

BIBLIOGRAFIA

- 1) CHANMUGAN, P., DONOVAN, J., WHEELER, C.J., y HWANG, D.H. (1983). Differences in the lipid composition of fresh-water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and marine shrimp. *J. Food Sci.* 48, 1.440-1.441.
- 2) CHEN, P.S., TORIBARA, T.Y. y WARNER, H. (1956). Microdetermination of phosphorus. *Analyt. Chem.* 28, 1.756-1.758.
- 3) COSSINS, A.R. (1976). Changes in muscle lipid composition and resistance adaptation to temperature in the freshwater crayfish, *Austropotamobius pallipes*. *Lipids*, 11 (4), 307-316.
- 4) DRABOWSKI, T., KOLAKOWSKI, E., WAWRESZUK, H. y CHOROSZUCHA, C. (1966). Zusammensetzung und Nährwert des Krebsfleisches von *Astacus leptodactylus*. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 129, 337-334.
- 5) DABROWSKI, T., KOLAKOWSKI, E. y BURZUNSKI, J. (1968). Studies on the nitrogen components composition of crayfish (*Astacus astacus*) meat as related to its nutritive value. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 15, 145-152.
- 6) FOLCH, J., LEES, M. y SLOANE-STANLEY (1957). A simple procedure for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- 7) KRZECZKOWSKI, R.A., TENNEY, R.E. y KELLEY, C. (1971). Alaska king crab: fatty acid composition, carotenoid index and proximate analysis. *J. Food Sci.*, 36, 604-606.
- 8) KRZECZKOWSKI, R.A. y STONE, F.E. (1974). Amino acid, fatty acid and proximate composition of snow crab (*Chionoecetes bairdi*). *J. Food Sci.*, 47, 386-388.
- 9) KRZYNOWEK, J., WIGGIN, K. y DONNAHUE, P. (1982). Cholesterol and fatty acid content in the three species of crab found in the Northwest Atlantic. *J. Food Sci.*, 47, 1.025-1.026.
- 10) MARHLA, Z. y ZACHAR, J. (1974). Lipid composition of isolate external and internal skeletal muscle membranes. *Comp. Biochem. Physiol.*, 47B, 493-502.
- 11) MOORE, P.R. y BAUMANN, C.A. (1952). Colorimetric determination of cholesterol and other sterols in skin. *J. Biochem.* 195, 615-621.
- 12) PERILLO, G. y GIANNINOTO, S.I. (1979). I crostacei d'acqua dolce nell'alimentazione umana. *Industria Alimentare* 18, 287-289.
- 13) RHODES, C.P. y HOLDICH, D.M. (1984). Length-weight relationship, muscle production and proximate composition of the fresh water crayfish *Austropotamobius pallipes* (LEREBoullet). *Aquaculture*, 37, 107-123.
- 14) SCHLENK, P.R. y GELLERMAN, J.L. (1960). Esterification of fatty acids with diazomethane on a small scale. *Analyt. Chem.*, 32, 1.412-1.414.
- 15) SHEATA, A.Y., DEMAN, J.M. y ALEXANDER, J.C. (1970). A simple and rapid method for the preparation of methyl esters of fats in milligram amounts for gas chromatography. *Can. Inst. Food. Tech.*, 3, 85-89.
- 16) ZANDEE, D.I. (1966). Metabolism in the crayfish *Astacus astacus* (L.). III.-Absence of cholesterol synthesis. *Arch. Internat. Physiol. Bioch.*, 74, 435-441.

INFLUENCIA DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE EN CERDOS LW×LD*

I. Aspectos relacionados con el componente graso

Por J. Ventanas Barroso (1)
C. López Bote (1)
C. García González (1)
G. Sancho Caballero (1)
A. López Pérez (2)

INTRODUCCION

Gracias a las numerosas experiencias que se han venido desarrollando en las tres últimas décadas se dispone en la actualidad de suficiente número de datos que demuestran el superior potencial de crecimiento y la mejor eficiencia en la conversión de alimentos de los cerdos machos enteros con respecto a los castrados (Turton, 1962; Crighton, 1980; Fuller, 1985). Una mayor información sobre estas ventajas por parte del sector productor ha conducido al abandono paulatino de la castración y actualmente en España la práctica totalidad de los cerdos que llegan al sacrificio son enteros (Diestre, 1986).

