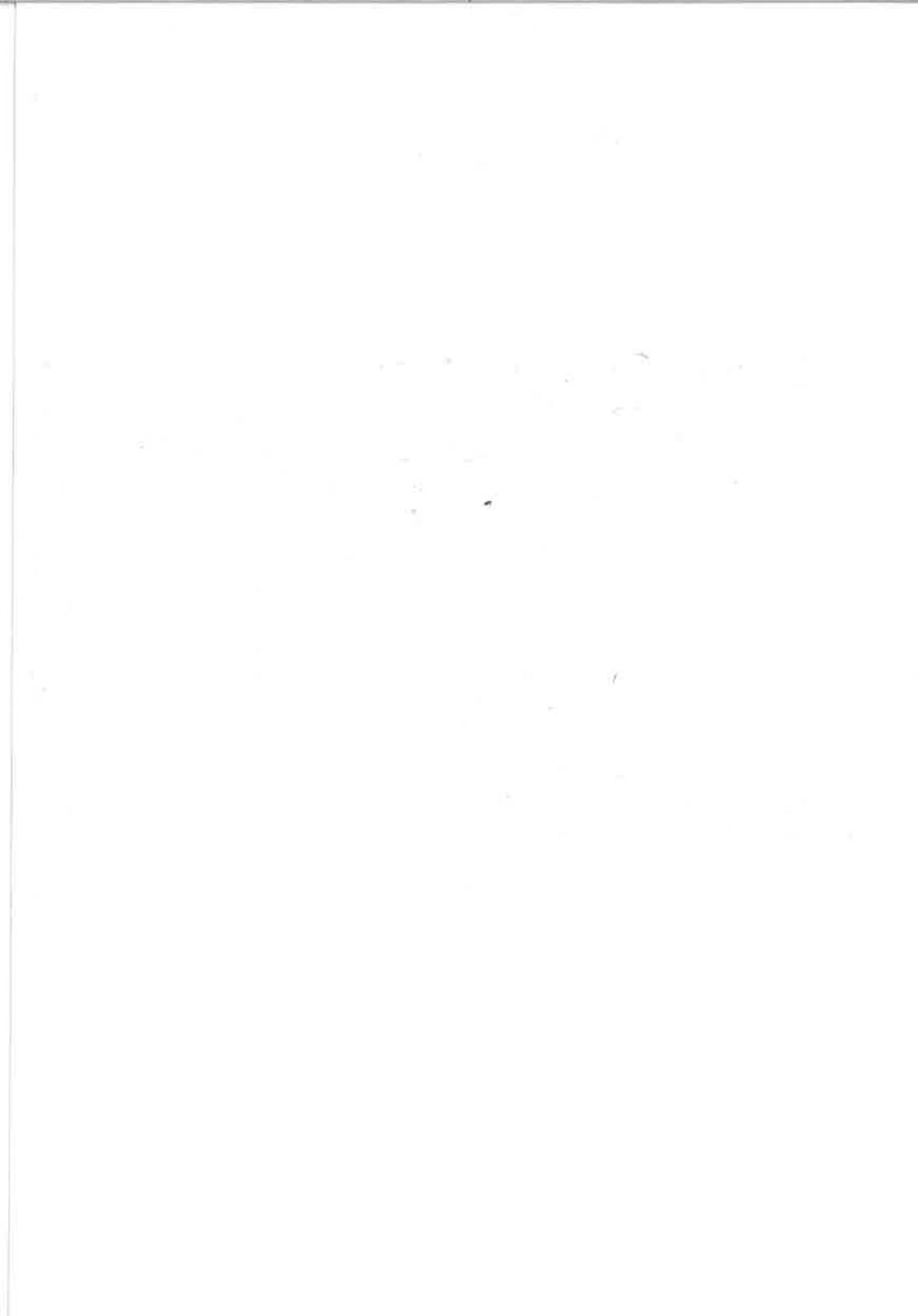


ESTUDIO COMPARADO DE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE PORCINA EN LA REGION DE MURCIA

GRUPO DE INVESTIGACION EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS
FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDAD DE MURCIA





PRÓLOGO

Al igual que sucede en otras producciones ganaderas intensivas, los márgenes económicos en los que se desenvuelve la actividad de las modernas explotaciones porcinas, son cada vez más ajustados. Por este motivo, resulta imprescindible la revisión de la ecuación de beneficio, mediante la actualización de los numerosos factores que la integran: ganancia media diaria, índice de transformación, fecundidad, fertilidad, rusticidad, prolificidad, viabilidad de los lechones, producción láctea de la cerda, precocidad sexual, longevidad, calidad de la canal, calidad de la carne, entre otros.

