

CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO: INFLUENCIA DEL ESPESOR DEL PANÍCULO GRASO DORSAL, EL GRADO DE INFILTRACIÓN GRASA MUSCULAR Y DEL SEXO

Influence of fat thickness, intramuscular fat and sex on pig meat quality

Pedauy , J., Ba on, S., Quiñonero, M.*, López M.B., Garrido M.D.

U.D. Tecnología de los Alimentos. Dpto. Anatomía y Anatomía Patológicas Comparadas y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Murcia. Espinardo, 30071 Murcia.

* Consejería de Sanidad. Comunidad Autónoma de Murcia. Ronda de Levante s/n.

Recibido: 10 Septiembre 1993

Acceptado: 24 Mayo 1994

RESUMEN

Se estudia en 433 canales porcinas la influencia del sexo y del grado de engrasamiento de la canal (grasa 1C y grasa GL) y del músculo (GI) sobre la calidad de la carne. Para determinar la calidad se mide el pH, la dispersión interna de la luz y la conductividad eléctrica en los músculos *Longissimus thoracis* (LT) y *Semimembranosus* (SM), a los 45 minutos y 24 horas *post-mortem*. También se determinan, en muestras del músculo SM, la concentración de pigmentos, el atributo de color L*, la capacidad de retención de agua (CRA), proteínas solubles (PS) y humedad.

Los resultados obtenidos indican que la cantidad de GI no parece estar relacionada con el grado de engrasamiento de la canal ni con la condición DFD, normal o PSE de la carne. Sin embargo, las carnes con mayor infiltración grasa est n menos pigmentadas y presentan mayor valor L*.

Las carnes de animales machos tienen menores valores de pH final y CRA, menos GI, más cantidad de agua, mayor espesor del panículo graso dorsal a nivel del músculo GL y mayor valor de L* que las de las hembras.

Palabras clave: Grasa intramuscular, panículo graso, sexo, calidad carne, porcino.

SUMMARY

The effect of fat thickness, intramuscular fat and sex on pig meat quality has been studied.

Meat quality was assessed by measuring pH, internal light scattering and electrical conductivity at 45 min and 24 h *post-mortem* in the *Longissimus thoracis* (LT) y *Semimembranosus* (SM) muscles. In the same way, the following parameters were investigated in SM muscle: colour (CIE L*), water holding capacity, soluble proteins, pigment content and moisture.

The relationship between muscle fat, fat tickness and meat quality was poor. However, fatter meats tended to have less pigment and more CIE L* value.

There were differences in ultimate pH, WHC, IMF, fat thickness, moisture and CIE L* between entire males and gilts.

Key words: Intramuscular fat, fat thickness, sex, meat quality, pig.

INTRODUCCIÓN

El mayor conocimiento de los consumidores respecto del papel de la dieta en la salud, junto con una difusión, en ocasiones alarmista, de la implicación de los ácidos grasos saturados en las enfermedades coronarias, ha provocado una demanda de carnes cada vez más magras. Por este motivo, en los últimos años, se ha realizado un importante esfuerzo por reducir la grasa de la canal y de la carne en la producción porcina. Esta reducción ha provocado la pérdida de calidad sensorial (principalmente de jugosidad) y tecnológica de la carne (HONKA-VAARA 1989; DIESTRE 1991). En este sentido, se ha demostrado que la calidad de la grasa está en función del espesor del panículo adiposo. Así, cuando se reduce el panículo graso, la firmeza de la grasa disminuye (WOOD y ENSER 1982) y su ligazón a los tejidos anexos también (WOOD et al. 1985). Sin embargo, la disminución de calidad de la carne magra en aquellas canales menos engrasadas ha sido cuestionada recientemente por GÖRANSON et al. (1992). Estos autores, tras someter a evaluación sensorial carne con distintos niveles de grasa intramuscular (de 0,5 a 3%), concluyen que la calidad de la carne cocinada de cerdo no guarda relación alguna con su contenido en grasa intramuscular.