Sin embargo, frente a sus innegables ventajas, la producción y sacrificio de machos enteros tropieza aún con numerosos problemas. Unos relacionados directamente con la calidad de la carne, especialmente el olor a verraco (boar taint), cuyo compuesto responsable fue identificado por Patterson (1968) como el esteroide de origen testicular 5 -androst-16-en-3-ona (androsteno), y otros derivados de las dificultades para el manejo de los machos no castrados y de la existencia de una normativa legal poco clara al respecto.

En el presente trabajo se estudian los aspectos relacionados con la calidad de la carne de machos enteros con una mayor trascendencia sobre su aceptación por el consumidor: el grado de engrasamiento, la consistencia de la grasa y la presencia de compuestos responsables del olor a verraco. Los resultados se contrastan con los datos obtenidos sobre la calidad de la carne de hembras porcinas mantenidas en idénticas condiciones de manejo y alimentación, ya que a pesar de ser los machos enteros y las hembras los dos tipos productivos más importantes en nuestro país, son escasas las re-

(1) Cátedra de Tecnología y Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Extremadura.

(2) Cátedra de Tecnología y Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense.

* Trabajo realizado con cargo a los fondos del Proyecto n.º GG85-0173 de la CAICYT para Grupos de Reciente Creación.

ferencias respecto a la calidad de su carne por lo que el verdadero efecto del sexo no ha sido evaluado suficientemente. En la mayoría de las referencias bibliográficas los machos enteros han sido sustituidos por machos castrados, lo cual es lógico si consideramos que la castración es una norma habitual en la CEE, por estar prohibido el intercambio de canales de machos sin castrar entre sus países miembros en tanto las canales con olor sexual puedan ser detectadas en la cadena de sacrificio.

MATERIALES Y METODOS

Animales

Se emplearon un total de 10 machos y 12 hembras de raza LW×LD. Para ello se utilizaron cuatro camadas de 10 animales que se pesaron en las 24 horas siguientes al parto con el fin de trabajar con lotes homogéneos. Los animales se mantuvieron con sus madres hasta los 28 días de edad, y a partir del destete se agruparon por separado los machos de las hembras pasando al cebadero donde recibieron una alimentación a base de pienso comercial. El sacrificio se efectuó a los 165 días y en el despiece se obtuvieron las muestras oportunas de tocino dorsal y las correspondientes a la chuleta situada a nivel de la última vértebra lumbar.

Análisis químico

Las determinaciones de nitrógeno se efectuaron según el método de Kjeldahl (1883) (Norma ISO R-937), para lo cual se utilizó el sistema automatizado BUCHI-815. La humedad se calculó de acuerdo con la Norma ISO R-1442 por doble pesada tras mantener las muestras con arena de mar a 102°C durante 24 horas. La grasa se extrajo mediante el sistema automatizado BUCHI-810 con éter de petróleo 40-60°C. según el método de Soxhlet (Norma ISO R-1443). El punto de ablandamiento de la grasa se determinó por el método del capilar abierto introduciendo grasa fundida en un capilar de 1 mm. de diámetro hasta una altura de 1 cm y manteniéndose en refrigeración hasta su completa solidificación. El extremo del capilar se introdujo en un baño maría donde se fue calentando suavemente hasta que la grasa se desprendió de las paredes del capilar y ascendió por tener menor densidad que el agua. El índice de yodo se calculó de acuerdo con Wijs (1898) (IRT, norma 55013).

La composición en ácidos grasos de la grasa, que había sido previamente extraída con éter de petróleo y metilada con metilato sódico, se determinó por cromatografía en fase gaseosa con un cromatógrafo Hewlett-Packard mod. 5890 siendo el flujo de nitrógeno de 24 ml./min., la temperatura del horno de 200°C., la del inyector 220°C. y la del detector de 196°C. La identificación de los ácidos grasos se llevó a cabo por comparación de los tiempos de retención de los ésteres metílicos con patrones sometidos a las mismas condiciones que las muestras.