Las nuevas demandas del consumidor y las exigencias de las industrias cárnicas de materias primas idóneas para sus elaboraciones, aumentan la preocupación por la calidad de la carne a producir.

Para adaptarse a esta nueva situación, en la que comienza a primarse la calidad de la producción, es preciso conocer la calidad de la canal y de la carne de nuestra cabaña porcina. Sin embargo, este conocimiento "de lo que tenemos" no puede ser algo estático, toda vez que las empresas de genética están cambiando continuamente las características de sus líneas por medio de la selección, por lo que resulta necesario actualizar las comparaciones entre productos finales. Sólo de este modo podremos, teniendo en cuenta las tendencias del mercado y las exigencias de las industrias cárnicas, tomar las decisiones empresariales necesarias para alcanzar grados de competitividad suficientes.

Por todo ello, los resultados presentados en este trabajo, realizado durante los años 1994 y 1995 sobre calidad de la canal y de la carne del porcino sacrificado en la Región de Murcia, servirán sin duda para avanzar en el conocimiento de la calidad de la producción de este importante sector económico regional.

Por último quiero resaltar la visión y oportunidad demostradas por la Federación de Agrupaciones de Defensa Sanitaria del Ganado Porcino de Murcia (FADESPORM) y el Área de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Murcia al ofrecer este trabajo.

Eduardo Sánchez-Almohalla Serrano
*Consejero de Medio Ambiente, Agricultura y Agua
Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*

SUMARIO

ABREVIATURAS	13
INTRODUCCIÓN	17
– Carnes DFD y PSE	19
– Cantidad y calidad de la grasa de cerdo	21
MATERIAL Y MÉTODOS	23
– Animales	25
– Manejo, transporte y sacrificio	26
– Calidad de la canal y de la carne	27
– Determinación de ácidos grasos totales del tocino dorsal	27
– Análisis estadístico	29
RESULTADOS	31
– Calidad de la canal y de la carne	33
– Características de la canal y de la carne según la clase	34
– Calidad de la carne en los distintos tipos de cruces	36
– Calidad del tocino: Composición en ácidos grasos de los lípidos del panículo adiposo dorsal	40
DISCUSIÓN	43
– Calidad de la canal y de la carne	45
– Características de la canal y de la carne según la clase	46
– Comparación entre los distintos genotipos	47
– Carnes DFD	49
– Composición en ácidos grasos de los lípidos del panículo adiposo dorsal	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	59
RESUMEN	67

ABREVIATURAS

AGMI:	Ácidos grasos monoinsaturados
AGPI:	Ácidos grasos poliinsaturados
AGS:	Ácidos grasos saturados
Du:	<i>Duroc</i>
CE:	Conductividad Eléctrica
CIE:	<i>Commision Internationale de l'éclairege</i>
CRA:	Capacidad de Retención de Agua
DFD:	Carne Oscura, Dura y Seca (<i>dark, firm, dry</i>)
DIL:	Dispersión Interna de la Luz
GIM:	Grasa Intramuscular
Ha:	<i>Hampshire</i>
L*:	Luminosidad
La:	<i>Landrace</i>
LB:	<i>Landrace</i> Belga
LD:	Músculo Longísimo del Dorso
LW:	<i>Large White</i>
PAD:	Panículo Adiposo Dorsal
PAG:	Panículo Adiposo al Nivel del Músculo Glúteo
Pi:	<i>Pietrain</i>
pm:	<i>Post-mortem</i>
PS:	Proteínas Solubles Musculares (miofibrilares y sarcoplásmicas)
PSE:	Carne Pálida, Blanda y Exudativa (<i>pale, soft, exudative</i>)
SD:	Desviación estándar
SM:	Músculo Semimembranoso

INTRODUCCIÓN

Por lo general, en nuestro país, y a pesar de la normativa comunitaria de clasificación porcina mediante determinaciones objetivas del porcentaje magro, todavía siguen valorándose las canales en función de la conformación de la canal. Este sistema prima aquellas canales más conformadas y, por tanto, especialmente magras, lo que ha provocado la obtención de unas carnes de baja calidad tecnológica -carnes exudativas o PSE- y sensitiva -escasa palatabilidad y jugosidad-, debido al antagonismo genético existente entre calidad de carne y características productivas y de la canal.