En cuanto a la influencia del sexo sobre la calidad de la carne es un tema muy controverti-

do. Varios autores (MONIN 1983; DIESTRE 1986; DENMAT et al. 1990) han demostrado que la calidad tecnológica y organoléptica de la carne está poco influenciada por el sexo, mientras que otros defienden la postura contraria (WOOD y ENSER 1982; DUMONT et al. 1985; GARCÍA CACHAN 1992). En cuanto a la influencia del sexo sobre el porcentaje de carnes exudativas también existen discrepancias y, mientras que unos afirman que las hembras presentan más posibilidades de producir carnes PSE (PIEDRAFITA et al. 1989; GARCÍA CACHAN 1992), otros no encuentran diferencias entre ambos sexos (LÓPEZ-BOTE et al. 1989).

En el presente trabajo estudiamos cómo afectan el grado de engrasamiento de la canal (medido como espesor del panículo graso dorsal a nivel de la primera costilla y del músculo *gluteus medius*) y de la carne, así como el sexo (machos enteros y hembras), sobre determinados parámetros físico-químicos que determinan la calidad de la carne. También se aborda la relación entre estos factores y la condición DFD, normal o PSE de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudian un total de 433 canales (262 machos enteros y 166 hembras) con un peso medio de $81,59 \pm 13,36$ Kg, procedentes de cerdos híbridos comerciales (madres: Large White x Landrace y padres: Landrace Belga x Duroc o

Pietrain) sacrificados en tres mataderos industriales situados en la Región de Murcia.

En todas las canales se miden, a los 45 minutos y a las 24 horas *post-mortem*: el pH con electrodo combinado (Ingold Xerolyt), la conductividad eléctrica (CE) con Quality Meter (Techpron, Munich, Germany) y la dispersión interna de la luz (DIL) con sonda de fibra óptica FOP (Premier Electronics Northern Ltd., England). Las medidas se hacen en los músculos de la media canal izquierda *Semimembranosus* (SM) y *Longissimus thoracis* (LT) (entre la 3ª y la 4ª última costilla). También se determina el grosor del panículo adiposo dorsal al nivel de la 1ª costilla (GRASA 1C) y del músculo *gluteus medius* (GRASA GL).

Transcurridas 24 h del sacrificio de los animales, se toman muestras del músculo Semimembranoso que se limpian de grasa externa y tejido conectivo. En ellas se mide el atributo de color L* (colorímetro Minolta CR-200) y posteriormente, una vez trituradas, se determina la humedad (Norma ISO 1442), la capacidad de retención de agua (CRA) mediante la técnica de GRAU y HAMM (1953) con la modificación de VOLOVINSKAYA (citado por SOLOVIEV 1968), el contenido en grasa intramuscular (GI) (Norma ISO 1443), la concentración de pigmentos hemáticos (TROUT 1991) y las proteínas solubles (PS) por el método desarrollado en el Instituto Danés de la Carne (BARTON-GADE 1991).

Las carnes se clasifican como DFD, normales o PSE de acuerdo con los valores de pH, CE y DIL que presentan los músculos LT y SM a los 45 min y 24 h *post-mortem* (diez parámetros en total) de acuerdo con los siguientes rangos (GARRIDO et al. 1992):

- DIL45 (DFD<18<normal<35<PSE),
- DIL24 (DFD<25<normal<45<PSE),
- CE (DFD<5<normal<10<PSE),
- pH45 (PSE<5,8<normal)
- pH24 (normal<6,2<DFD).

Las carnes con menos de siete parámetros dentro de una misma calidad, son clasificadas

como moderadamente DFD o moderadamente PSE.

Para el estudio estadístico de los datos se realizan cálculos de estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar y rangos) y pruebas de estadística no descriptiva mediante:

— análisis de varianza simple (con un nivel de significación del 95%) para comprobar la influencia cualitativa del sexo sobre las variables cuantitativas.

— test de Bonferroni con objeto de estudiar la homogeneidad de las medias. Las medias se consideran distintas para niveles de significación superiores al 95%.

