium renale	+	–
Corynebacterium suis	+	–
Bordetella spp.	+	–
Haemophilus spp.	+	–
Brucella spp.	+	+

Fuente: LARSEN y MUNCH (1982).

Cuadro 5. Bacterias aisladas en purín porcino
Table 5. Bacterial species isolates from manure pig

Gram negativas		Gram positivas
Escherichia coli	*Achromobacter sp.*	*Corynebacterium spp.*
Enterobacter aglomerans	*Alcaligenes denitrificans*	*Staphylococcus sp.*
Edwarsiella tarda	*Alcaligenes odorans*	*Staphylococcus epidermis*
Morganella morganii	*Alcaligenes bronchisepticus*	*Micrococcus sp.*
Providencia alcalifaciens	*Pseudomonas cepacia*	*Micrococcus roseus*
Proteus vulgaris	*Pseudomonas testosteroni*	*Streptococcus faecalis*
Citobacter freundii	*Pseudomonas aeruginosa*	*Bacillus sp.*
Aeromonas salmonicida	*Pseudomonas maltophylia*	*Bacillus polymyxa*
Flavobacterium sp.		*Clostridium sp.*

Fuente: RODRÍGUEZ MOURE y col. (1989).

Cuadro 6. Diversidad bacteriana en los purines de una explotación de ciclo cerrado
Table 6. Microbial diversity in manure pig

Escherichia coli	*Acinetobacter sp.*	*Streptococcus faecalis*
Enterobacter sp.	*Moraxella sp.*	*Micrococcus sp.*
Serratia sp.	*Pseudomonas sp.*	*Kurtia zopfii*
Proteus mirabilis	*Pseudomonas aeruginosa*	*Arthrobacter sp.*
Proteus vulgaris	*Alcaligenes sp.*	*Bacillus sp.*
Salmonella sp.	*Staphylococcus*	*Clostridium sp.*
Citobacter sp.	*Streptococcus sp.*	

Fuente: TARRAFETA (1991).

CANCELLOTI y col. (1993) y STRAUCH y BALLARINI (1994) hacen referencia a una clasificación realizada por SELLERS (1981), según la cual establecen cuatro grupos de virus:

• Heces como principal vehículo de virus: enterovirus, reovirus, rotavirus, diarrea vírica porcina, gastroenteritis transmisible del cerdo, coronavirus, peste bovina, parvovirus, adenovirus, astrovirus .

• Heces como vehículo de virus: fiebre aftosa, enfermedad vesicular porcina, coxsackie, peste porcina clásica y peste porcina africana.

• Virus presentes probablemente en heces: exantema vesicular, fiebre del valle del Rift.

• Virus que no suelen estar presentes en heces: lengua azul, influenza porcina, rabia, peste equina, Louping ill, Maedi/visna, Parainfluenza, Aujeszky, Poxvirus, Ectima.

Por lo que respecta a parásitos, CANCELLOTTI y col. (1993), señala que las heces de porcino (cuadro 7) contienen regularmente ooquistes de *Eimeria* y frecuentemente huevos de diversos nemátodos intestinales. Entre éstos, *Ascaris* y ooquistes de coccidios representan el mayor peligro por su elevada resistencia.

Cuadro 7. Prevalencia y resistencia de agentes parasitarios en efluentes porcinos
Table 7. Prevalence and resistance of parasites in manure pigs

Parásito	Prevalencia[1]	Resistencia[2]
Protozoos		
Eimeria	+++	+++
Balantidium	+++	?
Helmintos		
Ascaris	++	+++
Oesophagostomun	++	++
Strongyloides	++	+
Hyostrongylus	+	++
Trichuris	+	++(+)
Fasciola	+	+++
Artrópodos		
Sarcoptes	+	?
Haematopinus	+	?

(1) +++ elevada, ++ frecuente, + ocasional.
(2) +++ alta, ++ intermedia, + baja.
Fuente: BÜRGER y STOYE (1978).

Factores que determinan la presencia y aislamiento de patógenos en el purín

Como factores que determinan la presencia de patógenos en el purín, al menos de los más relevantes: *Salmonela, Escherichia coli, Yersinia, Listeria, Erysipelothris rhusiopatiae, Micobacterias, Brucella, Treponema, Leptospira y Aeromonas hydrophila*; JONES (1982) señala los siguientes:

• Existencia de animales infectados en la explotación.

• Localización geográfica y especie animal.

• Número de microorganismos que pueden tener acceso al purín.

• Composición físico-química del purín. *Leptospira* es sensibles a pH extremos.

• Condiciones de almacenamiento y tiempo de retención. Normalmente, tras un periodo de almacenamiento de 20 días a 1 mes, la mayoría de los patógenos desaparecen o disminuyen considerablemente.

• Posibilidades técnicas de aislamiento. Algunos microorganismos requieren para su aislamiento técnicas selectivas y de enriquecimiento (*E. coli, Salmonella*). Otros, como *Brucella* o *Leptospira* sólo pueden aislarse si se encuentran en un número elevado.

• Por último, son factores asimismo importantes la longevidad y la resistencia de los microorganismos.

Supervivencia de patógenos en el purín

El uso de estiércol líquido supone la aparición de nuevos tipos de riesgos, derivados de la supervivencia (a veces durante largos periodos) e incluso multiplicación durante su almacenamiento, de muchos microorganismos de interés (RODRÍGUEZ FERRI, 1993).

Por regla general, los microorganismos patógenos no se replican en los efluentes zootécnicos. Los más resistentes y peligrosos, como *Salmonella spp.*o *Cryptosporidium*, pueden sobrevivir largo tiempo (hasta 1 año), pero la reducción progresiva de título tiende a reducir la carga microbiana, haciéndola relativamente peligrosa (CANCELLOTTI y col. 1993).

Los factores que condicionan la persistencia de microorganismos bacterianos, en relación a su supervivencia han sido puestos de manifiesto por distintos autores. Así, referidos a suelos y pastos JONES (1980) cita los siguientes:

- Número inicial de microorganismos.
- Humedad.
- Presencia de materia orgánica utilizable.
- Existencia de predadores.
- Concentración en sales orgánicas.
- pH.
- Efecto de la flora bacteriana del suelo.
- Temperatura ambiente.

STRAUCH (1987), destaca, entre los factores que determinan la longevidad de un microorganismo en el purín: el tipo de purín, la temperatura de almacenamiento, el serotipo (en el caso de *Salmonella*), el número de microorganismos presentes, el contenido en sólidos, el pH y la flora natural.

Según RODRÍGUEZ FERRI (1993), la temperatura (supervivencia mayor a temperaturas inferiores a 10 °C) y el contenido en materia seca del estiércol (mayor supervivencia en estiércol con más del 5% de materia seca) condicionan en su conjunto la viabilidad de los microorganismos. También han de considerarse otros factores como: tipo de estiércol, tipo de microorganismo o número inicial de gérmenes.

Para evaluar la supervivencia de los patógenos en el purín, el parámetro más utilizado es la tasa de descenso de la concentración (T 90) o tiempo de reducción decimal, es decir, el tiempo requerido para que se reduzca la población de un microorganismo determinado en un 90%. Para STRAUCH (1987), este parámetro es más significativo que el tiempo absoluto de extinción.

Diversos autores han estudiado la T 90, tanto para patógenos como para la flora indígena, en el purín porcino.

Salmonella, de acuerdo con STRAUCH (1987), puede sobrevivir más de 150 días en el purín, pero el 90% muere durante las primeras semanas, momento que coincide con un descenso del pH debido a la proliferación de ácidos grasos tóxicos para esa bacteria producidos por la flora bacteriana natural. Para *Leptospira*, según el mismo autor, se han descrito tiempos de permanencia de hasta 138 días, en diques de oxidación.

Según MUNCH y col. (1987), *Erysipelothrix rhusiopathiae*, persiste hasta 2-3 meses en tanques aireados de purín (a 18-20 °C) y 6-9 meses en los no aireados (6-9 °C). *Fusobacterium necrophorum*, no se detectó después de 6 días en lotes no aireados. *Yersinia enterocolítica* fue inactivada de forma rápida en condiciones de almacenamiento. *Clostridium perfringens* permanece durante períodos prolongados de tiempo, independientemente de la temperatura y aireación, dada su capacidad de esporulación. Los Estreptococos fecales sobreviven más que otros microorganismos, al menos a nivel experimental, independientemente de las condiciones de almacenamiento.

Respecto a los parásitos, en el purín de porcino, los huevos de *Ascaris suum* pueden aparecer en gran número sobreviviendo con capacidad infestante durante 267 días en suelo. No obstante, la viabilidad de los huevos de parásitos y larvas puede variar muy ampliamente, siendo especialmente prolongada en el caso de los huevos de *Ascaris spp.* y ciertos estadios larvarios de *Trichostrongylus.*

En el caso de los virus, por su propia naturaleza, la difusión indirecta de los mismos está condicionada íntimamente con su capacidad de supervivencia en el medio ambiente. No obstante, en relación con la supervivencia en los efluentes de explotaciones animales, se dan cifras muy diversas dependiendo de la época del año (por ejemplo, para el virus de la fiebre aftosa, entre 21 y 103 días), aunque, por lo general se dispone de pocos datos (RODRÍGUEZ FERRI, 1993). También para el virus de la Fiebre Aftosa, DONALDSON (1987) señala una pesistencia de 4 días en materia fecal sólida y 6 meses en purín en invierno. TURNER y col. (1999a, 1999b), afirman que el virus de la Enfermedad Vesicular Porcina se inactiva a temperaturas de 50-55 °C. En el purín acidificado la inactivación requiere 55-60°, debiéndose tal diferencia a la presencia de amoniaco libre en el purín no acidificado. El virus de la Peste Porcina Africana se inactiva a temperaturas de 53 °C con un pH de 8.

SOISSONS (1982), citado por DESCHAMPS y col. (1984), señala algunos ejemplos de supervivencia de microorganismos entre los que se encuentran: bacilo tuberculoso (en purín, 155 días y en suelo contaminado con purín, 2 años), bacilo paratuberculoso (246 días en heces), *Brucella abortus* (8 meses en purín), *Salmonella dublín* (de 20 a 130 días en purín según esté a 10° ó 30 °C), virus de la enfermedad de Aujeszky (30 minutos a 56 °C, 8 días a 37 °C y 30 días a 4 °C), larvas de helmintos (permanecen vivas en purín, aunque con la vitalidad disminuida, en torno a 3 meses).

Transferencia de resistencia a agentes antimicrobianos

La cría animal intensiva necesita del uso de medicamentos veterinarios para prevenir y tratar enfermedades.

Sustancias de acción antimicrobiana son usadas a propósito e inoportunamente en la explotación zootécnica, con fines diversos y por medio de vías diferentes. En muchos casos su empleo se prolonga en el tiempo (promotores de crecimiento) y en otros las dosis y modalidad de suministro son decididos por el ganadero sin ningún control veterinario. No es infrecuente encontrar aplicaciones de terapias antibióticas sin ninguna motivación lógica. Todo ello está favoreciendo la creación y/o aumento de poblaciones de microorganismos resistentes en los organismos animales y, como consecuencia, su difusión en el medio ambiente y su presencia en los alimentos de origen animal y vegetal destinados al hombre CANCELLOTI y col. (1993).

Los primeros casos de resistencia observados se detectaron en el hombre y los animales tras iniciarse el empleo de los antibióticos y de las sulfamidas. Su aparición es consecuencia de la capacidad de las bacterias de evolucionar y de adaptarse al medio en que habitan. Esta aparición de cepas resistentes puede ocurrir en una zona geográfica determinada y en una especie bacteriana. Sin embargo, las bacterias tienen capacidad para compartir su información genética, diseminando la resistencia a otros géneros de bacterias (ANADÓN y col. 1999, ANADÓN y MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, 1999).

STRAUCH y BALLARINI (1994) señalan que el incremento del uso de antibióticos en ganadería produce un aumento del número de bacterias resistentes y que la transmisión de bacterias patógenas resistentes de animales al hombre se considera una amenaza. Así, *E. coli* resistente de origen animal también puede alcanzar el intestino del hombre por contacto directo con excrementos animales o vía cadena alimentaria. Hay cepas de *E. coli* resistentes de origen animal que pueden permanecer en el tracto digestivo humano durante algún tiempo.

Si bien es cierto que algunos estudios realizados a cerca de la persistencia en estiércol de antibióticos ampliamente empleados en producción porcina, como la tylosina, demuestran que en condiciones metanogénicas, su vida media es inferior a 2 días (LOKE y col., 2000).