CARNES PSE Y DFD

Las carnes PSE (Pale, Soft and Exudative), exudativas y faltas de consistencia, consecuencia del síndrome de estrés porcino, son más frecuentes en razas muy magras con escasos depósitos grasos y altos rendimientos en canal. La caída del pH ocurre muy rápidamente, alcanzándose el pH final (5,5-5,7) en la primera hora tras el sacrificio, cuando la canal se mantiene todavía caliente, provocando la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas solubles. El resultado es una disminución de la capacidad de retención de agua (CRA), lo que provoca pérdidas por goteo, una falta de consistencia y un incremento en la cantidad de luz reflejada (palidez). Todo ello incide negativamente en las características que deben reunir las carnes para el consumo en fresco -color uniforme y atractivo, que no exude agua y resulte tierna y jugosa- y, además, acarrear importantes problemas en la elaboración de determinados productos cárnicos entre los que destaca, por su importancia económica, el jamón serrano.

Las carnes PSE utilizadas para elaborar jamón pueden provocar defectos entre los que destacan:

1. Mermas de peso superiores. Cifradas en un 1,6% en jamón serrano (Arnau y col., 1988) y superiores al 4% en jamones de Parma (Maggi y Oddi, 1987).

2. Acortezamientos debidos a una deshidratación superficial incrementada.
3. Consistencia interior más blanda ("pastosa") consecuencia de la mayor actividad proteásica (Monfort, 1989).
4. Desgarros musculares y, en consecuencia, la aparición de olores anómalos por proliferación de microorganismos en las grietas de las piezas.
5. Mayor concentración de sal en los jamones debido a una mayor velocidad de penetración de la sal al interior de los jamones (Arnau y col., 1995).
6. Aparición de precipitados de tirosina o "pintas blancas" (Arnau y col., 1987).

Las carnes DFD (Dark, Firm and Dry), oscuras o fatigadas, aparecen en cerdos que en el momento del sacrificio, debido a factores de tensión medio ambientales, tienen bajos niveles de glucógeno muscular y aumentada la actividad enzimática de los citocromos y, en consecuencia, el pH final (próximo a 6,2) queda por encima del que sería normal. Este pH, alejado del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, facilita sus repulsiones electrostáticas, lo que favorece la cantidad de agua retenida físicamente entre ellas y hace que la carne aparezca firme, sin exudar agua. Asimismo, la dispersión interna de la luz es menor, con el consiguiente oscurecimiento. El principal inconveniente de estas carnes es que su elevado pH facilita el crecimiento microbiano y, además, en los jamones elaborados a partir de carnes DFD se observa:

1. Mayor crecimiento de microorganismos, por lo que aumenta el riesgo de putrefacción profunda o "cala". Además, el problema puede acentuarse debido a la sustitución de la glucosa como sustrato para las bacterias por aminoácidos, que al degradarse provocan olores pútridos (Newton y Gill, 1981).
2. Dificultada la reducción de nitrito a óxido nítrico, lo que puede provocar deficiencias en la coloración por insuficiente formación de nitrosomioglobina.
3. Favorecida la precipitación de cristales de fosfato en el exterior del jamón cuando se almacena en refrigeración (Arnau y col., 1987)
4. Elevada adhesividad y pastosidad que origina problemas en el loncheado y una valoración negativa de la textura (Guerrero y col., 1992).

CANTIDAD Y CALIDAD DE LA GRASA DE CERDO

El mayor conocimiento del papel que desempeña el colesterol y las grasas saturadas en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, junto a una preocupación creciente por la línea, han provocado la búsqueda de animales cada vez más conformados y menos engrasados. Esta presión selectiva ha sido especialmente intensa en lo que respecta a la especie porcina, donde el incremento del porcentaje magro de las canales ha provocado una importante disminución de la cantidad de grasa, hasta el punto de que determinados cortes bien pudieran calificarse, dietéticamente hablando, como "light". Pero a su vez, este déficit de grasa se traduce en una falta de sabor, jugosidad y palatabilidad de la carne y, por otra parte, en la dificultad con que se pueden encontrar las industrias cárnicas para elaborar determinados productos cárnicos.