Androstenona

La determinación de la tasa de androstenona se efectuó por cromatografía en fase gaseosa. Para ello se partió de tocino dorsal de cerdos machos y hembras homogeneizados en NaOH 0,3N. La solución se filtró y se extrajo la fracción insaponificable con cloruro de metileno/acetato de etilo (2:1). Tras la concentración del extracto en un rotavapor, el residuo se redisolvió en ciclohexano y se purificó por cromatografía en co-

lumna de silica-gel empleando como eluyente ciclohexano/ acetato de etilo (98:2) recobrándose la hormona entre los 10 y 20 ml. de filtrado. Esta fracción se concentró y se recromatografió en idénticas condiciones. El residuo final se disolvió en 200 µl de benceno, de los que se inyectaron 2 en el cromatógrafo de gases de acuerdo con las condiciones descritas por García-Requeiro y Díaz (1985).

Para la detección de androstenona por medio de un jurado de olfacción se determinó en primer lugar el umbral de percepción del contenido de esta hormona purificada (Sigma-8008) entre una población de 120 individuos, seleccionándose 12 miembros para la composición del jurado a los que se les comprobó la capacidad de respuesta por medio del test triangular y por sucesivas repeticiones de muestras idénticas (Jellinek, 1985). Como consecuencia de estas pruebas se estableció el número de jueces del panel en 8 miembros, a los que, tras varias sesiones de entrenamiento, se les propusieron bandejas de cinco muestras de tocino dorsal para que calificaran el olor desprendido tras calentamiento a 150°C con un soldador eléctrico manual (Jarmoluk et al., 1970) según una escala arbitraria de cinco puntos (1 = inapreciable; 2 = leve; 3 = medio; 4 = fuerte; 5 = muy fuerte). Cada muestra fue sometida a olfacción 3-4 veces por cada uno de los miembros del panel. Realizada la evaluación de todas las muestras, se calculó la nota de olor de cada una de ellas usando la moda de todos los juicios.

Las diferencias entre grupos fueron analizadas con la *t* de Student.

RESULTADOS

Composición química de los cortes de la canal

Como puede observarse en la figura 1, los cortes procedentes de los machos enteros presentan un mayor desarrollo muscular y un menor engrasamiento, hecho que fue comprobado mediante el análisis químico de la parte magra (m. Longissimus Dorsi) y la evaluación por planimetría del diámetro de las superficies musculares y del espesor del tocino dorsal.

El análisis del contenido porcentual de la carne en grasa intramuscular, proteína y humedad (tabla I) revela que tanto la tasa de proteína como la de grasa sufre variaciones estadísticamente significativas con el sexo, especialmente la grasa ($P < 0.001$). El espesor del tocino dorsal a este nivel (última vértebra lumbar) fue de 21.5 ± 3.72 mm. para los machos enteros y de 25.1 ± 3.87 mm. para las hembras y el diámetro mayor del área circunscrita por el Longissimus Dorsi de 99 ± 8.7 mm. en los machos y 90 ± 6.8 mm. en las hembras, siendo en ambos casos las diferencias significativas ($P < 0.05$).

Caracteres analíticos de la grasa

En la tabla II se muestran los caracteres analíticos de la grasa intramuscular extraída con éter de petróleo 40-60°C. Excepto el ácido mirístico y el palmitoleico, los restantes ácidos grasos presentan diferencias significativas relacionadas con el sexo, siendo el contenido en palmítico y linoleico más elevado en los machos e inferior para los ácidos esteárico y oleico. El índice de yodo, así como el punto de ablandamiento, revelan un mayor grado de insaturación en la grasa de los machos con diferencias significativas en los tres caracteres citados. El punto de ablandamiento, considerado como la temperatura de inicio de la fusión en un tubo capilar abierto calentado al baño ma-

ría, se contrastó mediante dilatometría que revela igualmente cómo la expansión relacionada con el cambio de estado tiene lugar en los machos a una temperatura más baja.