Efectos de los tratamientos de depuración

La gestión y el tratamiento del estiércol y de los purines, en las explotaciones de porcino, es un aspecto que adquiere mayor relevancia dada la sensibilidad social hacia el tema y el obligado cumplimiento de una legislación cada vez más restrictiva al respecto (LANAJA y col. 1997).

Para la consecución de una optimización en la gestión y tratamiento del estiércol y purines, generados en una explotación, es esencial minimizar antes su producción tanto a nivel de su volumen como de su poder contaminante (VILAFRANCA, 1997).

Para STRAUCH y BALLARINI (1994), a pesar de la gran cantidad de agentes infectivos que pueden estar presentes en el purín (bacterias, virus, hongos y parásitos) hay pocas publicaciones sobre la transmisión de enfermedades de animales al hombre a través del purín, tratado o no tratado. Sin embargo, existe un riesgo que puede ser reducido a proporciones aceptables si se tiene cuidado en el uso y tratamiento del mismo (GASPAR y col. 1990).

DE LA PUENTE REDONDO (1998) asegura que el estiércol filtrado presenta menor contenido en bacterias que el no filtrado.

El tratamiento más simple a que pueden someterse los purines es el almacenamiento. Este, según numerosos autores, permite reducir el número de microorganismos viables JONES (1982), MUNCH y col. (1987), STRAUCH (1987), TORRE (1989), RODRÍGUEZ FERRI (1993).

Sin embargo, y aunque con carácter general, se admite que la mayoría de los patógenos bacterianos se reducen durante el almacenamiento, RODRÍGUEZ FERRI (1993), señala que se ha descrito no sólo la supervivencia sino también la multiplicación de algunas bacterias como las salmonellas en el purín durante el almacenamiento.

En consecuencia, resulta evidente que no se puede asumir que el mero almacenamiento garantice una desinfección por lo que los sustratos infectados requieren otros tratamientos (STRAUCH, 1982).

Los tratamientos aplicables a los purines pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

- *Pretratamientos*: Separación de las aguas pluviales del purín, separación de sólidos-líquidos, fluidificantes y/o desodorizantes.

- *Tratamientos: Físico-químicos* (adición de coagulantes y floculantes, desecación, acidificación con deshidratación, espesamiento) y *biológicos*. Estos últimos aprovechan la flora microbiana propia de los purines y permiten la degradación y reducción de su carga contaminante con generación de procesos de nitrificación/desnitrificación (aerobios y ana-

erobios) (BORTONE y TILCHE, 1994, COILLARD 1990, COILLARD y col. 1994).

• *Post-tratamientos*: Lagunaje, filtro verde, físico-químicos.

• *Tratamientos integrales*: Combinan los anteriores.

Por sus efectos sobre los microorganismos presentes nos referiremos principalmente a los tratamientos biológicos, tanto los aerobios como los anaerobios.

Con el tratamiento aerobio se reduce el número de *Staphylococcus, Enterococcus, Salmonella* y coliformes pero aumenta la presencia de *Acinetobacter*. En general, la T-90 es menor en todos los microorganismos, incluso en los enterococos (DAUDÉN, 1995).

HEROLD y col. (1999) señalan que las fermentaciones aerobias a 50° durante 3 horas, producen una reducción efectiva de la capacidad de supervivencia de *Salmonella typhimurium y E. coli*. Por el contrario las variaciones en el pH que se producen durante la fermentación no tienen influencia sobre la supervivencia de las bacterias, incluso cuando se emplean en condiciones mesófilas. A su juicio, la realización práctica de fermentaciones aerobias-termófilas con vistas a la desinfección de los estiércoles resulta cuestionable dadas las complicaciones técnicas que exige y ello a pesar de que resulte muy efectiva como método de higienización de los productos finales de la fermentación.

Por otro lado, se estima que una reducción del 99% en el contenido de *Salmonella* a nivel de granja podría lograrse usando un proceso de aireación mantenido durante 2-5 semanas, tanto en los estiércoles de vacuno (*S. infantis*) como de porcino (*S. typhimurium*). Los mecanismos implicados no se han dilucidado pero parece que tiene un efecto importante las variaciones en el pH que se producen durante la oxigenación del purín (HEINONEN y col. 1998).

Tras el tratamiento anaeróbico, *S. typhimurium* desapareció en 9 días, aunque puede sobrevivir más tiempo. En cualquier caso, el microorganismo anterior y otros como *Klebsiella, Shigella, Salmonella, Mycobacterium, Staphylococcus y Pseudomonas* disminuyen considerablemente su número. En cambio, los esporulados *Clostridium perfringens C* y *Bacillus cereus* resisten bien este proceso.

Este tratamiento puede realizarse en condiciones mesofílicas (35 °C) o termofílicas (53 °C), siendo la supervivencia menor con esta última temperatura. Sin embargo, no sólo la temperatura influye en el valor T-90 en este proceso, también lo hacen la especie bacteriana, la falta de oxígeno y la presencia de amoniaco libre.

Normalmente, *E. coli, S. typhimurium, Y. enterocolítica* y *L. Monocytógenes*, disminuyen rápidamente su número por la necesidad de competir por los nutrientes tipo carbohidratos con las bacterias metanogénicas, mientras que *Clostridium jejuni* utiliza aminoácidos y vitaminas liberados durante la degradación del material protéico y células muertas, siendo baja la competencia por estos sustratos, por lo que su persistencia es mayor. En cualquier caso, la digestión anaeróbica resulta más efectiva para la eliminación de partículas víricas (bacteriófagos) que para bacterias (DAUDÉN, 1995, HAAS y col. 1995).

LARSEN y col. (1994) afirman que el tratamiento termófilo unido a la digestión mesófila como pretratamiento termófilo producen una reducción significativa de las bacterias patógenas vegetativas y parásitos intestinales normalmente presentes en los estiércoles, por lo que los productos finales pueden usarse directamente sobre los suelos

de cultivo. No ocurre lo mismo en el caso de la digestión mesófila aislada.

Riesgos ambientales y agrícolas

El destino natural del estiércol, según RODRÍGUEZ FERRI (1993), es su distribución en el terreno con el fin de mejorar su fertilidad, por lo que sólo debe esperarse riesgo de contaminación si existen metales pesados o si se vehiculan patógenos importantes, en coincidencia, sobre todo, con algún tipo de fertilización de elevado riesgo (aspersión, verduras y hortalizas, frutas). Sin embargo, cuando el suelo se utiliza para almacenar estiércol y/o purines, si se produce una grave contaminación de la zona, incluyendo las aguas superficiales o subterráneas.

La mayor parte de los residuos producidos por instalaciones agropecuarias, en España, son vertidos directamente al suelo o a los cauces de agua sin ningún tipo de control o tratamiento (MUÑOZ REOYO, 1998).

Medio acuático

El medio acuático se considera como un medio susceptible de recibir residuos ganaderos, bien por vertido directo a los cauces fluviales o bien de una forma indirecta por escorrentía, desbordamiento, lixiviados, etc. Los efectos se reflejan en modificaciones de la calidad del agua, alteraciones sobre organismos acuáticos, destrucción del hábitat y producción de sustancias tóxicas. La magnitud de las consecuencias está relacionada con la periodicidad y características del vertido y las propias del medio receptor. Se originan así alteraciones que bien pueden llegar a ser asimiladas o por el contrario producen problemas patológicos en las poblaciones que viven y dependen de ese medio. Evidentemente, entre los componentes del residuo relevantes para el medio acuático, se encuentran los microorganismos (CARBALLO SANTAOLALLA, 1997, HOODA y col., 2000).

Los riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas están asociados a la dosis máxima por hectárea que depende de la naturaleza del suelo, del relieve y del tipo de cultivo. La importancia de esta vía viene dada por la diseminación de *Y. enterocolitica* responsable de varias infecciones humanas (DAUDÉN, 1995).

Suelo

El estiércol y los purines animales son una valiosa fuente de nutrientes para el suelo que incrementa el contenido en materia orgánica y mejora las condiciones físicas del suelo para el crecimiento de las plantas (BAGUER y col., 2000)

Pero si no se realiza una gestión agroambiental adecuada, que implica una correcta dosificación con criterios definidos la ganadería actuará como foco emisor de contaminación del suelo. En ganadería intensiva es necesario tener en cuenta, la posibilidad de derrames de purines por rebosamiento de las balsas que pueden dispersarse en zonas de pendiente hacia terrenos próximos, el almacenaje incorrecto en zonas elevadas o vaguadas y la incorrecta aplicación de purines.

Según DAUDÉN (1995), las salmonellas pueden sobrevivir en determinadas condiciones en el suelo hasta 3 meses y *E. coli*, más de 12 semanas. En cambio, *L. monocytogenes* posee una supervivencia muy limitada.

No obstante, la mayoría de patógenos disminuyen drásticamente su concentración

en 2-3 meses, solo perviven más tiempo si la concentración inicial es elevada.

Entre las condiciones del suelo que influyen sobre la pervivencia de los microorganismos, se pueden citar:

- pH.
- Sustancias tóxicas presentes en los residuos.
- Temperatura.
- Antibióticos del suelo.
- Luz solar.
- Organismos antagonistas.
- Niveles de nutrientes.

Pastos y cultivos

Es preciso tener en cuenta esencialmente, la no aplicación de residuos sin los debidos tratamientos previos sobre cultivos y el periodo desde la aplicación hasta su recogida o aprovechamiento (VEBA y ANGULO, 1997).

No representa un peligro sanitario claro, pero por ejemplo, *L. monocytogenes* de acantona en la rizosfera y puede pasar a contaminar tubérculos que posteriormente se utilizarán en la alimentación. *E. coli*, sobrevive entre 1 y 2 semanas y *Salmonella* apenas resiste. En general, las condiciones de supervivencia de los microorganismos en estos sustratos son muy limitadas puesto que dependen de factores como:

- Humedad.
- Existencia de predadores
- Temperatura.
- Presencia de materia orgánica utilizable.
- pH.
- Concentración de sales inorgánicas.
- Número inicial de microorganismos.

En cualquier caso, en opinión de BEAUCHAT (1997) patógenos tales como *L. Monocytogenes, Cl. Botulinum, B. cereus*, se encuentran presentes de forma natural en determinados suelos de manera que su presencia en los productos frescos no es rara. Otros microorganismos como *Salmonella, E. coli, Campilobacter jejuni, Vibrio cholerae*, parásitos y virus pueden contaminar los productos frescos a través de muy diversos vehículos: estiércoles no tratados o tratados de forma incorrecta, agua de riego contaminada con ellos y otros vectores.

Sin embargo, GAGLIARDI y col. (2000), afirman que la presencia de estiércol eleva el número total de bacterias en todos los tipos de suelos salvo en los cultivados.

Legislación

La nueva situación creada con la intensificación ganadera y su incidencia sobre el medio ambiente ha obligado a que en las nuevas directivas europeas sobre medio ambiente se contemple la ganadería intensiva, especialmente la porcinocultura y la avicultura, como actividades que deben ser reguladas tanto en lo que respecta a las propias instalaciones ganaderas como en lo referente al correcto reciclado de estiércoles (BIBERIEGO, 2000).

PÉREZ BONILLA (1999), agrupa la legislación medioambiental que afecta a la producción ganadera en cuatro grandes apartados: normativa sobre impacto ambiental de las explotaciones, sobre vertido, sobre residuos y sobre aplicación agrícola del estiércol.

La aplicación de esta normativa se refiere únicamente a las explotaciones ganaderas intensivas, ya que en España el efecto contaminante de la ganadería extensiva es muy escaso puesto que la carga ganadera no supera los límites a partir de los cuales se podría considerar como perjudicial para el medio ambiente.

Aunque desde el punto de vista legislativo las exigencias medioambientales de la ganadería son cada día más amplias, actualmente para el sector ganadero la principal preocupación se refiere a la eliminación de los estiércoles (BIBERIEGO, 2000).