Numerosas investigaciones han mostrado que la cantidad de grasa y la composición en ácidos grasos en el cerdo puede estar influenciada por diversos factores entre los que destacan la edad, el sexo, la alimentación y la raza del animal (Metz, 1983; Walstra, 1983; García y col., 1986; John y col., 1987; Rhee y col., 1988; Wood y col., 1988).

La composición en lípidos de la grasa de cerdo esta influida por la cantidad de ácidos grasos presentes en la dieta del animal, ya que la mayor parte de los ácidos grasos suministrados por los alimentos no se modifican en el curso de la digestión, sino que son absorbidos y depositados en los tejidos adiposos. Raimondi y col. (1975) y Asghar y col. (1990) demostraron que la adición de diferentes grasas como sebo, aceite de soja, cacahuete, oliva, linaza, coco y manteca a la dieta del animal influye significativamente en la composición en ácidos grasos de los lípidos de los animales monogástricos como el cerdo.

MATERIAL Y MÉTODOS

ANIMALES

Tradicionalmente el esquema de producción porcina se basaba en un cruce a tres vías, donde la hembra provenía de un cruce Landrace (La) con Large White (LW) y el macho, normalmente Landrace Belga (LB) o Pietrain (Pi), aportaba una buena conformación al producto final. Sin embargo, actualmente, con objeto de evitar los problemas asociados al SEP (Síndrome del Estrés Porcino), la mayoría de los machos son fruto de diversos cruces y pertenecen a nuevas razas o líneas sintéticas.

En el presente estudio, y a propuesta de FADESPORM, sobre hembras provenientes del cruce La x LW, se estudian los productos de cuatro tipos de machos:

Cruce	machos	hembras
A	Sintético (Pi x LW x La)	(La x LW)
B	Sintético Pen Ar Lan (Pi x LW x Ha)	(La x LW)
C	Sintético Pen Ar Lan x Pi	(La x LW)
D	Du x Pi	(La x LW)

El macho sintético del cruce A, perteneciente a una empresa de genética, es el resultado de la fusión de las razas Pi x LW x La y, aunque se desconoce el porcentaje exacto de sangre de cada una de ellas, sin embargo sabemos que la Pietrain es la que entra en menor cuantía y la de mayor proporción es Large White.

Los machos del cruce B pertenecen a la línea sintética francesa Pen Ar Lan, que se utiliza profusamente por los porcicultores españoles, y es el resultado del cruce de las razas Pi x LW x Ha.

En el cruce C, con objeto de mejorar su conformación, los machos son resultado de cruce de animales de la línea sintética Pen Ar Lan con Pietrain.

Por último, en el cruzamiento cuádruple D, el producto resultante contiene un 25% de sangre Duroc, raza que supuestamente podría producir carne de mejor calidad.

El número de canales, de lomos y de panículos adiposos estudiados para cada genotipo ha sido de:

	Cruces		Canales	Lomos	Tocinos
	padres	madres			
A	Sintético (Pi x LW x La)	(La x LW)	100	46	35
B	Sintético Pen Ar Lan (Pi x LW x Ha)	(La x LW)	106	60	15
C	Sintético Pen Ar Lan x Pi	(La x LW)	125	55	35
D	Du x Pi	(La x LW)	55	34	20
TOTAL			386	195	105

Pi: Pietrain; LW: Large White; La: Landrace; Ha: Hampshire; Du: Duroc

MANEJO, TRANSPORTE Y SACRIFICIO

Los 386 cerdos estudiados provenían de granjas ubicadas en la Región de Murcia a distancias comprendidas entre 20 y 60 Km. El tiempo transcurrido desde la llegada al matadero de los animales hasta su sacrificio -tiempo de reposo- es de 6 ± 2 horas para todos los lotes estudiados. Los animales se sacrifican según la Reglamentación Técnica Sanitaria de Mataderos y Salas de Despice (R.D. 3263 de 26 de noviembre de 1976), y el método de insensibilización empleado es anestesia con dióxido de carbono (CO₂).