Presencia del olor a verraco (boar taint) en la grasa dorsal

La determinación de los niveles de androstenona en tocino dorsal por cromatografía en fase gaseosa reveló la ausencia de la feromona en las hembras a niveles apreciables por encima del límite de sensibilidad de la técnica ($< 0.2 \mu\text{g/g}$ de grasa). En cambio en los machos enteros encontramos un pico que identificado con los patrones apropiados correspondía a la androstenona (figura II), oscilado los valores entre 0.5 y 1 $\mu\text{g/g}$ e incluso en algunas muestras superaba la tasa de 1 μg . El test de olfacción diseñado como se describe en materiales y métodos corroboró el análisis cromatográfico, siendo calificados los machos por el panel como de olor inapreciable (50%), leve (30%), medio el 10% y fuerte (10%), en contraste con las hembras, que en ningún caso alcanzaron el umbral de percepción.

DISCUSION

Los resultados obtenidos con respecto al grado de engrasamiento de la carne muestran una reducción, estadísticamente significativa, tanto de la cobertura grasa de la canal como del grado de engrasamiento de la carne. Encuestas de consumo realizadas en varios países indican con claridad la aversión por los cortes excesivamente grasos; concretamente en un estudio realizado por Rhodes et al., (1977) en el Meat Research Institute de Langford-Bristol (UK) sobre una población de 1.700 individuos, puso de manifiesto que el 43% de los encuestados eliminaban la grasa fácilmente separable antes de su ingestión. Considerando además que esta carne en su preparación para la venta al detall ha sido privada de parte de la grasa, resulta evidente que la reducción del contenido graso debe ser considerado como un factor positivo (Wood, 1982). Reducción que no tiene porqué suponer efectos adversos sobre los caracteres gustativos de la carne, ya que para la palatabilidad y aroma de la carne basta con un contenido en grasa intramuscular tan bajo que incluso en las muy magras es suficiente (Dransfield et al., 1979). En este sentido, la carne procedente de los machos enteros, además de ser obtenida de un modo más eficiente (índice de conversión más bajo) resulta en principio más atractiva para el consumidor.

Pero existen otros factores relacionados con la grasa que pueden desencadenar una respuesta negativa hacia este tipo de carne. Un bajo contenido en grasa, unido a una composición en ácidos grasos con predominio de los insaturados, hace que disminuya su consistencia impartiendo a la carne un aspecto flácido («floppy meat»). Los caracteres analíticos de la grasa de cerdo estudiados por nosotros indican un descenso en el contenido en ácido esteárico y un aumento en el de ácido linoleico en los machos, los dos ácidos que guardan una correlación más alta con la consistencia de la grasa $r = 0.928$ para el esteárico y $r = -0.726$ para el linoleico; (Enser, 1983), y en consecuencia su punto de fusión es más bajo. A pesar de que las diferencias en la composición en ácidos grasos son estadísticamente significativas, las medidas objetivas (Instron Testing Machine) y subjetivas realizadas sobre la consistencia de la grasa efectuadas por Enser (1983) utilizando bacon envasado a vacío evidenciaron que el nivel de discriminación del panel entre muestras de consistencia satisfactoria e insatisfactoria se reducía a aquellas que diferían en al menos un 3% de ácido esteárico y un 5,7% de ácido

linoleico. Por lo que podemos concluir que la menor consistencia de la grasa en los machos enteros no debe limitar en términos prácticos la aceptabilidad de su carne.

Mayor trascendencia, sobre todo de cara a su consumo como carne fresca, tiene la presencia en la grasa de los machos enteros de androstenona, que a niveles superiores a 0.5 $\mu\text{g/g}$ acarrea la percepción neta del olor a verraco (Desmoulin et al., 1983). En cambio, otros estudios como el realizado por Walstra (1974) sobre 2.200 canales de verraco indican que la incidencia del (taint) es baja (un 6% ligero y un 1% fuerte), y que sólo un reducido porcentaje de individuos (del 6 al 12%) detecta el olor a verraco tras el calentamiento. En nuestro país (Arpa y cols., 1986) han evaluado la magnitud del problema encontrando que un 0.8% de los machos presentaban olor sexual fuerte, y en un 4.6% adicional el olor a verraco era ligero pero estaba presente. Nuestros resultados, pese al escaso número de animales utilizados, corroboran las observaciones de Desmoulin tanto en lo relativo al análisis de contenido de androstenona en los lípidos como en su apreciación por el panel, donde la respuesta fue marcadamente diferente frente a los machos enteros y a las hembras, poniendo de manifiesto la contraposición entre las ventajas zootécnicas de los machos enteros y la respuesta negativa del consumidor hacia este tipo de carne.