Las disposiciones que, directa o indirectamente, están relacionadas con los residuos de origen animal, su producción, aprovechamiento, tratamiento y/o eliminación son muy numerosas tanto en el ámbito de la Unión Europea, como en el nacional y en el autonómico. En la relación siguiente se citan aquellas que se han considerado más interesantes:

- De la *Unión Europea*:
  - Directiva 91/156/UE, que modifica la directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. D.O. n.° L 337 de 31.12.91. p. 48.
  - Directiva 91/676/CEE, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrario. D.O. n.° L 375 de 31.12. 1991. p. 1.
  - Directiva 96/61/UE relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC) n.° L 257/26, de 10.10. 1996. p. 26.
  - Directiva 97/11/UE, que modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evolución de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. D.O. n.° L 73 de 14.3. 1997.
- De *ámbito nacional*:
  - R.D. 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. BOE n.° 292, 7.12. 1962.
  - Ley 29/1985 de Aguas, de 2 de agosto de 1985, modificada por la Ley 46/1999 de 1 de diciembre de 1999. BOE n.° 298, 14.12. 1999.
  - Ley 10/1998 de Residuos de 21 de abril. BOE n.° 96, 22 de abril de 1998.
  - R.D. 849/1986, de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. BOE n.° 103, de 30.4. 1986.
  - R.D. 1131/1988, de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del R.D. 1302/1986, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental.
  - R.D. 1310/1990, de 29 de octubre que regula la utilización de lodos de depuración.
  - R.D. 676/1991 sobre contaminación por nitratos.
  - O.M. de 26 de octubre de 1993 sobre utilización de lodos de depuradora en agricultura.
  - R.D. 261/1996, de 16 de febrero relativo a la protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. BOE n.° 61. 11.3. 1996.
  - Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. BOE n.° 96, 22 de abril de 1998.
  - R.D. 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. BOE n.° 58. 8.3.2000. Modifi-

cado por R.D: 3483/2000 de 29 diciembre.

• De la *Comunidad Autónoma de Aragón*:

- Decreto 109/1986, de 14 de noviembre, intervención de la DGA en RAMINP.
- Orden de 28 de noviembre de 1986 que desarrolla la anterior.
- Orden de 8 de abril de 1987, de la DGA por la que se aprueba la Instrucción para la aplicación del RAMINP en instalaciones y explotaciones ganaderas.
- Orden de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
- Decreto 88/1994, de 12 de abril, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la concesión de subvenciones para el tratamiento de estiércoles fluidos porcinos.
- Orden de 9 de mayo de 1994, conjunta de los Departamentos de Agricultura, Ganadería y Montes, de Medio Ambiente, de Ordenación del Territorio, Obras Públicas y Transportes y de Sanidad y Consumo, por la que se aprueba la Instrucción para la aplicación del RAMINP a las balsas destinadas para la desecación de los estiércoles fluidos generados en las explotaciones porcinas. BOA n.º 74. 20.6. 1994.
- Decreto 116/1994, de 31 de mayo por el que se regula la concesión de ayudas para la mejor de las infraestructuras sanitarias de las explotaciones porcinas.
- Decreto 117/1994, de 31 de mayo por el que se regulan las ayudas para la mejora de las estructuras agrarias.
- Decreto 77/1997, de 27 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la C.A. de Aragón y se designan determinadas áreas Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. BOA n.º 66. 11.6. 1997.
- Decreto 200/1997, de 9 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueban las Directrices Parciales Sectoriales sobre Actividades e Instalaciones Ganaderas. BOA n.º 147. 22.12. 1997.
- Decreto 158/1998, de 1 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la capacidad de las explotaciones porcinas en la C.A. de Aragón. BOA n.º 103. 2.9. 1998.

En el ámbito europeo los residuos se regulan por la Directiva 91/156/UE que modifica la Directiva 75/442/CEE, relativa a los residuos y traspuesta a la legislación española por la Ley 10/1998 de Residuos, de 21 de abril. En esta norma se contempla que, no serán considerados como residuos, a los efectos de esta ley, los estiércoles ganaderos y otros residuos agrícolas no peligrosos. Cuando se utiliza en el marco de las explotaciones agrarias, de acuerdo con su disposición adicional 5ª, la regulación se efectuará mediante la aplicación del R.D. 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, y por la normativa complementaria a lo establecido en dicha norma que se aprobara por el Gobierno. De acuerdo con la mencionada disposición adicional 5ª, cuando los estiércoles se usen en agricultura como abono, no se considerará que se está efectuando una operación de vertido según lo establecido en el artículo 92 de la Ley 29/1985 de Agua.

Con la aparición de esta legislación se devuelve a los estiércoles, incluidos los purines, el papel de fertilizante orgánico-mineral que siempre han tenido y su regulación, cuando se empleen en agricultura, será similar a la del resto de fertilizantes.

Sin embargo, si los residuos procedentes de las explotaciones ganaderas se eliminan vertiéndolos a los cauces públicos deberán someterse previamente a procesos de depuración para cumplir con las exigencias establecidas en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/1986) que desarrolla los títulos I, IV, VI, VII de la Ley 29/1985 de Aguas.

El rápido crecimiento experimentado, en los últimos años, por la producción porcina española ha dado lugar a una nueva realidad productora, sanitaria, económica y medioambiental que ha obligado a la promulgación de una nueva norma adaptada a las necesidades actuales y que permita un correcto desarrollo futuro del sector porcino. El R.D. 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas recoge, además, la nueva normativa europea vigente en materia de higiene, sanidad animal, bienestar de los animales y medio ambiente.

Uno de los pilares básicos del Real Decreto, es la regulación de la correcta gestión de los estiércoles de las explotaciones porcinas que podrá realizarse por cualquiera de los siguientes prodedimientos:

a. *Valorización como abono orgánico-mineral:*

Para ello las explotaciones deberán cumplir una serie de requisitos:

- Disponer de balsas de estiércol cercadas e impermeabilizadas con capacidad para almacenar la producción de, al menos, tres meses.
- Distancias mínimas a otras explotaciones, núcleos urbanos y cursos de aguas.
- Acreditar que se dispone de superficie agrícola suficiente, propia o concertada, par la utilización de los estiércoles como fertilizantes.
- Incluye un plan de producción y gestión de estiércol de obligado cumplimiento para todas las aplicaciones de estiércol en zonas vulnerables y en el resto del territorio cuando la aplicación supere la dosis de 210 kg de N por Ha/año.

b. *Tratamiento de estiércoles mediante compostaje, secado artificial y otros procesos:*

En estos casos la regulación se efectuará según los establecido en la Ley 10/1998 de Residuos.

c. *Eliminación de estiércoles mediante vertido*:

Sometido a autorización regulada en la Ley 29/1985 de Aguas y en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

d. *Entrega de estiércoles a centros de gestión*:

La gestión de estiércoles, bien para su tratamiento o para su uso como abono, podrá ser realizada por un centro de gestión debidamente autorizado y registrado.

La actividad se realizará de tal forma que se evite la difusión de enfermedades.

Recomendaciones y conclusiones

En general, la mayor parte de los residuos ganaderos pueden ser recuperados, reutilizados y reciclados. Para ello, es necesario, según CALLEJO y DÍAZ (1998):

• Reducir al máximo la producción de residuos.

• Reutilizar y reciclar los residuos en la misma explotación ganadera.

• Tratar el mínimo posible, ya que esta operación, generalmente, es costosa.

La gestión correcta del estiércol o del purín, principales causas de impacto ambiental de la ganadería intensiva requiere, como mínimo, incidir en tres aspectos fundamentales:

• Minimizar su producción.

• Modificar su composición.

• Realizar un almacenamiento, transporte y aplicación correctas, siempre pensado en su utilización como fertilizante.

Con objeto de reducir la posible transmisión de agentes infecciosos, MORRISON y MARTIN ya en 1977 (citado por STRAUCH, 1978), aconsejan tener en cuenta las siguientes precauciones respecto a los estiércoles líquidos:

• Los residuos animales y humanos deben ser adecuadamente tratados para reducir la presencia de patógenos a niveles lo más bajos posible.

• No aplicar purines a cultivos que vayan a ser consumidos o pastados, a menos que se deje transcurrir el tiempo necesario para eliminarlos o los productos agrícolas sean minuciosamente limpiados o esterilizados.

• Limitar las cantidades añadidas en una zona determinada, para reducir la probabilidad de una acumulación de los patógenos.

• Poseer un adecuado conocimiento de la geología e hidrología de los campos y de las aguas subterráneas (de modo particular en las cercanías a fuentes).

• Evitar centros de poblaciones humanas de alta densidad, donde vectores como el viento, insectos y roedores puedan actuar como vehiculadores.

• Mantener un elevado nivel de inmunidad donde sea posible en las poblaciones humana y animal con el fin de reducir los riesgos epidemiológicos.

• Control de la sanidad del área, tanto humana como animal, con el fin de reducir los niveles elevados de microorganismos infecciosos en residuos y suelos que los reciben.

Finalmente, y como conclusión, destacaríamos los siguientes aspectos:

• El purín, y el estiércol en general, procedente de explotaciones de cría intensiva de animales, puede contener microorganismos patógenos en concentraciones variables dependiendo de múltiples factores. Por tanto, el manejo de estos residuos debería realizarse con las debidas precauciones y medidas de seguridad.

• La supervivencia de microorganismos patógenos en purín y el efecto sobre la misma de los distintos tratamientos de depuración, se ha estudiado para algunos agentes (*Salmonella, Clostridium, Yersinia*) pero es prácticamente desconocida para muchos otros.

• En general, el papel epidemiológico del estiércol y el purín en el medio ambiente se ha estudiado poco.

• Las medidas legislativas existentes que, en alguna medida, regulan la producción, el uso del purín como fertilizante y su posible tratamiento hacen especial énfasis en su poder contaminante del medio como fuente, principalmente, de nitrógeno. Sin embargo, el papel que juega como posible vector de enfermedades de los animales y del hombre queda relegado a un segundo plano.

Bibliografía

AHL A.S., BUNTAIN B., 1997. Risk and the food safety chain: animal health, public health and the environment. Rev Sci Tech., 1997, 16(2), 322-330.

ANADÓN A., MARTÍNEZ-LARRAÑAGA M.R., 1999b. Residues of antimicrobial drugs and feed additives in animal products: Regulatory aspects. Livest. Prod. Sci., 59(2-3), 183-198.

ANADÓN A., MARTÍNEZ-LARRAÑAGA M.R., MARTÍNEZ M.A., 1999a. Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal (II). Industria Farmacéutica, XIV(2), 111-120.

ANADÓN A., MARTÍNEZ-LARRAÑAGA M.R., MARTÍNEZ M.A., 1999. Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal (I). Industria Farmacéutica, XIV(1): 113-118.

ARENAS C., 1993. Introducción al Derecho Medioambiental. Boletín de Estudios Económicos, Vol. XLVIII-n.° 150(12), 503-552.

ASIEGBU J.E., OIKEH S., 1995. Evaluation of the chemical composition of manure from different organic wastes and their potential for supply of nutrients to tomato in a tropical ultisol. Biol. Agric. Hort., 12, 47-60.

BAGUER A.J., JENSEN J., KROGH P.H., 2000. Effects of the antibiotics oxytetracycline and tylosin on soil fauna. Chemosphere, 2000, 40(7), 751-757.

BASCUAS J.A., RODRÍGUEZ A.A., GASPAR P., GIL J., CUADRAT J.M., GRACIA M., TERREROS J., BAGUER A.J., AMIGOT J.A., DÍAZ-OTERO A., 1997. Aspectos de control ambiental de instalaciones de ganado porcino. Información Técnica del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A., 31, 12-22.

BEAUCHAT L.R., RYU J.H., 1997. Produce handling and processing practices. Emerg. Infect. Dis., 3(4), 459-465.

BELLIDO N., PORCEL M.A., DELGADO M., MIRALLES R., BIGERIEGO M., 1997. Estudio sobre la reutilización en agricultura de residuos de ganado porcino. Cultivo de maíz y análisis de lixiviados. Porci, 41, 59-65.

BIBERIEGO M., 2000. La legislación medioambiental y el sector porcino. Real Decreto 324/2000, sobre normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. Porci, 58, 53-61.

BIGERIEGO MARTÍN DE SAAVEDRA M., 1998. Gestión de purines: depuración y reutilización. SEPOR'98, 24-47, Murcia (España).

BORTONE G., TILCHE A., 1994. El tratamiento de las deyecciones porcinas con los reactores SBR. Mundo Ganadero, 1994(1), 60-67.

BOUZAHER A., LAKSHMINARAYAN P.G., JOHNSON S.R., JONES T., JONES R., 1993. The economic and environmental indicators for evaluating the national pilot projet on livestock and the environment. Staff Report 93-SR 64. Center for Agricultural and Rural Development (Iowa State University). 29 pp.

CALLEJO A., DÍAZ V., 1998. Medidas correctoras de la contaminación ganadera. Mundo Ganadero, 1998 (4), 26-29.

CANCELLOTTI F.M., FARINA L., SELLI L., 1993. Aspectos sanitarios en la gestión de los residuos. Mundo Ganadero, 1993(4), 50-61.