— correlaciones de Pearson para establecer la significación de la relación entre los distintos parámetros.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestran, para el total de canales estudiadas, los estadísticos básicos de los parámetros de calidad medidos en la canal y en la carne.

El coeficiente de correlación obtenido entre los parámetros GRASA 1C y GRASA GL es de 0,48(p<0,05), mientras que entre estas dos medidas y el parámetro GI es de -0,08(NS) y 0,07(NS), respectivamente. En el Cuadro 2 se reflejan las correlaciones entre estas tres medidas de la grasa y el resto de parámetros físico-químicos estudiados. Puede observarse que el grado de engrasamiento de la canal no guarda relación con los parámetros de calidad de la carne: CRA, PS, pigmentos y L*; mientras que la GI si esta correlacionada con el valor L* (r=0,3; p<0,05) y la concentración de pigmentos (r=-0,27; p<0,05).

En el Cuadro 3 aparecen, para cada grupo de calidad de carne establecido, las medias y desviaciones estándar de GI, GRASA 1C, humedad y peso canal. Observamos que no existen diferencias significativas entre grupos de calidad para ninguno de estos parámetros.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados

CUADRO 1

Medias, desviaciones estándar (SD), valores máximos y mínimos de los parámetros físico-químicos de calidad: GI, grasa 1C, grasa GL, humedad, color (L*), peso canal, pigmentos hemáticos, CRA y PS

PARÁMETRO	n	Media	SD	Mínimo	Máximo
GI (%)	327	1.53	0.76	0.13	5.87
grasa 1C (cm)	324	3.49	0.81	0.50	5.80
grasa GL (cm)	323	1.74	0.80	0.50	4.50
humedad (%)	345	74.67	1.76	65.75	79.06
L*	188	45.72	6.17	30.13	60.95
peso canal (Kg)	325	81.59	13.36	51.50	120
pigmentos (mg/g)	360	1.23	0.52	0.13	4.10
CRA (%)	360	72.73	8.25	40.25	97.31
PS (UA/g)	371	0.195	0.08	0.006	1.177

obtenidos en función del sexo, en los que se observa mayor peso canal en las hembras (85,08 Kg) que en los machos (80,15 Kg). También se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos respecto a las medidas de pH24, CRA, humedad, luminosidad (L*), GI y grasa GL.

DISCUSIÓN

Cantidad de grasa y calidad de la carne

El porcentaje medio de grasa intramuscular en el músculo SM ($1,53 \pm 0,76$) se sitúa entre los valores obtenidos por BOUT et al. (1989) y GISPERT et al. (1990) para las razas «magras» Landrace Francés y Landrace Belga, y las razas «grasas» Duroc y Pietrain, lo que resulta lógico si consideramos la elevada heredabilidad de este carácter (SCHWÖRER et al. 1987) y que los animales objeto de nuestro estudio provenían de cruces comerciales de estas razas. El espesor medio del panículo graso dorsal también alcanza un valor intermedio al citado por diversos autores. Así, respecto al grosor de la grasa a nivel del músculo GL (1,71 cm), la raza Pietrain es la que presenta menor valor (1,06 cm), mientras que la raza Large White es la que muestra

mayor valor (3,23 cm según MATEOS NEVADO —1981— ó 2,25 cm según GISPERT et al. —1990—).

La escasa relación obtenida entre la grasa del músculo y la grasa de la canal (espesor del panículo graso dorsal) ya había sido puesto de manifiesto por DUNIEC (1961) y posteriormente por PRUSA et al. (1989), WARRIS et al. (1990) y GISPERT et al. (1990). Sin embargo, estos últimos autores encontraron, exclusivamente para la raza Duroc, una correlación alta entre el porcentaje de GI del músculo SM y la conformación del animal. WOOD et al. (1986), después de estudiar 300 canales de mataderos norteamericanos sugieren una estrecha relación entre la acumulación grasa en las distintas partes del organismo. En nuestro estudio las relaciones obtenidas entre estos parámetros (Cuadro 2) muestran que las canales de mayor peso son también las más engrasadas, pero no las que presentan mayor grado de infiltración grasa en el músculo, lo que apoya la tesis de que los depósitos de grasa en el músculo no obedecen al ordenado proceso de engrasamiento del resto del cuerpo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por GARCÍA y CASAL (1992) y WARRIS et al. (1990). Para estos últimos auto-