La refrigeración de las canales se realiza mediante un oreo rápido en cámaras a 0 °C y velocidad del aire aproximada de 1m/s durante una hora y media para, posteriormente, ser mantenidas en cámaras a 4-5 °C hasta el día siguiente. Con esta modalidad de refrigeración se conseguía, en hora y media tras el sacrificio, bajar la temperatura del jamón a 31-33 °C, medida a 3 centímetros de profundidad.

CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

Las canales estudiadas de cada genotipo fueron muestreadas al azar entre el total de los animales que componían los lotes de llegada al matadero. De tal modo, de cada lote se muestrean como máximo 25 canales por genotipo y día hasta completar el total.

En las canales se mide: pH, conductividad eléctrica (CE) y dispersión interna de la luz (DIL), tanto a los 45 min como a las 24 h post-mortem (pm), en los músculos Semimembranoso (SM) y Longísimo del Dorso (LD) a la altura del tercer espacio intercostal (Figura 1). En todos los casos las medidas se realizan por triplicado y se calcula el valor medio.

Las carnes fueron clasificadas como DFD, normal o PSE, en base a las medidas de pH y CE, de acuerdo con los siguientes valores umbrales:

Carnes PSE.- $\text{pH} < 5,8$ y $\text{CE} > 8$, ambas medidas a los 45 minutos pm.

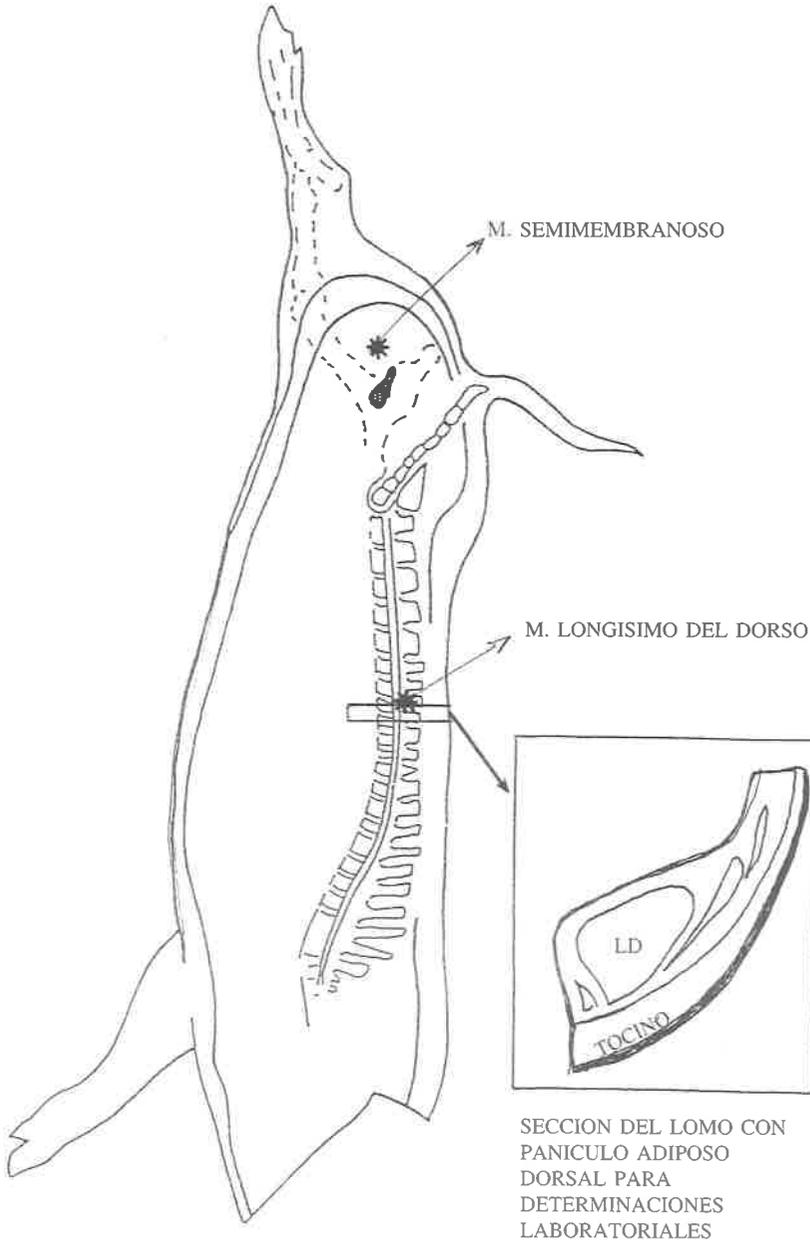
Carnes DFD.- $\text{pH} > 6,2$ medido a las 24 horas pm.