CARBALLO SANTAOLALLA M., 1997. Valoración del impacto ambiental de los residuos ganaderos en el medio acuático. Porci, 41, 29-35.

CARBALLO SANTAOLALLA M., MUÑOZ REOYO M.J., 2000. Principales problemas sanitario-ambientales que afectan a la ganadería extensiva e intensiva. Porci, 58, 63-74.

COILLARD J., 1990. Les procédés de traitement des lisiers de porcs. Techni-Porc, Abr., 45-57.

COILLARD J., PRADAL G., BUATIER C., 1995. Le traitement à la ferme des lisiers de porc. Étude d'un procédé extensif de type "lagunage naturel". Techni-Porc, Ene., 29-45.

COLE D.J., HILL V.R., HUMENIK F.J., SOBSEY M.D., 1999. Health, safety, and environmental concerns of farm animal waste. Occup. Med., 14(2), 423-448.

COMPAIRE FERNÁNDEZ C., 1981. Importancia de las deyecciones de los animales. Nuestra Cabaña, Abr., 19-24.

DALMAU F.I., JOVER M., 1994. Tratamiento de purines. Mundo Ganadero, 4, 46-53.

DAUDÉN IBÁÑEZ A., 1995. Estudio de la microflora bacteriana aeróbica y fúngica de interés sanitario y medioambiental, en los purines porcinos generados en a provincia de Teruel. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 297 pp.

DE JUANA SARDÓN A., 1983. La incidencia de las explotaciones ganaderas sobre la contaminación ambiental. Ganado Porcino, 1, 3-13.

DE LA PUENTE REDONDO V.A., GUTIÉRREZ MARTÍN C.B., DEL BLANCO N.G., RODRÍGUEZ FERRI E.F., 1998. The effect of N-duopropenide (a new desin-

fectant with quaternary ammonium iodides) and formaldehyde on survival of organisms of sanitary interest in pig slurry. Zentralbl. Veterinarmed. [B], 45(8), 481-493.

DE LA TORRE A.I., RUEDA O., 1997. Estudio técnico del impacto ambiental de una explotación porcina. Porci, 41, 47-57.

DE LA TORRE A.I., SÁNCHEZ VIZCAÍNO J.M., 1999. Puntos críticos en la sanidad integral de las explotaciones porcinas. Porci, 50, 11-25.

DESCHAMPS V., HEDUIT M., GRISPERAY G., BESSEMOULIN J., 1984. L'Elevage porcin et l'environnement. Recommandations thecniques. Institut Technique du Porc et GIDA. París. 100 pp.

DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN (D.G.A.). 2000. Anuario Estadístico Agrario 1999. Departamento de Agricultura.

DONALDSON A.J., 1987. Foot-and-mouth disease: the principle features. Irish. Vet. J., 41, 325-327.

FLOTATS X., 2000. Gestión y tratamiento de purines de cerdo. Informativo porcino, 11, 40-41.

GAGLIARDI J.V., KARNS J.S., 2000. Leaching of *Escherichia coli* O157:H7 in diverse soils under various agricultural management practices. Appl. Environ. Microbiol., 66(3), 877-883.

GARCÍA-MINA FREIRE J.M., 1999. Utilidad potencial de los residuos ganaderos para usos agrícolas. Frisona Española, 113, 84-95.

GASPAR P., BASCUAS J.A., GRACIA M., TARRAFETA L., 1987. Patología ambiental: evaluación del impacto de dos granjas de ganado porcino. Anaporc, 55, 48-57.

GASPAR SAN MARTÍN P., CALVO IRUEGA M., RODRÍGUEZ MOURL A.A., BASCUAS J.A., TARRAFETA L., TERREROS J., 1990. Evolución de la digestión de purines de cerdo mediante lagunaje profundo: Ensayo físico-químico y aprovechamiento como abono. Anaporc, 88, 82-89.

HAAS B., AHL R., BOHM R., STRAUCH D., 1995. Inactivation of viruses in liquid manure. Rev. Sci. Tech., 14(2), 435-445.

HEINONEN TANSKI H., NISKANEN E.M., SALMELA P., LANKI E., 1998. *Salmonella* in animal slurry can be destroyed by aeration at low temperatures. J. Appl. Microbiol., 85(2), 277-281.

HEROLD T., KLICHE R., HENSEL A., 1999. Effect of aerobic fermentation on the survival *of Salmonella typhimurium* (DT 104) and *Escherichia coli* in swine liquid manure. Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr., 112(12), 448-453.

HILLIGER H.G., 1982. Animal health problems resulting from agricultural wastes. En: WALTON J.R. y WHITE E.G. (eds.). Communicable diseases resulting from storage, handling, transport, and landspreading of manures. Commission of the European Communities, EUR. 7626. Luxembourg: 17-46.

HOODA P.S., EDWARDS A.C., ANDERSON H.A., MILLER A., 2000. A review of water quality concerns in livestock farming areas. Sci. Total. Environ., 250 (1-3), 143-167.

JONES P.W., 1980. Health hazards associated with the handling of animal wastes. Vet. Rec., 106, 4-7.

JONES P.W., 1982. Waste and Animal health. Public. Health. Eng., 10, 35-39.

LANAJA J., CALVO M., VILLALBA J.A., MATESÁNZ J., IGUAL J.R., 1997. Estudio analítico de una planta piloto para el tratamiento de purines. Anaporc, 170, 74-81.

LARSEN, HE; MUNCH, B. 1982. Ocurrence and survival of pathogenic bacteria in cattle and pig slurry. En: WALTON, J.R.; WHITE, EG (eds).- Communicable diseases resulting from storage, handling, transport, and tanspreading of manures. Commission of the European Communities. EUR. 7627. Luxembourg. p: 161-174.

LARSEN H.E., MUNCH B., SCHLUNDT J., 1994. Use of indicators for monitoring the reduction of pathogens in animal waste treated in biogas plant. Zentralbl. Hyg. Umweltmed., 195(5-6): 544-555.

LEVASSEUR P., 1998. Composition des lisiers de porc. Facteurs de variation et methodes d'évaluation. Techni-Porc, 21, 19-25.

LEVASSEUR P., 1998. Mieux connaitre les lisiers de porc. compositions, volumes et analyses. Institut Technique du Porc. París. 30 pp.

LOKE M.L., INGERSLEV F., HALLING-SORENSEN B., TJORNELUND J., 2000. Stability of Tylosin A in manure containing test systems determined by high performance liquid chromatography. Chemosphere. 40(7), 759-765.

MARTÍNEZ PEREDA J.A., CARBONELL G., 1996. Riesgo medioambiental de la utilización agraria de purines. Porci, 31, 27-33.

MAULE A., 2000. Survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157 in soil, water and on surfaces. Symp. Ser. Soc. Appl Microbiol., 29, 71S-78S.

MAYR-HARTING A.M., HEDGES A.J., BERKELEY R.C., 1982. Methods for studying bacteriocins. Symp. En: NORRIS J.R. y RIBBONS D.W. (eds.) Academic Press. London/New York. 315 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). 1998. Anuario estadístico agrario 1997.

MUNCH B., LARSEN H.E., AALBAEK B., 1987. Experimental studies o nthe survival of pathogenia and indicator bacteria in aereated and nonaereated acttle and pig slurry. Biol. Wastes., 22, 49-65.

MUÑOZ REOYO M.J. 1999. Nuevos conceptos de medio ambiente que afectan a la ganadería en general y al sector porcino en particular. Producción Animal, 145, 23-38.

MUÑOZ REOYO M.J., CASTAÑO A., 1997. Las explotaciones porcinas en nuestro país. Gestión medioambiental en el marco de la U.E. Porci, 41, 13-27.

MUÑOZ REOYO M.J., DE LA TORRE A., FERNÁNDEZ C., 1996. Valoración toxicológica de la fracción orgánica de purines de cerdo. Porci, 31, 53-66.

MUÑOZ REOYO M.J., DÍEZ LÓPEZ J.A., 1999. Valoración experimental de la aplicación de purines en campo. Porci, 50, 37-51.

PÉREZ BONILLA Q., 1999. Legislación medioambiental en explotaciones ganaderas. Mundo Ganadero. Abr., 32-37.

PRATS I.LL., 1999. Posibles soluciones al tratamiento de subproductos. Mundo Ganadero, 110, 38-45.

PRATS y ROSELL I., 2000. Legislación sobre las deyecciones ganaderas. Mundo Ganadero, Mar., 52-58.

RODRÍGUEZ FERRI E.F., 1993. Control de excretas en las granjas. Aspectos sanitarios de la contaminación por sus residuos. Porci, 18, 19-28.

RODRÍGUEZ FERRI E.F., 1994. Aspectos sanitarios de la contaminación por residuos. Porci, 19, 19-28.

RODRÍGUEZ MOURE A.A., BASCUAS J.A., GASPAR SAN MARTÍN P., TARRAFETA L., PÉREZ-ORDOYO L., PELLICER ALONSO S., 1989. Microorganismos bacterianos aislados en un ensayo de depuración de purines de cerdo mediante lagunaje profundo. Anaporc, 75, 5-7.

RODRÍGUEZ MOURE A.A., BASCUAS J.A., LATRE CEQUIEL M.V., 1990. Microecología bacteriana aeróbica y facultativa del aparato reproductor de cerdos y de ambiente en explotaciones porcinas. Anaporc, 89, 5-17.

RODRÍGUEZ MOURE A.A., FERRER DE VAL C., PÉREZ PALOMARES C., 1989. Microorganismos bacterianos más significativos, presentes en el medio ambiente de las explotaciones ganaderas. XII Congreso Nacional de Microbiología. Pamplona 24-27 Sept. 1989.

RODRÍGUEZ MOURE A.A., LATRE CEQUIEL M.V., 1991. Ecología microbiana y medio ambiente en explotaciones porcinas. Anaporc, 98, 30-34.

SÁNCHEZ ACEDO C., FLETA ZARAGOZANO J., CLAVEL PARRILLA A., 1990. Criptosporidiosis en el ganado porcino. Estudio epidemiológico. Anaporc – XI Symposium científico. Alcañiz (Teruel). 13-14 Nov. 1990.

STRAUCH D. 1987. Hygiene of animal waste management. En: STRAUCH D. (ed.). World animal science, B6: Animal production and environmental health., 155-202. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

STRAUCH D., 1978. Microbial agents. En: KELLY, W.R. (eds.). Animal and human health hazards associated with the utilization of animal effluents. Commission of the European Communities, EUR. 6009 EN. Luxembourg, 1-24.

STRAUCH D., 1982. Effects of methods of slurry treatment on microbiological safety. En: WALTON, J.R. y WHITE, E.G. (eds.). Communicable diseases resulting from storage, handling, transport, and landspreading of manures. Commission of the European Communities, EUR.7627. Luxembourg., 223-239.

STRAUCH D., 1991. Survival of pathogenic microorganisms and parasites in excreta, manures and sewage sludge. Office International des Epizooties (ed.), Animals, pathogens and environnement. Scientific and Technical Review, 103 pp.

STRAUCH D., BALLARINI G., 1994. Hygienic Aspects of the Production and Agricultural Use of animal Wastes. J.Vet. Med. B., 41, 176-228.

SURESH D.P., KENNETH W.W., SCOTT E.D., STEVEN C.R., 1996. Ocurrence of airborne bacteria and pathogen indicators during land application of sewage sludge. Appl. Environ. Microbiol, 54(3), 296-299.

TARRAFETA RUBIO L.A., 1991. Estudio de un ensayo analítico sobre la depuración de purines en explotaciones industriales. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 219 pp.

TORRE M., 1989. Problemes sanitaires posés par la reutilisation agricole des eaux résiduaires. Informations Techniques du CEMAGREF, 73(4), 1-7.

TURNER C., WILLIAMS S.M., BURTON C.H., CUMBY T.R., WILKINSON P.J., FARRENT J.W., 1999a. Pilot scale thermal treatment of pig slurry for the inacti-

vation of animal virus pathogens. J. Environ. Sci. Health. B. 34(6), 989-1007.

TURNER C., WILLIAMS S.M., WILKINSON P.J., 1999b. Recovery and assay of African swine fever and swine vesicular disease viruses from pig. J. Appl Microbiol. 87(3). 447-453.

TURZO P.E., 1993. Residuos Ganaderos. Anaporc. 120. 68-72.

TURZO P.E., 1997. Gestión y tratamiento de residuos ganaderos. Mundo Ganadero. 90. 26-34.

TURZO P.E., 1998. Gestión de excretas ganaderas. Factores a tener en cuenta. Producción Animal. 131. 18-26.