CUADRO 2

Coefficientes de correlación ($P<0,05$) entre el grado de infiltración grasa (GI) y los espesores del panículo graso dorsal medidos al nivel de la 1ª costilla (grasa 1C) y del músculo glúteo (grasa GL), y los parámetros físico-químicos: humedad, luminosidad (L^*), capacidad de retención de agua (CRA), proteínas solubles (PS), concentración de pigmentos y peso canal

	grasa 1C	grasa GL	GI
humedad	-0,15	-0,18	-0,22
L^*	0,19	-0,16	0,3
CRA	-0,03	-0,01	-0,01
PS	0,03	0,06	0,07
pigmentos	0,08	0,01	-0,27
peso canal	0,62	0,51	0,14

res, la independencia entre el veteado de la carne y el grado de engrasamiento de la canal, junto a la buena heredabilidad de estos caracteres permitiría obtener carnes con elevados porcentajes de GI y bajo engrasamiento de la canal.

El grado de humedad del músculo SM (74,67%) coincide con el obtenido por LIN et al. (1985), mientras que la correlación entre este parámetro y la GI ($r=-0,22$; $p<0,05$) resulta in-

ferior al obtenido por PRUSA et al. (1989). La humedad también está relacionada negativamente con la GRASA 1C y GRASA GL, comportamiento que había sido puesto de manifiesto por EMERSON et al. (1964) para el músculo LT, pero contrario al obtenido por PRUSA et al. (1989), que no encuentran relación entre la humedad del músculo SM y el espesor del panículo graso dorsal.

El valor GI no parece estar relacionado con la CRA ni con la cantidad de PS del músculo, lo que coincide con PRUSA et al. (1989). Sin embargo, está relacionado con la concentración de pigmentos y con la luminosidad (L^*), de tal forma que las carnes más infiltradas están menos pigmentadas y presentan mayor luminosidad. Este comportamiento es congruente con el descrito por BARTON-GADE (1980). Pero en nuestro estudio los valores de GI obtenidos ($1,53\pm 0,76\%$) no alcanzan los descritos por esta autora. Lo que explica que la reflectancia de la luz se vea aumentada de modo significativo y la carne aparezca más pálida.

No encontramos ninguna diferencia en la cantidad de GI, el espesor graso a nivel de la 1ª costilla, el porcentaje de humedad o el peso de la canal que pueda ser atribuida a la calidad de la carne entendida como su condición DFD, normal o PSE (Cuadro 3).

La ausencia de relación entre el contenido

CUADRO 3

Medias y desviaciones estándar (SD) para cada calidad de carne (DFD, mDFD, normal y mPSE) de los parámetros de calidad: grasa intramuscular (GI), espesor del panículo graso al nivel de la 1ª costilla (grasa1C), humedad y peso canal.

	DFD			m DFD			normal		m PSE			
	n	media	SD	n	media	SD	n	media	SD	n	media	SD
GI	19	1,17 ^a	0,34	204	1,52 ^a	0,73	99	1,59 ^a	0,85	5	1,65 ^a	0,87
grasa 1C	20	3,41 ^a	0,57	192	3,45 ^a	0,84	107	3,60 ^a	0,79	5	3,06 ^a	0,75
humedad	22	74,3 ^a	2,2	210	74,7 ^a	1,8	108	74,7 ^a	1,65	5	75,0 ^a	0,9
peso canal	23	77,9 ^a	11,7	208	81,1 ^a	13,2	93	83,7 ^a	14,0			

Medias con diferentes letras son significativamente diferentes ($P<0,05$).

en GI y la condición PSE, normal o DFD de las carnes está en línea con lo publicado por HONKAVAARA (1989), que no encuentra relación significativa entre el síndrome de estrés porcino y el contenido en GI. Sin embargo, esto es contrario a los resultados de EIKELEMBOM et al. (1989), que observaron menores porcentajes de GI en cerdos halotano positivos (2,6%) que en halotano negativos (3%).