Numerosos autores, como Walstra (1974), piensan que los machos enteros pueden ser engordados sin objeciones dada la relativamente baja incidencia del olor a verraco. Parece más razonable sugerir, que, así como es frecuente la separación de los machos enteros y las hembras durante la fase de cebo para proporcionar a cada tipo sexual una alimentación acorde con su ritmo de crecimiento y que además conlleva una reducción de los niveles de androstenona en machos enteros (Paterson et al., 1984), las canales correspondientes tengan un destino diferente. Las canales de machos enteros con olor sexual para el consumo en fresco, donde serían preferidas por su menor engrasamiento, y las de hembras y machos enteros sin olor sexual apreciable para la elaboración de productos cárnicos (jamón cocido, embutidos, jamones curados en seco) en los que sólo ocurren reacciones desagradables con niveles de androstenona en el producto final superiores a 1 $\mu\text{g/g}$ de grasa debido al enmascaramiento por las especias y condimentos y por los productos derivados de la lipólisis (Desmoulin, 1983). Además, su largo proceso madurativo reduce el contenido de androstenona a un 20-40% del original. El problema sin resolver, es discernir en el momento del sacrificio qué canales de verraco presentan olor sexual, aunque recientes aportaciones en este sentido, como la puesta a punto de técnicas de olfacción (Jarmoluk, et al., 1970), inmunoenzimáticas (Storm, 1984) y referente a la correlación entre el tamaño de las glándulas de Cowper y el olor a verraco (Bonneau y Russeil, 1986), aplicables en gran escala, abren interesantes perspectivas.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio comparativo de los factores de calidad relacionados con la grasa (grado de engrasamiento, consistencia y presencia de olor sexual) entre la carne de cerdos machos y hembras. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la contraposición entre las ventajas zootécnicas de los machos enteros y la respuesta negativa del consumidor hacia este tipo de carne debido a la presencia de androstenona. Es presumible que el desarrollo de técnicas rápidas y sencillas para la detección de las canales con olor sexual desvíe estas carnes del consumo en fresco hacia los productos cárnicos donde el problema no sea tan manifiesto.

TABLA I
Composición química de los cortes de la figura 1

	Machos enteros	Hembras	S. E.
PROTEINA	21.8+-1.86	20.4+-1.15	P<0.05
HUMEDAD	69.1+-5.43	65.4+-4.87	N. S.
% GRASA	0.6+-0.51	1.7+-0.54	P<0.001

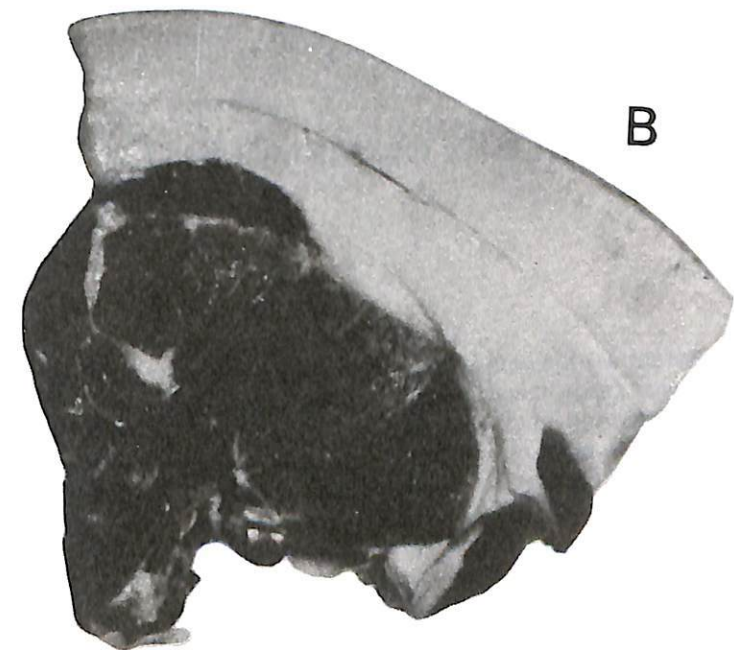
TABLA II
Caracteres analíticos de la grasa de cerdos machos y hembras