A las 24 h pm, se toman muestras del LD y se llevan al laboratorio. En primer lugar y sobre la superficie de corte del músculo, se determina el color de la carne (coordinadas CIELAB), con colorímetro Minolta Chromameter II, CR 200/08. A continuación, las muestras se limpian de grasa, se pican y se almacenan en congelación para la realización de los diferentes análisis. A partir de estas muestras determinamos: capacidad de retención de agua (Gruu y Ham, 1953) con la modificación de Volovinskaya, proteínas solubles por el método desarrollado en el Instituto Danés de la Carne (Barton-Gade, 1980), humedad (ISO 1442), grasa intramuscular (ISO 1443), pigmentos (Garrido y col. 1994), nitrógeno total, pérdidas por goteo (Honikel y col. 1986) y pérdidas por cocción (Fernández y col. 1994).

DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS TOTALES DEL TOCINO DORSAL

De las muestras de tocino dorsal se extrae el contenido lipídico siguiendo el método de Folch: decantación de la grasa en frío mediante una mezcla de disolventes orgánicos cloroformo-metanol en proporción 2:1. Tras la separación de la fase lipídica se procede a la derivatización de los ácidos grasos según el procedimiento descrito en la norma UNE nº 55-037-37. Una vez obtenidos los ésteres metílicos de los ácidos grasos, antes de transcurridas 24 horas, se inyectan en el cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890, con

FIGURA 1
MEDIDAS DEL DIL, CE Y pH EN LOS MÚSCULOS
LONGÍSIMO DEL DORSO (LD) Y SEMIMEMBRANOSO (SM)
EN LA MEDIA CANAL DERECHA



detector de ionización de llama (FID) y columna capilar al 5% Fenil Metil Siloxano entrecruzado; 30 m de longitud x 0.25 mm de diámetro interno x 0.25 μm de espesor de película.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

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

- Análisis de varianza simple (al nivel de significación del 95%) para comprobar la influencia cualitativa del genotipo y de la clase sobre las variables cuantitativas.
- Correlaciones de Pearson para establecer la significación de la relación entre los distintos parámetros.

RESULTADOS

CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

El número de muestras (N), la media (\bar{x}), la desviación estándar (SD) y los valores máximos y mínimos de los parámetros de la calidad de la canal y de la carne investigados son los siguientes:

TABLA 1

	N	$\bar{x} \pm SD$	Mínimo	Máximo
Magro (%)	317	54,65 \pm 3,47	35,60	62,50
Peso canal (kg)	320	79,33 \pm 11,05	46,30	111,3
Grasa				
Dorsal (cm)	386	3,2 \pm 0,7	0,6	6,5
Glúteo (cm)	386	1,6 \pm 0,6	0,2	9
IM (%)	194	4,85 \pm 1,86	1,5	10,4
pH45SM	386	6,07 \pm 0,26	5,24	6,92
pH45LD	386	6,16 \pm 0,32	5,22	6,89
pH24SM	386	5,67 \pm 0,29	5,11	6,75
pH24LD	386	5,52 \pm 0,19	5,13	6,53
CE45SM	386	4,62 \pm 0,07	2,30	16,80
CE45LD	386	4,19 \pm 1,58	2,00	19,30
CE24SM	386	7,99 \pm 2,58	3,20	15,60
CE24LD	386	4,60 \pm 1,91	2,10	14,30
DIL45SM	386	16,33 \pm 10,93	3,00	70,00
DIL45LD	386	6,00 \pm 7,07	1,00	47,00
DIL24SM	386	27,87 \pm 12,71	4,00	80,00
DIL24LD	386	19,31 \pm 8,57	1,00	58,00
Color	195	2,58 \pm 0,7	1	5
L*	195	44,09 \pm 0,4,19	35,23	53,08
a	195	5,49 \pm 1,28	2,29	8,91
b	195	13,63 \pm 13,01	-0,7	33,97
Pigmentos (mg/g)	195	1,20 \pm 0,24	0,68	2,22
Humedad (%)	195	75,61 \pm 0,83	73,69	80,92
PS (UA/g)	195	0,207 \pm 0,027	0,118	0,306
CRA (%)	190	69,21 \pm 3,65	59,40	84,26
Goteo 72 (%)	183	5,30 \pm 2,31	5,20	12,19
Goteo 120 (%)	183	8,30 \pm 2,77	3,24	14,17
Cocinado (%)	136	7,88 \pm 3,68	0,68	19,62