Sexo y calidad de la carne

Las diferencias encontradas entre machos

enteros y hembras respecto al espesor del pániculo adiposo dorsal a nivel del músculo glúteo medio (1,85 cm y 1,64 cm, respectivamente), ya habían sido manifestadas por KEMPSTER (1988) a nivel de la última costilla.

Los machos poseen menos grasa intramuscular que las hembras y más agua, lo que coincide con lo publicado por LAWRIE (1979), WOOD y ENSER (1982) y WOOD et al. (1986). Sin embargo, la menor cantidad de agua de las hembras se encuentra retenida más fuertemente, a diferencia de los machos (Cuadro 4). Este comportamiento se ve reforzado por el hecho de

CUADRO 4

Medias, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos de los parámetros de calidad en machos (m) y hembras (h)

PARÁMETRO	n		Media		SD		Mínimo		Máximo	
	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h
DIL 45 SM	236	161	15.40	13.98	7.66	9.62	2.50	4	56	60
DIL 45 LT	236	161	10.36	9.59	6.40	6.45	2	1	46	38
DIL 24 SM	236	161	24.94	26.82	10.52	10.71	3	6	64	62
DIL 24 LT	236	161	22.19	21.33	8.79	7.53	5	4	52	44
CE 45 SM	213	132	5.45	5.79	2.43	3.73	2.7	2.80	20.20	22.20
CE 45 LT	213	132	4.72	4.36	1.63	1.63	1.70	2.10	17.10	14.50
CE 24 SM	213	131	6.86	8.39	2.59	3.27	2.80	2.60	16.10	15.90
CE 24 LT	213	131	4.27	4.12	1.55	1.68	1.80	1.90	10.70	10.00
pH 45 SM	253	165	6.38	6.35	0.39	0.44	5.08	5.33	7.20	7.19
pH 45 LT	253	165	6.28	6.39	0.35	0.42	5.24	5.20	7.15	7.12
pH 24 SM (1)	261	166	5.80	5.85	0.23	0.25	5.39	5.41	6.70	6.80
pH 24 LT (1)	261	166	5.79	5.86	0.25	0.25	5.26	5.14	7	6.80
grasa IC	163	156	3.56	3.44	0.77	0.83	0.50	1.20	5.70	5.80
grasa GL (1)	163	155	1.85	1.64	0.83	0.75	0.50	0.50	3.70	4.50
GI (%) (1)	189	134	1.46	1.61	0.58	0.95	0.33	0.13	4.43	5.87
humedad (%) (1)	193	147	75.17	73.99	1.32	2.05	68.71	65.75	79.06	78.97
L* (1)	115	72	47.19	43.42	5.73	6.19	32.02	30.13	60.95	56.98
pigmentos (mg/g)	218	137	1.26	1.18	0.51	0.55	0.27	0.13	4.10	3.33
CRA (%) (1)	214	141	71.76	74.07	8.19	8.13	40.25	43.29	95.10	97.31
PS (UA/g)	224	142	0.19	0.195	0.08	0.08	0.06	0.06	1.18	0.99
peso canal (Kg) (1)	230	95	80.15	85.07	13.31	12.89	57.50	51.50	120	120

(1) Las diferencias entre machos y hembras en estos parámetros son estadísticamente significativas (P<0.05).

que el valor de pH último en los músculos LT y SM es mayor en las hembras que en los machos. De acuerdo con OFFER et al. (1983), este mayor valor del pH induce un mayor hinchamiento de la estructura miofibrilar en las hembras, que impide la salida del agua inmovilizada entre las miofibrillas hacia el sarcoplasma y su posterior liberación. Este hinchamiento de la estructura miofibrilar hace que las carnes aparezcan más oscuras en las hembras que en los machos, lo que se constata en los valores de L^* , inferiores en las hembras (Cuadro 4) y que había sido puesto de manifiesto por HANSSON y LUNDSTRÖM (1989), WARRIS et al. (1990) y GARCÍA CACHAN (1992).