VIEBA M.M., ANGULO E., 1997. Estrategias para la valoración de suelos abonados con purines. porci. 41. 37-46.

VILAFRANCA M., 1997. Gestión y tratamiento de los purines en porcino. Producción Animal. 125. 38-47.

Anexo: material y métodos

Para realizar la presente revisión bibliográfica, la búsqueda de documentación relacionada con el tema que nos ocupa se ha llevado a cabo en *bases de datos* de la Universidad de Zaragoza y de la Diputación General de Aragón, además de utilizar Internet en algunos casos.

Cabe destacar, de forma especial la búsqueda realizada a través de *Internet*, mediante la que se ha podido encontrar gran parte de la documentación utilizada, finalmente, en la realización del trabajo y, sobre todo, en la que se ha podido acotar el objeto de búsqueda de manera que únicamente se han obtenido documentos directamente relacionados con el tema que nos ocupa. Para ello se han utilizado como *buscadores*:

- Altavista: http://www. altavista.magallanes.net
- Yahoo: http://www. yahoo.com

Y como *enlaces* de interés:

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: www.mapa.es
- Ministerio de Medio Ambiente: www.mma.es
- Agencia medioambiental europea: www.eea.dk.
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria: www.inia.es
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología: www.cicyt.es/wais.html
- Red del Plan Nacional de I+D (REDIRIS): www.rediris.es
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas: www.csic.es y, en especial, el Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA): www.cema.csic.es
- Universidades españolas, bibliotecas y departamentos universitarios: www.virtualsw.es/netmaster/unis
- B.O.E.: www.boe.es
- Brisaweb: www.min.es/brisaweb/LegFrame.htm
- Porci: www.luzan5.es/htm.porci.htm
- 3tres3 Quinidea: www.3tres3.com/noticias.htm.
- EMEA: www.eudra.org/vetdocs/general.htm.
- The Ohio State University: http://ohioline.ag.ohio-state.edu/b604/index.html.
- American Associaton of Swine Practitioners: www.aasp.org.
- Agriculture Network Information Center: www.agnic.org.
- MEDLINE: www.healthgate.com/medline/search-medline.shtml
- National Center for Biotechnology Information: www.ncbi.nlm.nih.gov

(Aceptado para publicación el 4 de diciembre de 2001).

ITEA (2001), Vol. 97A N.° 3, 204-216

EFECTO DEL TIPO DE CEREAL (CEBADA *vs* MAÍZ) SOBRE LA INGESTIÓN, LA GANANCIA DE PESO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS ALIMENTADOS CON PIENSO Y PAJA O SÓLO CON PIENSO

R. Landa, A.R. Mantecón, P. Frutos, A.B. Rodríguez, F.J. Giráldez[1]

Estación Agrícola Experimental, CSIC, Apdo. 788, 24080 León, España

RESUMEN

Se utilizaron 32 corderos recién destetados de raza Merina para estudiar el efecto de dos tipos de pienso, elaborados con cereales sin procesar (Pienso C: 75% cebada, 20% torta de soja, 2% melazas y 3% vitaminas y minerales; Pienso M: 75% maíz, 20% torta de soja, 2% melazas y 3% vitaminas y minerales), y de la suplementación con paja de cereal sobre la ingestión, la ganancia diaria de peso y las características de la canal (peso, morfología, pérdidas por oreo y pH de la canal, rendimiento comercial y color de la carne y de la grasa). El efecto de la interacción entre los factores estudiados y de la suplementación con paja no fue en ningún caso estadísticamente significativo ($P > 0,05$). Tampoco el tipo de cereal empleado en los piensos afectó significativamente ($P > 0,05$) a los parámetros analizados, con excepción ($P < 0,05$) del peso de la canal caliente, el rendimiento comercial y el índice de compacidad de la canal. Los mayores valores correspondieron a los corderos que consumieron el pienso M (peso de la canal caliente: 12,4 *vs* 12,6 kg; rendimiento comercial: 46,2 *vs* 47,6%; índice de compacidad: 252 *vs* 262 g/cm) y fueron, probablemente, consecuencia de un mayor engrasamiento de la canal causado por la diferente relación proteína/energía de los piensos utilizados. Los resultados obtenidos sugieren que no es necesario administrar paja a los corderos cuando se administra el cereal en grano. Ahora bien, es importante tener en cuenta que los corderos seleccionan los ingredientes del pienso y, en condiciones prácticas de explotación, podrían producirse diferencias importantes entre animales del mismo lote en la composición de la dieta consumida y, en consecuencia, en el aporte nutritivo, en la ganancia de peso y en la calidad de la canal.

Palabras clave: Corderos, Crecimiento, Calidad de la canal, Cereal, Raciones sin forraje.

SUMMARY

EFFECT OF CEREAL TYPE (BARLEY VS MAIZE) ON FEED INTAKE, GROWTH RATE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF LAMBS FED MIXED OR ALL-CONCENTRATE DIETS

Thirty-two early weaned Merino lambs were used to study the effect of roughage supplementation (cereal straw plus concentrate *vs* all-concentrate diet) and two concen-

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia. e-mail:j.giraldez@eae.csic.es

trate types (C: 75% barley, 20% soyabean meal, 2% molasses and 3% vitamins and minerals; M: 75% maize, 20% soyabean meal, 2% molasses and 3% vitamins and minerals) on feed intake, growth rate and carcass characteristics (carcass weight, morphology, pH and chilling losses, commercial yield and fat and meat color). There were neither significant interactions ($P > 0.05$) nor any significant difference due to roughage supplementation. Lambs fed maize-based concentrate showed significantly ($P > 0,05$) higher values of carcass weight (12.4 *vs* 12.6 kg), commercial yield (46.2 *vs* 47.6%) and the ratio of carcass weight to carcass external length (252 *vs* 262 g/cm) than those receiving the barley-based concentrate. These effects were probably due to a higher carcass fattening caused by differences in the protein/energy ratio between concentrate feeds. According to these results, roughage supplementation would not be necessary when barley or maize are given as whole grain. Nevertheless, it must be taken into account that lambs select concentrate ingredients and, in group feeding, there might be important individual differences in the composition of the selected diet and, therefore, in nutrient supply, growth rate and carcass quality.

Key words: Lambs, Growth rate, Carcass quality, Cereal, all-concentrate Diets.

Introducción

En los sistemas de cebo intensivo, los corderos son alimentados a voluntad con pienso compuesto para lograr la máxima ingestión de energía y que, de esta forma, puedan expresar su máximo potencial de crecimiento. El principal ingrediente de los piensos es el grano de cereal, que se muele para permitir una adecuada mezcla con los otros ingredientes y facilitar el posterior granulado. Debido a la molienda de los cereales es necesario administrar a los animales forraje, en general paja, de modo que consuman la cantidad de fibra necesaria para lograr un adecuado funcionamiento del rumen. En estas condiciones de cebo, sin embargo, el consumo de forraje es despreciable en comparación con el de pienso y, por ello, es recomendable incluir en el pienso algún aditivo para regular la fermentación ruminal y evitar trastornos digestivos y metabólicos.

Diferentes estudios han demostrado, por una parte, que el procesado de los cereales no mejora el índice de conversión de corderos criados en sistemas de cebo intensivo y, por otra, que puede suprimirse el forraje de la ración, siempre y cuando el cereal se administre entero (TAIT y BRYANT, 1973; CASTRILLO *et al.*,1989; HADJIPANAYIOTOU, 1990; MCCLURE *et al.*, 2000). La supresión del forraje, supone una ventaja económica, ya que permite reducir la mano de obra, pero, además, el empleo de cereal en grano también podría hacer innecesario el uso de aditivos para controlar el pH del rumen. Esta circunstancia es de gran importancia dadas las restricciones de la UE en cuanto al empleo de aditivos en la alimentación de los rumiantes.

Por otra parte, es obligado destacar que existen pocos estudios comparativos sobre el efecto del tipo de cereal, cuando se administra entero, sobre el rendimiento productivo y las características de la canal de los corderos.

Teniendo en consideración lo expuesto, el presente trabajo se ha planteado para estudiar el crecimiento y las características de la canal de corderos alimentados con piensos, caren-

tes de aditivos y elaborados con maíz o cebada entera, y suplementados o no con forraje.

Material y métodos

Animales y tratamientos experimentales

Se utilizaron 32 corderos de raza Merina, destetados a las 8 semanas de edad y con un peso medio de 17,0 kg (esm 0,49). Los corderos se distribuyeron en 8 lotes experimentales, de 4 animales cada uno, equilibrados para el peso vivo y la edad. Se asignaron, al azar, 2 lotes a cada uno de los siguientes tratamientos experimentales:

- Alimentación con paja de cebada y pienso C;
- Alimentación con pienso C;
- Alimentación con paja de cebada y pienso M;
- Alimentación con pienso M.

La composición de los piensos experimentales figura en el cuadro 1.

Desarrollo experimental

La duración total de la prueba fue de 37 días, divididos en dos períodos: 5 de período de adaptación y 32 de periodo experimental propiamente dicho. Al finalizar este último, todos los corderos fueron trasladados a un matadero, donde se sacrificaron después de un período de ayuno de 12 horas.

En los dos primeros días del período de adaptación, los corderos recibieron 50 g de paja de cebada y 300 g de avena. En los siguientes se fue sustituyendo, a razón de 100 g/día, la avena por el pienso experimental (C o M, según el grupo experimental). En aquellos grupos que no recibieron paja durante el experimento, el aporte de ésta también se redujo progresivamente.

A lo largo del experimento, se controló diariamente la ingestión de forraje y de pienso. La oferta diaria se calculó para permitir restos de 200 g/kg de alimento ingerido. Diariamente se tomaron muestras del alimento rehusado para determinar su contenido de materia seca. Las muestras de pienso rehusado pertenecientes a cada lote y

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de los piensos
Table 1. Ingredients and chemical composition of concentrates

	Pienso C	Pienso M
Ingredientes (%)		
Cebada	75,0	–
Maíz	–	75,0
Torta de soja	20,0	20,0
Melazas	2,0	2,0
Vitaminas y minerales	3,0	3,0
Composición química (g/kg)		
MS	955	945
MO	901	890
PB	206	157
FND	137	121

semana se mezclaron y se tomó una submuestra para determinar su contenido de nitrógeno y así poder estimar el índice de selección (IS) para la proteína bruta (IS = % de PB en la dieta seleccionada / % de PB en el pienso en oferta).

Los días 16 y 32 del experimento se midió el pH de la orina de cada uno de los corderos. Las muestras de orina se recogieron por la mañana, antes de administrar la comida, utilizando la técnica de la apnea transitoria para provocar la micción. Inmediatamente después de recoger la muestra, se midió el pH utilizando papel indicador (N-MULTISTIX® SG).

Los animales se pesaron dos días consecutivos al inicio del ensayo, para estimar el peso inicial, y posteriormente dos veces por semana hasta su traslado al matadero. Inmediatamente antes del sacrificio fueron nuevamente pesados (peso de sacrificio) y tras el mismo se registró el peso de la canal caliente. Después de 24 horas de oreo, se pesó de nuevo la canal, para estimar las pérdidas por oreo, se midió el pH y el color y se realizaron las siguientes medidas para determinar su morfología: longitud externa de la canal (K), longitud de la pierna (F), perímetro (B) y anchura (G) de la grupa y profundidad (Th) y anchura (Wr) del tórax, de acuerdo con el procedimiento descrito por COLOMER-ROCHER *et al.* (1988). El pH se midió en el músculo *longissimus dorsi thoracis* de la media canal derecha, utilizando un pHmetro con electrodo de penetración. Para medir el color se empleó un espectrocolorímetro MINOLTA CM-2002, utilizando el espacio de color CIE-L*a*b*. Las lecturas se realizaron por quintuplicado en la cara interna de la pierna (músculo *semimembranosus*), en la cara interna de la falda (músculo *rectus abdominus*) y en la grasa subcutánea, situada en la base de la cola.

Análisis químicos

Sobre las muestras de paja y de los piensos se llevó a cabo la determinación de materia seca (MS), cenizas, proteína bruta (PB; N x 6,25) y fibra neutro detergente (FND). En los restos de pienso se determinó únicamente su contenido de MS y PB. Las determinaciones de MS, cenizas y PB se realizaron siguiendo las normas de la AOAC (1999). El contenido de FND en el forraje se determinó utilizando la técnica de GOERING y VAN SOEST (1970). En el caso de los piensos se empleó la modificación propuesta por ROBERTSON y VAN SOEST (1981).