	Machos enteros	Hembras	S. E.
Composición			
ácidos grasos			
C14:0	1.4+-0.12	1.3+-0.11	N. S.
C16:0	23.8+-1.71	25.5+-1.69	P<0.05
C16:1	3.0+-0.22	3.1+-0.49	N. S.
C18:0	10.3+-0.94	11.3+-0.96	P<0.05
C18:1	42.7+-1.51	43.9+-0.94	P<0.05
C18:2	19.5+-1.74	16.3+-1.58	P<0.005
Indice de insaturación*	84.6+-2.98	79.6+-3.27	P<0.01
Indice de yodo	72.3+-2.94	65.1+-4.12	P<0.005
Punto de fusión	28.3+-0.81	30.0+-1.36	P<0.025

* Índice de insaturación= C16:1 + C18:1 + 2C(18):2



A



B

Fig. 1.- Cortes obtenidos a nivel de la última vértebra lumbar a partir de canales de machos enteros (A) y hembras (B). Observar el mayor desarrollo muscular y el menor engrasamiento en A.

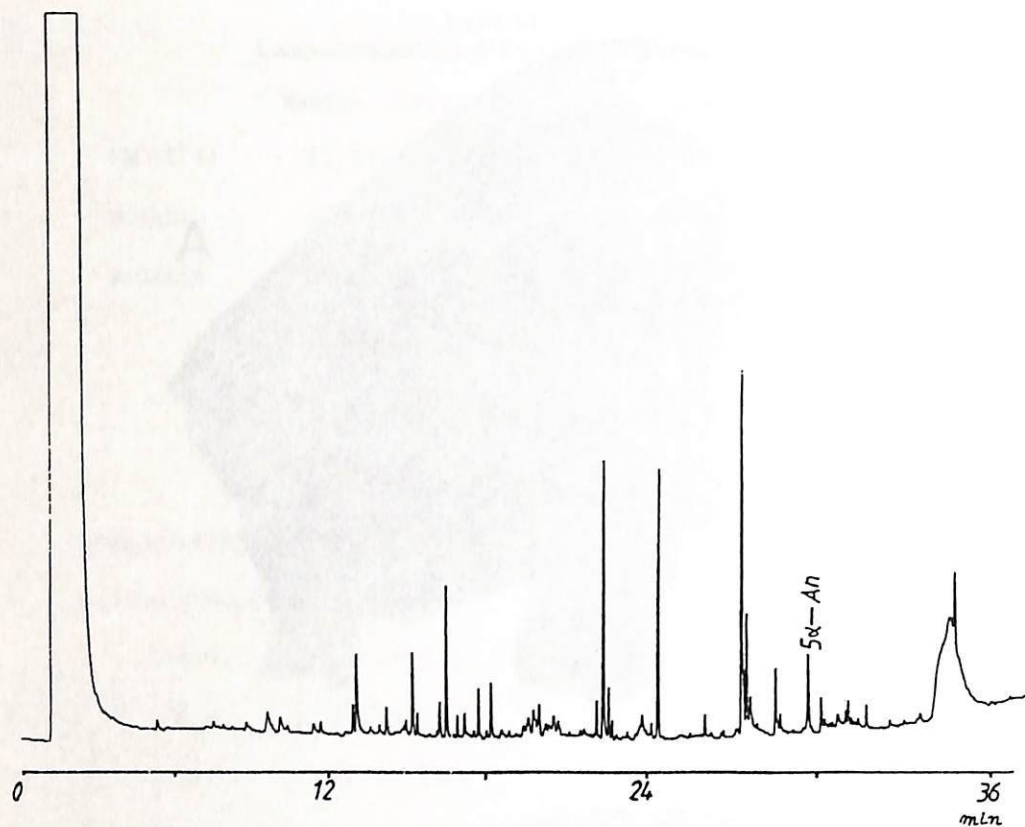


Fig. 2.- Cromatograma obtenido a partir de la grasa dorsal de macho entero revelando la presencia de androstenona (5α -An) a niveles superiores a $1\mu\text{g/g}$ de grasa.