No aparecen diferencias de pH entre sexos a los 45 minutos *post-mortem*, lo que coincide con los resultados de OLIVER et al. (1988) y WARRIS et al. (1990). Sin embargo, a las 24 horas sí se observa el efecto del sexo ($P < 0,05$) sobre el pH, siendo mayor esta medida en las hembras que en los machos. Estos resultados difieren de los de EVANS et al. (1978), TARRANT et al. (1979) y LUNDSTRÖM et al. (1987), para los que las hembras alcanzan menores valores de pH a las 24 horas del sacrificio, así como de los de GISPERT et al. (1986), GUEBLEZ et al. (1990) y CALMAN (1992), para los que el sexo no tiene ningún efecto sobre el pH final.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTON-GADE, P.A. 1980: The measurement of meat quality in the pigs *post-mortem*. Symposium of porcine stress and meat quality. Agricultural Food Research Society, Norway. pp. 205-218.
- BARTON-GADE, P.A. 1991: Method of estimating soluble sarcoplasmic and miofibrillar proteins in pigmeat. Comunicación personal.
- BOUT, J.; GIRARD, J.P.; RUNAVOT, J.P.; SELLIER, P. 1989: Genetic variation in chemical composition of fat depots in pigs. 40th Annual Meeting of the E.A.A.P. pp. 27-31.
- DENMAT, M., BONNEAU, M., VAUDELET, J.C. 1990: Production de du male entier: detection du risque d'odeur sur la viande fraiche. Publication ITP et IRTA.
- DIESTRE, A. 1986: Estudios de investigación aplicados a la calidad de la carne de cerdo. Exclivas ONE, s.a. Barcelona. pp. 110-120.
- DIESTRE, A. 1991: Principales problemas de la calidad de la carne de porcino. Jornadas científicas sobre calidad y tecnología de la carne de porcino. SEPOR. Lorca, España. pp. 7-21.
- DUMONT, B.L.; LEFEBRE, J.; BOULLEAU, T. 1985: Note sur l'influence du type sexuel (mâle entier, mâle castré, femelle) sur la composition du membre postérieur de porcs hypermusclés (Landrace Belga et Piétrain). 17^a Journées Recherche Porcine en France. pp. 39-46.
- DUNIEC, H.; KIELANOWSKI, J.; OSINSKA, Z. 1961: Heredability of chemical fat content in the loin muscle of baconers. Animal Production 3: 195-198.
- EIKELEEMBOOM, G.; BOLINK, A.H.; SYBESMA, W. 1989: Effect of fasting before delivery on pork quality and carcasses yield. 35 th ICoMST. Vol. 3: 999-1001.
- EMERSON, J.A.; PEARSON, A.M.; HOFFER, J.A.; MAGEE, W.T.; BRATZLER, L.J. 1964: Effects of slaughter weight upon the processing characteristics, quality and consumer acceptability of pork carcasses and cuts. Journal Animal Science 23: 436-443.
- EVANS, D.G.; KEMPSTER, A.J.; STEANE, D.E. 1978: Meat quality of British crossbred pigs. Livestock Production Science 5: 265-275.
- GARCÍA CACHAN, M.D. 1992: Estudio de la calidad de la canal y de la carne de los cerdos producidos en Castilla y León. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- GARCÍA, P.T.; CASAL, J.J. 1992: Carcass fat and intramuscular fat distribution in pigs. 38th ICoMST. Clermont-Ferrand, France. Vol. 2: 49-52.
- GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A. 1986: Una nota sobre la incidencia de canales porcinas exudativas. Proc. 9th IPVS Congress. Barcelona, España.
- GISPERT, M.; DIAZ, I.; OLIVER, M.A.; TIBAU, J.; DIESTRE, A. 1990: The effect of breed on intramuscular fat and fatty acids of subcutaneous fat. 41st Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Toulouse.