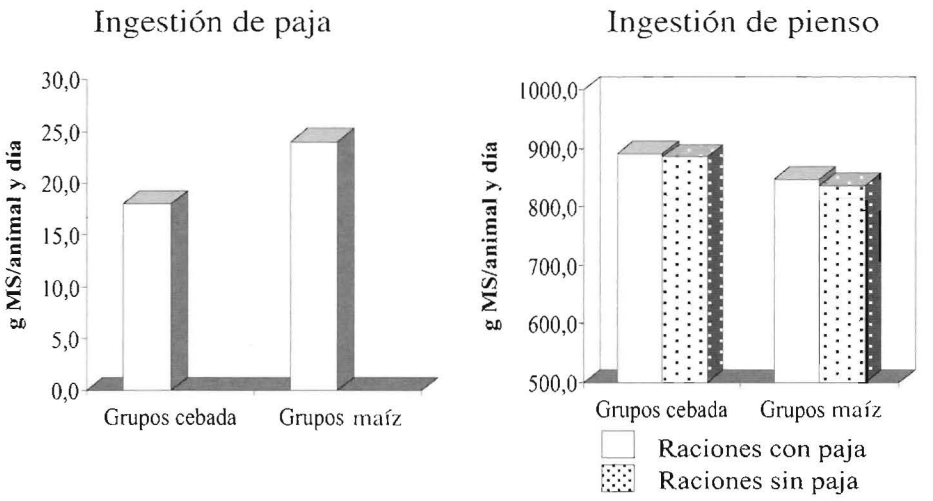
Análisis estadísticos

Los datos de ingestión, ganancia de peso, índice de conversión y características de la canal fueron sometidos a análisis de varianza para estudiar los efectos del tipo de cereal y de la supresión de paja de la ración. En el caso de los datos de índice de selección de la PB también se incluyó en el modelo la semana de experimento, para lo que se utilizó un modelo split-plot, considerando la semana como subplot. Los datos de pH de la orina se analizaron con el mismo modelo, considerando el día de muestreo como subplot. Para realizar los análisis se empleó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1989).

Resultados y discusión

Ingestión

En la figura 1 se presentan los valores medios de consumo de paja y de pienso para los diferentes tratamientos experimentales.



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]
Ingestión de paja	ns	ns	ns	3,94
Ingestión de pienso	ns	ns	ns	113,4

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. Nivel significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.
2. RSD = desviaciones estándar residual.

Figura 1. Valores medios de la ingestión (g MS · animal^{-1} · día^{-1}) de paja y de pienso correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales.

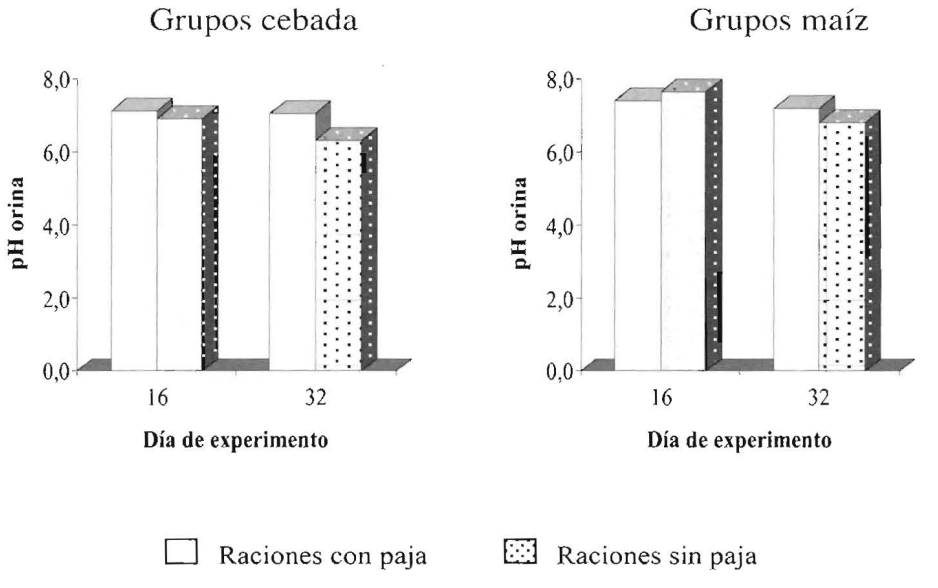
Figure 1. Mean values of straw and concentrate intakes (g DM · animal^{-1} · day^{-1}) for the different experimental treatments.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el consumo de paja debidas al tipo de cereal empleado en la elaboración del pienso, siendo los valores medios de 18 (esm 5,1) y 24 (esm 5,8) g de MS · animal^{-1} · día^{-1} para los animales que recibieron el pienso C y M, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos por FERNÁNDEZ (2000), en corderos alimentados con piensos elaborados con cebada en grano, pero inferiores, en general, a los recogidos en la literatura para corderos alimentados con piensos elaborados con cereales molidos (CAÑEQUE *et al.*, 1987; MANSO *et al.*, 1998). CASTRILLO *et al.* (1989) también observaron que el consumo de paja es menor cuando se administra la cebada entera que cuando ésta se muele.

Este hecho podría indicar que las necesidades de fibra para el adecuado funcionamiento del rumen son menores cuando se administra el grano entero y, por lo tanto, las

condiciones del medio ruminal son mejores. En este sentido, diferentes autores señalan que el pH del medio ruminal y, en consecuencia, la digestibilidad de la fibra es mayor cuando se utiliza el grano de cebada entero en vez de molido o aplastado (FRASER y ORSKOV, 1974; ORSKOV *et al.*, 1974a; HADJIPANAYIOTOU, 1990). De hecho, en el presente estudio, los corderos que no recibieron paja no presentaron síntomas aparentes de trastornos digestivos. Además, ni la ingestión de pienso, ni el índice de transformación se vieron afectados significativamente ($P > 0,05$) por la supresión de forraje de la ración, lo que concuerda con la ausencia de trastornos digestivos.

Por otra parte, se ha observado que, cuando reciben dietas ricas en cereales, los corderos muestran preferencia por aquellos ingredientes que pueden atenuar la acidosis (PHY y PROVENZA, 1998). En consecuencia, de existir problemas de acidosis, los corderos, en el presente experimento, podrían haber selecciona-



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]	D	C*D	F*D	C*F*D	RSD[3]
Significación	*	ns	ns	0,665	*	ns	ns	ns	0,608

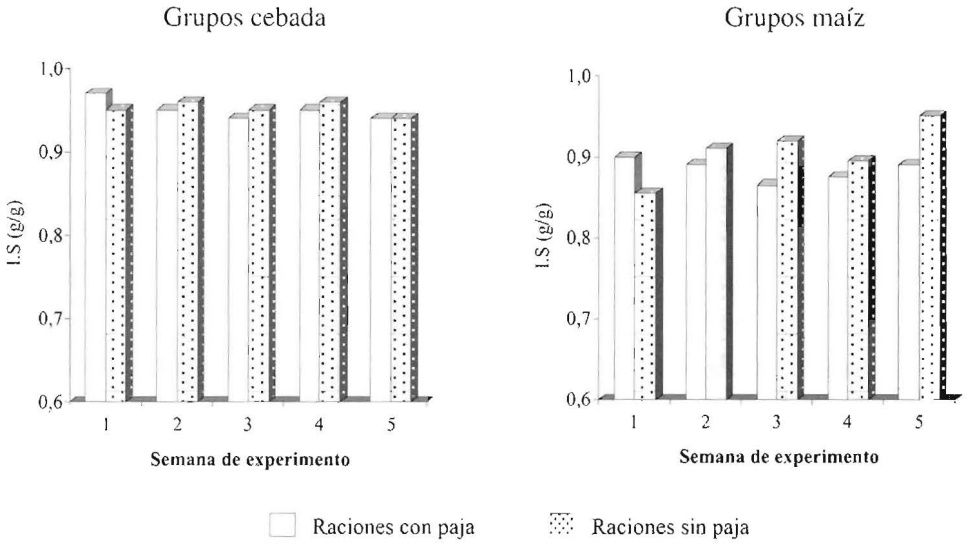
1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja; D: día de experimento. Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.
2. RSD para los efectos C, F y C*F.
3. RSD para el efecto del día y sus interacciones.

Figura 2. Valores medios del pH de la orina a los 16 y 32 días de experimento para cada uno de los tratamientos experimentales.

Figure 2. Mean values of urinary pH at days 16 and 32 for the different experimental treatments.

do los ingredientes del pienso, reduciendo el consumo de cereal. Sin embargo, tal y como sugieren los valores del índice de selección para la PB (ver figura 3), los corderos mostraron preferencia por el cereal. Es oportuno mencionar que los valores de pH de la orina, tal y como se puede apreciar en la figura 2, tampoco se vieron afectados significativamente (P > 0,05) por la supresión de forraje.

En relación con el pienso, el tipo de cereal empleado en su elaboración no influyó significativamente (P > 0,05) en el consumo (ver figura 1). ORSKOV *et al.* (1974b), en un experimento diseñado para evaluar el efecto del procesado de diferentes cereales, no encontraron diferencias en la ingestión de pienso elaborado con cebada o maíz sin procesar. Por otra parte, los valores de ingestión obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro del rango de valores recogidos en la literatura para corderos y piensos de características similares (ORSKOV *et al.*, 1974b; CASTRILLO *et al.*, 1989; BRUSA, 1998).



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]	S	C*S	F*S	C*F*S	RSD[3]
Significación	T	ns	ns	0,153	ns	ns	*	ns	0,023

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja; S: semana de experimento. Nivel de significación: ns P > 0,05; * P < 0,05.
2. RSD para los efectos C, F y C*F.
3. RSD para el efecto de la semana y sus interacciones.

Figura 3. Valores medios del índice de selección para la proteína bruta (IS, g de PB en el pienso ingerido/g de PB en el pienso ofertado) correspondiente a los diferentes tratamientos experimentales.
Figure 3. Mean values of crude protein selection index (IS, g CP in the consumed concentrate/g CP in the offered concentrate) for the different experimental treatments.

En coincidencia con los resultados obtenidos por ORSKOV *et al.* (1974b), el análisis del pienso no consumido puso de manifiesto que los animales seleccionaron entre los diferentes ingredientes, de manera que la dieta ingerida presentó un contenido de proteína bruta inferior al del pienso en oferta (ver figura 3). Estudios relativamente recientes sugieren que los corderos pueden seleccionar la dieta para cubrir de forma adecuada sus necesidades de proteína (KYRIAZAKIS y OLDHAM, 1993). Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que la regulación de la ingestión de proteína no parece ser un factor fundamental en la selección de dieta. De hecho, la diferencia en el contenido de proteína bruta fue más acusada entre las dietas seleccionadas que entre los piensos ofertados (216 vs 166 g de PB/kg de MS para los piensos C y M, respectivamente y 206 (esm 1,1) vs 146 (esm 1,6) g de PB/kg de MS para la dieta seleccionada por los animales que recibieron el pienso C y M, respectivamente). Ahora bien, a la hora de interpretar estos resultados hay que tener en cuenta que puede existir una gran variabilidad entre corderos en la selección de dieta (SCOTT y PROVENZA, 1999). En el presente estudio, los animales se criaron en lotes, por lo que se desconoce si todos ellos presentaron el mismo comportamiento. No obstante, cabe mencionar que dentro de cada lote se observaron diferencias importantes en el ritmo de crecimiento [CV= 16% (esm 2,8)] y, por tanto, en sus necesidades de energía y de proteína, circunstancia que pudo haber influido en la selección de dieta.

Ganancia de peso e índice de conversión

En el cuadro 2 se presentan los valores medios de la ganancia diaria de peso y del índice de conversión para los diferentes tratamientos experimentales. Como puede observarse, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) debidas a los factores estudiados en ninguno de los parámetros.

La ausencia de efecto debida a la supresión de forraje de la ración parecería lógica dado que tampoco se observaron diferencias en la ingestión. Este argumento, sin embargo, no es válido para interpretar los resultados relacionados con el tipo de cereal empleado,

Cuadro 2. Valores medios de la ganancia diaria de peso (g · animal^{-1} · día^{-1}; GDP) y del índice de conversión (g alimento/g GDP; IC) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 2. Mean values of daily live-weight gain (g · lamb^{-1} · day^{-1}; GDP) and feed conversion (g feed/g GDP; IC) for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	C*F
GDP	306	300	267	297	46,48	ns	ns	ns
IC	3,0	2,9	3,3	2,8	0,23	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0.05$.

ya que si bien no hubo diferencias en la ingestión de materia seca, sí las hubo en la ingestión de energía y de proteína. A este respecto, cabe señalar que la relación proteína/energía es menor en el pienso M que en el C (13 *vs* 19 g de PB/MJ de EM) y cabe suponer, tal y como sugiere el índice de selección para la PB, que estas diferencias fueron todavía más acusadas en las dietas seleccionadas.