EFFECT OF SEX ON MEAT QUALITY IN PIGS

SUMMARY

In the present work a comparative study between meat from boars and gilts was carried out. Boars produce leaner meat than castrates and do so more efficiently. However, taste panels and androst-16-en-3-one determination shows the presence of sex odour (boar taint) in the meat on entire male. Recent developed techniques allow to detect simply and easily porks with objectionable flavor and its elimination from trade channels of fresh meat.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a J.A. García-Requeiro e I. Díaz (Instituto Catalán de la Carne) su indispensable colaboración para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ARPA, I.; DIESTRE, A.; MONFORT, J.M. (1986). Incidencia del olor sexual en canales porcinas de machos sin castrar según el panel de olfacción y su relación con la androstenona. *Anales del INIA* (en prensa).
- BONNEAU, M.; RUSSEL, P. (1986). The size of Cowper's (bulbo-urethral) glands as an estimate boar taint of the slaughter line. *Lives. Prod. Sci.* (en prensa).
- CRIGTON, D.B. (1980). Endocrinology of meat production. En: *Development in Meat Science-1*. Ed. R. Lawrie, p. 1. Applied Science Publishers Ltd. London.
- DESMOULIN, B. (1983). Sex effects on the deposition and quality of fat in lean pigs. Wood, J.D. Ed., pp. 130-145. Wood, J.D. Ed., Documento No EUR 8901. Comisión de la CEE. Luxemburgo.
- DESMOULIN, B.; GIRARD, J.P.; BONNEAU, M.; FROUIN, A. (1983). Aptitudes a l'emploi des viandes porcines suivant le type sexuel, le système d'alimentation et le poids d'abattage. *Journées Rech. Porc. en France* 15, 177-192.
- DRANSFIELD, E.; NUTE, G.R.; MCDUGALL, D.B.; RHODES, D.N. (1979). Effect of sire breed in eating quality of cross-bred lambs. *J. Sci. Food Agric.* 30, 805-808.
- JARMOLUK, L.; MARTIN, A.H.; FREDEEN, H.T. (1970). Detection of taint (sex odor) in pork. *Can. J. Anim. Sci.* 50, 750-752.
- DIESTRE, A. (1986). Estudios de investigación aplicados a la calidad de la carne de canal de cerdo. *Jornadas Técnicas INCOPORC-5*. Lérida.
- ENSER, M. (1983). The relationship between the composition and consistency of pig backfat, pp. 53-58. Wood, J.D. Ed., Documento No EUR 8901. Comisión de la CEE. Luxemburgo.
- FULLER, M.F. (1985). Sex differences in the nutrition and growth of pigs. En *Recent Developments in Pig Nutrition*. Ed. D.J.A. Cole y W. Haresing., p. 157. Butterworths, London.
- GARCIA-REQUEIRO, J.A.; DIAZ, I. (1985). Determination of 5α -androst-16-en-3-one in backfat of pigs by CGC and ECD. *J. Of High Resolution Chromatography*. Commun. 8, 698-699.
- JENILLEK, G. (1985). *Sensory Evaluation of Food. Theory and Practice*, pp. 66-204. Ed. V.C.H. Ellis Horwood. Camelot Press. Southampton.
- PATTERSON, R.L.S. (1968). 5 -androst-16-en-3-one: Compound responsible for taint in boar fat. *J. Sci. Food Agric.* 19, 31-37.
- PATTERSON, R.L.S.; LIGHFOOT, A.L. (1984). Effect of sex grouping during growth on 5α -androst-16-en-3-one development in boars at three commercial slaughter weights. *Meat Sci.* 10, 253-263.
- RHODES et al., (1977). Meat Research Institute Special Report 1975/77, p. 50.
- STORM, P.K. (1984) *LAB/ABC*, 5, 32.
- TURTON, J.D. (1962). The effect of castration on meat production and quality in cattle, sheep and pigs. *A.B.A.*, 30 (4), 447-456.
- WALSTRA, T. (1974). Fattening of young boars: quantification of negative and positive aspects. *Livest. Prod. Sci.* 1, 187-196.
- WOOD, J.D. (1982). Factors controlling fat deposition in meat animals. *Proceedings N.Z. Soc. Anim. Prod.* 42, 113-116.