- GÖRANSON, A.; SETH, G.; TORNBERG, E. 1992: Influence of intramuscular fat on the eating quality of pork. Proc. 38th ICoMST. Clermont-Ferrand, Francia. pp. 245-249.
- GUEBLEZ, R.; LE MAITRE, C.; VAUDELET, J.C. 1990: La qualité de la viande mesurée à l'abattoir: Effect du sexe et relation avec la capacité de rétention d'eau du jambon et de la longe. Journées Rech. Porcine en France 22: 83-88.
- HANSSON, I.; LÜNDSTROM, K. 1989: Incorporating meat quality in grading systems for pigs. Proc. EAAP— 41: 52-59.
- HONKAVAARA, M. 1989: Influence of porcine stress and breed on the fatty acid profiles of subcutaneous and intramuscular total lipids. Fleischwirtschaft 69(9): 1429-1432.
- KEMPSTER, A.J. 1988: Desarrollos recientes en el Reino Unido sobre la investigación de la calidad de la carne de cerdo. Anaporc 1:27-32.
- LAWRIE, R.A. 1979: Ciencia de la carne. 2ª edición. Ed. Acribia. Zaragoza.
- LIN, R.R.; CARPENTER, J.A.; REAGAN, J.O. 1985: Chemical, cooking and textural properties of semimembranosus, semitendinosus and biceps femoris muscles of pork. Journal Food Quality 7: 277-281.
- LÜNDSTROM, K.; MALFORS, G.; STERN, S. 1987: Meat quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage after two hours. Sweden Journal Agriculture Research 17: 51-55.
- MATEOS, B. 1981: Calidad de canales en cerdos Large White. Estudio de diferentes medidas como indicadores de calidad. Archivos de Anatomía y Embriología. Universidad Complutense, Madrid. Vol. 16: 51-59.
- MONIN, G. 1983: Influence des conditions de production et d'abattage sur les qualités technologiques et organoleptiques des viandes de porc. 15ª Journées Recherche Porcine en France. pp. 151-176.
- OFFER, G.; TRINICK, J. 1983: On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of miofibrils. Meat Science 8: 245-281.
- PRUSA, J.; LOVE, A.; CHRISTIAN, L. 1989: Fat content and sensory analysis of selected pork muscles taken from carcasses with various backfat levels. Journal of Food Quality 12: 135-143.
- SCHWÖRER, D.; MAREL, P.; REBSAMEN, A. 1987: Selektion auf intramuskuläres Fett beim Schein. Tierzuchter 39: 392-394.
- SLOVIEV, V.I. 1968: The ripening of meat: theory and practice of the process. Ed. Ingram. National Lending Library for Science and Technology. URRS.
- TARRANT, P.V.; GALWEY, W.J.; LOUGHIN, P. 1979: Carcass pH values in Irish Landrace and Large White pigs. Irish Journal Agriculture Research 18: 167-171.
- TROUT, R. 1991: A rapid method for measuring pigment concentration in porcine and other low pigmented muscles. Proc. 37th ICoMST. Kulmbach, Germany.
- WARRIS, P.D.; BROWN, S.N.; FRANKLIN, J.G.; KESTIN, S.C. 1990: The thickness and quality of backfat in various pig breeds and their relationship to intramuscular fat and setting of joints from the carcasses. Meat Science 28: 21-29.
- WOOD, J.D.; ENSER, M. 1982: Comparison of board and castrates for bacon production. 2. Composition of muscle and subcutaneous fat, and changes in side weight during curing. Animal Production 35: 65-74.
- WOOD, J.D.; JONES, R.C.D.; BAYNTUN, J.A.; DRANSFIELD, E. 1985: Backfat quality in boars and barrows at 90 kg live weight. Animal Production 40: 481-487.
- WOOD, J.D.; JONES, R.C.D.; FRANCOMBE, M.A.; WHELEHAM, O.P. 1986: The effects of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with overleanness. Animal Production 43: 535-544.