Se sabe que la relación proteína/energía de la dieta puede influir en la composición química y, por ende, en el valor energético de la ganancia de peso. En general y dentro de ciertos límites, a medida que disminuye esta relación aumenta la proporción de grasa en la ganancia de peso y, por tanto, una mayor cantidad de energía es necesaria para obtener la misma ganancia de peso (ANDREWS y ORSKOV, 1970a,b; ORSKOV *et al.*, 1971; MENDIZÁBAL y SORET, 1997; LAWRENCE y FOWLER, 1997; MANSO *et al.*, 1998). Los resultados del presente estudio posiblemente son consecuencia de este principio biológico. De hecho, las diferencias en el rendimiento a la canal sugieren diferencias en el grado de engrasamiento de los corderos (ver cuadro 3).

Los índices de conversión obtenidos en el presente estudio se encuentran también dentro del rango de valores señalados en la literatura para corderos alimentados con piensos elaborados con cereales molidos o aplastados (ORSKOV *et al.*, 1974b; FRASER y ORSKOV, 1974; MANSO *et al.*, 1998; LÓPEZ y LÓPEZ, 1999). En el ganado vacuno se admite que el procesado de los cereales, en general, mejora su digestibilidad (MACLEOD *et al.*, 1972; MORGAN y CAMPLING, 1978; ORSKOV, 1979; HIRONAKA *et al.*, 1992). Aunque en el ganado ovino existen datos contradictorios, la mayoría de los trabajos ponen de manifiesto que no es necesario moler los cereales para lograr una utilización adecuada de los mismos (LODGE, 1966; TAIT y BRYANT, 1973; ORSKOV *et al.*, 1974b; CAÑEQUE *et al.*, 1987; VIPOND *et al.*, 1985; ECONOMIDES *et al.*, 1989; HADJIPANAYIOTOU, 1990). Algunos

Cuadro 3. Valores medios del peso vivo de sacrificio (PVS, kg/animal), del peso de la canal caliente (PCC, kg/animal), de las pérdidas por oreo (PO, %), del rendimiento comercial (RC, %) y del pH de la canal (pH) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 3. Mean values of slaughter weight (PVS, kg/lamb), hot carcass weight (PCC, kg/animal), carcass weight losses during chilling (PO, %), commercial yield (RC, %) and carcass pH for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
PVS	26,1	26,4	25,5	26,4	1,47	ns	ns	ns
PCC	12,3	12,5	12,6	12,9	0,44	*	ns	ns
PO	2,6	2,8	2,6	2,6	0,23	ns	ns	ns
RC	45,9	46,5	47,0	48,2	1,66	*	ns	ns
pH	5,5	5,6	5,5	5,6	0,09	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

artículos apuntan incluso que el índice de conversión es peor cuando se administran los cereales molidos o aplastados, en vez de enteros (TAIT, 1971; FRASER *et al.*, 1974; CASTRILLO *et al.*, 1989).

Rendimiento y características de la canal

En las tablas 3, 4 y 5 se recogen los valores medios de los parámetros relativos a la canal para los diferentes tratamientos experimentales. Al igual que para los parámetros discutidos anteriormente, todos ellos se encuentran dentro del rango de valores recogidos en la literatura para corderos de raza Merina criados en sistemas de cebo intensivo (MANSO *et al.*, 1998; LÓPEZ y LÓPEZ, 1999; VERGARA *et al.*, 1999).

Respecto a los tratamientos experimentales, cabe destacar que únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el peso de la canal caliente, el rendimiento comercial y el índice de compacidad de la canal atribuibles al tipo de cereal empleado. En los tres casos, los mayores valores correspondieron a los corderos que consumieron el pienso elaborado con maíz.

Las diferencias encontradas probablemente estén relacionadas con el mayor consumo de energía por parte de los corderos que recibieron maíz. En animales de aptitud cárnica, la grasa se deposita fundamentalmente en la canal, siendo el depósito de grasa intermuscular el que se desarrolla de manera más precoz (MENDIZÁBAL y SORET, 1997). En consecuencia, si hubo diferencias en la

Cuadro 4. Valores medios de la longitud externa de la canal (K, cm), longitud de la pierna (F, cm), perímetro (B, cm) y anchura (G, cm) de la grupa, anchura (Wr, cm) y profundidad (Th, cm) del tórax, índice de compacidad (PCF/K, g/cm) y relación grupa-pierna (G/F) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 4. Mean values of carcass external length (K, cm), pelvic limb length (F, cm), buttock perimeter (B, cm) and length (G, cm) and chest width (Wr, cm) and depth (Th, cm), carcass weight to carcass external length (PCF/K, g/cm) and buttok length to pelvic limb length (G/F) ratios for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
K	47,6	47,8	46,7	47,8	1,31	ns	ns	ns
F	26,6	26,8	26,2	27,0	1,03	ns	ns	ns
B	49,9	51,4	49,7	50,0	0,99	ns	ns	ns
G	15,1	15,6	15,6	15,1	0,61	ns	ns	ns
Wr	17,6	17,4	17,3	16,6	1,24	ns	ns	ns
Th	22,6	23,0	22,9	23,0	1,71	ns	ns	ns
PCF/K	252	253	262	263	11,52	*	ns	ns
G/F	0,58	0,57	0,56	0,59	0,033	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

síntesis de grasa entre tratamientos experimentales, atribuibles a la diferente ingestión de energía, éstas se reflejarían en el peso de la canal y, en consecuencia, en el rendimiento y en el índice de compacidad de la canal.

En lo que respecta al color, se sabe que este parámetro, especialmente en la grasa, puede variar con la dieta consumida por los animales, debido fundamentalmente a las diferencias entre alimentos en su contenido de carotenos y xantofilas (FORREST, 1981; YANG *et al.*, 1992). En general, el maíz presenta un mayor contenido de estos pigmentos que la cebada (MCDONALD *et al.*, 1995), por lo que, *a priori*, podría esperarse un efecto del tipo de cereal consumido en el color de la canal. En este estudio, sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en ninguno de los parámetros de color de la carne ni de la grasa (ver cuadro 5).

Es posible que la diferencia en la ingestión de pigmentos haya sido compensada por una mayor síntesis de grasa en los corderos que consumieron maíz. No obstante, es obligado mencionar que, a diferencia de otras especies, la ovina no acumula grandes cantidades de estos pigmentos (HORCADA, 1996), por lo que, dentro de cierto rango, diferencias en el consumo de pigmentos no provocaría diferencias en las características de color de la canal. De todas formas, los resultados obtenidos deben tomarse con precaución, en especial en lo que a la grasa se refiere, ya que su acumulación en la base de la cola podría haber sido insuficiente para obtener estimaciones fiables del color.

Cuadro 5. Valores medios de los parámetros L*a*b* de los músculos *semimembranosus* y *rectus abdominus* y de la grasa subcutánea correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

*Table 5. Mean values of L*a*b* parameters of the muscles* semimembranosus *and* rectus abdominus *and of the subcutaneus fat for the different experimental treatments*

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
M. semimembranosus								
L*	43,8	43,4	43,3	43,2	2,15	ns	ns	ns
a*	11,6	11,9	12,8	12,4	1,82	ns	ns	ns
b*	8,5	8,1	9,1	8,8	1,49	ns	ns	ns
M. rectus abdominus								
L*	46,4	47,2	47,3	46,3	1,95	ns	ns	ns
a*	10,6	10,1	11,0	11,5	1,49	ns	ns	ns
b*	5,4	5,4	5,6	5,3	1,36	ns	ns	ns
Grasa subcutánea								
L*	66,2	66,7	66,3	65,2	2,48	ns	ns	ns
a*	3,8	3,8	3,6	4,0	1,20	ns	ns	ns
b*	11,5	11,8	9,8	11,4	1,57	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que no es necesario administrar paja a los corderos cuando se utiliza el cereal en grano. Desde el punto de vista de la eficiencia de utilización, tampoco parece necesario moler los cereales. No obstante, los corderos pueden seleccionar los ingredientes del pienso y, en condiciones prácticas de explotación, podrían producirse diferencias importantes entre animales del mismo lote en la composición de la dieta consumida y, por ende, en la ingestión de nutrientes, en la ganancia diaria de peso y en la calidad de la canal.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en colaboración con las empresas INATEGA, S.A. y CORDECEBO, S.A. y con la financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Proyecto 1FD1997-1898). Roberto Landa agradece a la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Tandil, Argentina) la beca que ha disfrutado para la realización de los estudios de doctorado.

Bibliografía

ANDREWS R.P., ORSKOV E.R., 1970a. The nutrition of the early weaned lamb. I. The influence of protein concentration and feeding level on rate of gain in body weight. J. agric. Sci., Camb., 75, 11-18.

ANDREWS R.P., ORSKOV E.R., 1970b. The nutrition of the early weaned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. J. agric. Sci., Camb., 75, 19-26.

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. (16th edition). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

BRUSA C.M., 1998. Crecimiento y composición corporal de corderos de raza merina durante el cebo intensivo: efecto de la inclusión de una etapa previa de pastoreo y del suplemento proteico administrado. Tesis Doctoral. Universidad de León.

CAÑEQUE V., LAUZURICA S., GUÍA E., 1987. Empleo de la cebada entera en el engorde de corderos de ambos sexos sacrificados a distintos pesos. ITEA Prod. Anim., 1, 162-164.

CASTRILLO C., GUADA J.A., GASA J., 1989. Efecto del procesado de la cebada y la inclusión de paja en la dieta sobre la utilización por los corderos en cebo. Inves. Agr.: Prod. Sanid. Anim, 4, 111-119.

COLOMER-ROCHER F., DELFA R., SIERRA I., 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA, 17, 19-41.

ECONOMIDES S., GEORGHIADES E., KOUMAS A., HADJIPANAYIOTOU M., 1989. The effect of cereal processing on the lactation performance of Chios sheep and Damascus goats and the pre-weaning growth of their offspring. Anim. Feed Sci. Tech., 26, 93-104.

FERNÁNDEZ M., 2000. El desarrollo testicular, la espermatogénesis, la capacidad de servicio y los niveles plasmáticos de LH, FSH y testosterona en corderos y moruecos Assaf en relación con los aportes dietéticos de proteína metabolizable. Tesis Doctoral. Universidad de León.

FORREST J.C., 1981. Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steer. Can. J. Anim. Sci., 61: 575-580.

FRASER C., ORSKOV E.R., 1974. Cereal processing and food utilization by sheep. 1. The effect of processing on utilization of barley by early-weaned lambs. Anim. Prod., 18, 75-83.

GOERING M.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook, N°379. Agricultural Research Service, USDA. Washington, USA.

HADJIPANAYIOTOU M., 1990. Effect of grain processing on the performance of early-weaned lambs and kids. Anim. Prod., 51, 565-572.

HIRONAKA R., BEAUCHEMIN K.A., LYSYK T.J., 1992. The effect of thickness of steam-rolled barley on its utilization by beef cattle. Can. J. Anim. Sci., 72, 279-286.

HORCADA A., 1996. Calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Aragonesa. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Pamplona. España.

KYRIAZAKIS I., OLDHAM J.D., 1993. Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6.25) requirements. Br. J. Nutr., 69, 617-629.

LAWRENCE T.L.J., FOWLER V.R., 1997. Growth of farm animals. CAB International, Wallingford, UK.

LODGE G.A., 1966. Feeding indoor sheep. Agriculture, 73, 113-117.

LÓPEZ M.M., LÓPEZ F., 1999. Efectos de las pautas de alimentación en el cebo de corderos merinos y sus repercusiones en la canal. ITEA Producción animal, 20, 143-145.

MACLEOD N.A., MACDEARMID A., KAY M., 1972. A note on the use of field beans (Vicia Faba) for growing cattle. Anim. Prod., 14, 111-113.

MANSO T., MANTECÓN A.R., GIRÁLDEZ F.J., LAVÍN P., CASTRO T., 1998. Animal performance and chemical body composition of lambs fed diet with different protein supplements. Small Rum. Res., 29, 185-191.

MCCLURE K.E., SOLOMON M.B., LOERCH S.C., 2000. Body weight and tissue gain in lambs fed an all-concentrate diet and implanted with trembolone acetate or grazed on alfalfa. J. Anim. Sci., 78, 1117-1124.

MCDONALD P., EDWARDS R.A., GREENHALGH J.F.D., MORGAN C.A., 1995. Nutrición Animal. (quinta edición). 990 pp. Ed. Acribia S.A. España.

MENDIZABAL J.A., SORET B., 1997. Desarrollo del tejido graso en corderos en crecimiento. Ovis, 50, 59-74.

MORGAN C.A., CAMPLING R.C., 1978. Digestibility of whole barley and oats grains by cattle of different ages. Anim. Prod., 27, 323-329.

ORSKOV E.R., 1979. Recent information on processing of grain for ruminants. Livestock Prod. Sci., 6, 335-347.

ORSKOV E.R., FRASER C., GORDON J.G., 1974a. Effects of processing of cereal on rumen fermentation, digestibility, rumination time, and firmness of subcutaneous fat in lambs. Br. J. Nutr., 32, 59-69.

ORSKOV E.R., FRASER C., MCHATTIE. I., 1974b. Cereal processing and food utilization by sheep. 2. A note on the effect of feeding unprocessed barley, maize, oats and wheat on food utilization by early-weaned lambs. Anim. Prod., 18, 85-88.

ORSKOV E.R., MCDONALD I., FRASER C., CORSE E.L., 1971. The nutrition of the early weaned lamb. II. The effect of ad libitum intake of diets varying in protein concentration on performance and on body composition at different live weights. J. agric. Sci., Camb., 77, 351-361.

PHY T.S., PROVENZA F.D., 1998. Eating barley too frequently or in excess decreases lambs' preference for barley but sodium bicarbonate and lasalocid attenuate the response. J. Anim. Sci., 76, 1578-1583.

ROBERTSON J.B., VAN SOEST P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: The Analysis of Dietary Fiber in Food. pp.: 123-158. (Ed. W.P.T. James and O. Theander). Marcel Dekker. New York, USA.

SAS 1989. SAS/STAT® User's Guide Int. (Version 6, 4th Edn.). SAS Institute Inc., Cary, N.C.

SCOTT L.L., PROVENZA F.D., 1999. Variation in food selection among lambs: Effects of basal diet and foods offered in a meat. J. Anim. Sci., 77, 2391-2397.

TAIT R.M., 1971. Effect of grain processing on performance of early weaned lambs. Can. J. Anim. Sci., 51, 820-821.

TAIT R.M., BRYANT R.G., 1973. Influence of energy and physical form of all-concentrate rations on early weaned lambs. Can. J. Anim. Sci., 53, 89-94.

VERGARA H., FERNÁNDEZ C., GALLEGO L., 1999. Efecto del genotipo (Manchego, Merino, Ile de France x Merino) sobre la calidad de la canal de corderos. Invest. Agr.: Prod. Sanid. anim, 14, 5-14.

VIPOND J.E., HUNTER E.A., KING M.E., 1985. The utilization of whole and rolled cereals by ewes. Anim. Prod., 40, 297-301.

YANG A., LARSEN T.W., TUME R.K., 1992. Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. Aust. J. Agric. Res., 43, 1809-17.

(Aceptado para publicación el 10 de enero de 2002).

Jornadas Profesionales de AVICULTURA 2002

Jornadas Prof. AVICULTURA de PUESTA
(7-9 mayo 2002)
Jornadas Prof. AVICULTURA de CARNE
(21-23 mayo 2002)

NOTA DE PRENSA *13 marzo 2002*

JORNADAS PROFESIONALES DE AVICULTURA 2002

Siguiendo el plan de formación avícola iniciado en 1993 con sus Jornadas Profesionales sobre distintas facetas de la avicultura, la **Real Escuela de Avicultura** acaba de publicar la convocatoria de las dos Jornadas que realizará este año. Estas Jornadas se han constituido en el **punto de encuentro** del **sector avícola** español al que se le brinda la posibilidad de ponerse al día en los temas cubiertos por:

- Las Jornadas Profesionales sobre **Avicultura de Puesta**, los días 7, 8 y 9 de mayo del 2002.
- Las Jornadas Profesionales sobre **Carne de Ave**, los días 21, 22 y 23 de mayo del 2002.

Ambas Jornadas se hallan enfocadas a la revisión de todos aquellos puntos que, en cada uno de los dos sectores, tienen actualmente mayor interés para el personal de servicio técnico de las empresas, avicultores profesionales, etc. De esta forma, a lo largo de 3 días en cada serie de Jornadas, un equipo de 18 especialistas abordará otros tantos temas, agrupados de la siguiente forma:

En las **Jornadas de Puesta**

- El sector del huevo, su estructura actual y perspectivas: modelos de negocio, la Directiva de la Unión Europea, el bienestar de las aves, comercialización del huevo, el reto de los países extracomunitarios, etc.
- Optimización de la producción comercial de huevos: objetivos, manejo de las ponedoras, control ambiental, calidad del huevo, etc.
- Higiene y patología de la puesta de huevos: bioseguridad, procesos infecciosos y programas vacunales, la patología y la calidad del huevo, enfermedades de declaración obligatoria, uso de quimiterápicos, etc.

En las **Jornadas de Carne de Ave**

- Retos para la producción de carne de pollo: el sector del pollo y su estructura, los contratos de integración, costes de producción, tipos de pollos "diferenciados", "label" y camperos, la alternativa del pao, etc.
- Optimización de la producción de carne: aplicación de un "código de buenas prácticas", influencia del medio ambiente, efectos del calor, suministro de agua y pienso, etc.
- Higiene y patología del broiler: medidas de bioseguridad, prevención vacunal, el diagnóstico en la granja y el laboratorio, recursos terapéuticos, etc.

Lugar de celebración:
Las Jornadas se celebrarán en el Hotel Monterrey (****), de Lloret de Mar, Girona, y los interesados en ellas deben dirigirse a:

REAL ESCUELA DE AVICULTURA
Plana del Paraíso 14 • 08350 Arenys de Mar (Barcelona) • Tel. 93 7921137 • Fax. 93 7921537
E-mail: cursos@avicultura.com • www.avicultura.com

Revistas SELECCIONES AVICOLAS y CUNICULTURA - FORMACION CONTINUA - LIBRERIA AGROPECUARIA - CONSULTORIA TECNICA - GRANJAS EXPERIMENTALES

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

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

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

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2001. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
   c) Jefe del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza (Diputación General de Aragón).
   d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 300 € cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

CIHEAM

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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2001-02-03

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	BIOINFORMÁTICA: UTILIZACIÓN DE BASES DE DATOS GENÉTICOS EN MEJORA VEGETAL	17-21 Sep. 01	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	25 Sep. 01/ 16 Mayo 02	Córdoba	UCO/CAP-JA/ CSIC/INIA/COI/IAMZ
	VIVEROS Y PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL PARA CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	19-30 Nov. 01	Guadalajara	IAMZ/MIMAM-CNMF
	SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EN AGRONOMÍA: MODELIZACIÓN	14-25 Ene. 02	Zaragoza	IAMZ
	AGRICULTURA DE REGADÍO SOSTENIBLE: GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS	11-22 Mar. 02	Zaragoza	IAMZ/AECI
	ELECCIÓN DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE SECANO MEDITERRÁNEAS. CRITERIOS TÉCNICOS Y SOCIOECONÓMICOS	6-17 Abr. 02	Argel	IAMZ/ITGC/ ICARDA
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	10-14 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/OCDE
	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	30 Sep. 02/ 6 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	*PRODUCCIÓN ANIMAL	1 Oct. 01/ 7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DEL DROMEDARIO	4-15 Mar. 02	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS EN PAÍSES MEDITERRÁNEOS	27-31 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*ACUICULTURA	7 Oct. 02/ 4 Abr. 03	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	BRUCELOSIS	16-20 Sep. 02	Pamplona	IAMZ/Univ. Navarra/ FAO/OIE/ OMS-MZCP
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL: SISTEMAS Y TÉCNICAS	4-8 Nov. 02	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE OVINOS Y CAPRINOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	9-20 Dic. 02	Túnez	IAMZ/INRAT
	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE DE CONEJOS	13-24 Ene. 03	Zaragoza	IAMZ
	AVANCES EN REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	24-28 Feb. 03	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE OVINO DE LECHE	7-11 Abr. 03	Valdepeñas/Ciudad Real	IAMZ/JCCM/ UCLM
	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE VACUNAS Y MEDICAMENTOS EN ACUICULTURA MEDITERRÁNEA	12-16 Mayo 03	Izmir	IAMZ/FAO/ MARA
	PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN CLIMAS CÁLIDOS	26-30 Mayo 03	Zaragoza	IAMZ

(*) **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 02-03; 04-05; 06-07
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04; 05-06
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 01-02; 03-04; 05-06
- ACUICULTURA: 02-03; 04-05; 06-07
- ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 02-03; 04-05; 06-07
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 01-02; 03-04; 05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	INCENDIOS FORESTALES: INVESTIGACIÓN DE CAUSAS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN	15-26 Oct. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO/ MIMAM-DGCN
	GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PISCICOLAS EN AGUAS CONTINENTALES DE LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS	12-16 Nov. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA REGADÍO: CONDICIONANTES TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	10-14 Dic. 01	Zaragoza	IAMZ
	LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA Y SU APLICACIÓN A LA GESTIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	19-23 Ene. 02	El Cairo	IAMZ/ARC-CLAC
	MEJORA DE HÁBITATS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS CINEGÉTICOS	18-23 Feb. 02	Zaragoza	IAMZ
	ECOLOGÍA E HIDROLOGÍA DE LOS RÍOS MEDITERRÁNEOS Y HERRAMIENTAS PARA SU GESTIÓN	8-19 Abr. 02	Zaragoza	IAMZ/AECI
	GESTIÓN, RESTAURACIÓN Y APLICACIONES DE LOS HUMEDALES	13-24 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ
	*ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	30 Sep. 02/ 6 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ
	DEGRADACIÓN DE SUELOS EN LAS REGIONES AGRÍCOLAS MEDITERRÁNEAS: IMPACTO Y MEDIDAS DE CORRECCIÓN	21 Oct./1 Nov. 02	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II/ AECI
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	3-14 Feb. 03	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PESCA ARTESANAL EN EL MEDITERRÁNEO	9-13 Jun. 03	Zaragoza	IAMZ/FAO-COPEMED
COMERCIALIZACIÓN	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 01/ 7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING DE ACEITE DE OLIVA	14-18 Oct. 02	Rabat	COI/IAMZ/ MADREF
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	18-22 Nov. 02	Zaragoza	IAMZ/OMC
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS	17-21 Mar. 03	Zaragoza	IAMZ
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, DENOMINACIONES Y GESTIÓN	24-28 Mar. 03	Zaragoza	IAMZ
	INNOVACIONES EN TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS	5-9 Mayo 03	Zaragoza	IAMZ

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Abril 2003. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal y Marketing Agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2003.

Los **cursos de corta duración** están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)

Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.chieam.org

www.iamz.chieam.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 } 24 €

❑ Ambas Series 33 €

FORMA DE PAGO:

❑ Cargo a cuenta corriente o libreta
❑ Cheque bancario

❑ Cargo a tarjeta
❑ VISA
❑ MASTERCARD

Tarjeta número:

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

SR. DIRECTOR DE .....

Muy Sr. mío:

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

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

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

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....

INFORMACIÓN PARA AUTORES

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

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

CONDICIONES GENERALES

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

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

ITEA

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

AÑO XXXII (2001), Vol. 97A N.° 3

ÍNDICE

Página

E. MIGUÉLEZ ALIJA, J.M. ZUMALACÁRREGUI RODRÍGUEZ, M.Á. CHINCHETRU MANERO, J. MATEO OYAGÜE.- Estudio comparativo del despiece, disección y parámetros fisicoquímicos musculares de las canales de las razas –Churra, Castellana y Ojalada– amparadas por la Indicación Geográfica Protegida Lechazo de Castilla y León 151

G. LÓPEZ MARTÍNEZ, C. MARTÍNEZ GRACIÁ, G. ROS BERRUEZO, M.ªJ. PERIAGO CASTÓN.- Evaluación del bienestar animal en mataderos y su relación con la calidad de la carne de bovino. 165

A. PICOT CASTRO, J.A. AMIGOT LÁZARO.- Aspectos sanitarios de la producción y utilización de los residuos de ganado porcino. Legislación 180

R. LANDA, A.R. MANTECÓN, P. FRUTOS, A.B. RODRÍGUEZ, F.J. GIRÁLDEZ.- Efecto del tipo de cereal (cebada *vs* maíz) sobre la ingestión, la ganancia de peso y las características de la canal de corderos alimentados con pienso y paja o sólo con pienso . 204