El peso medio de la canal de los animales estudiados es $79,33 \text{ kg} \pm 11,05$ y el porcentaje de magro $54,65(\%) \pm 3,47$, siendo los valores máximo y mínimo $62,50\%$ y $35,60\%$ respectivamente. A este contenido magro le corresponde una clasificación de 1,6 (puntuación obtenida considerando los valores: Clase S=0, E=1, U=2 y R=3).

El grosor del panículo adiposo se determina a nivel de la 1ª costilla y del músculo glúteo medio, obteniéndose unos resultados medios de 1,65 cm y 3,23 cm respectivamente, aunque llegan a determinarse espesores menores de 1 cm y mayores de 6,5 cm. No se aprecian diferencias significativas entre el grosor del panículo y la calidad de la carne (PSE, normal y DFD).

En relación al sexo, las hembras muestran un espesor de tocino ligeramente superior al de los machos, aunque estas diferencias no llegan a ser significativas. Igual comportamiento presenta la grasa intramuscular.

Los resultados del estudio de la calidad de la carne presentan una baja incidencia tanto de carnes anormales exudativas, como de carnes oscuras, secas y firmes (DFD), siendo en este último caso el reparto algo desigual en función del músculo:

	Calidad (%)	
	PSE	DFD
Músculo SM	3,1	7
Músculo LD	3,4	1

La mayoría de las carnes manifiestan coloración roja característica, adecuada Capacidad de Retención de Agua (CRA) y valores normales de pérdidas por goteo a 72 y 120 horas post-mortem y pérdidas por cocción.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE SEGÚN LA CLASE

En la Tabla 2 se presentan las medias y desviaciones estándar de algunas características de la canal y de la carne según la clase (sistema S-EUROP), observándose que la mejor clasificación la obtienen aquellas canales menos pesadas. Al incrementar el peso disminuye el porcentaje magro y aumenta significativamente tanto el engrasamiento de la canal como el de la carne (Figura 2).

Las canales mejor clasificadas fueron las que presentaron mayor incidencia del defecto PSE tanto en el lomo (músculo Longísimo del Dorso) como en el jamón (músculo Semimembranoso)

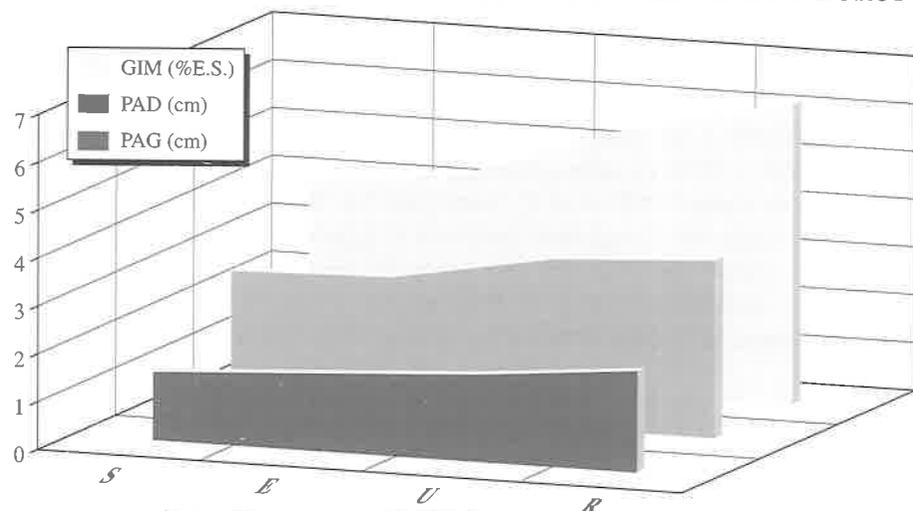
TABLA 2
MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE SEGÚN LA CLASE

	Clase			
	S (N = 14)	E (N = 114)	U (N = 141)	R (N = 21)
Magro (%)	61,02 ± 0,25	56,98 ± 0,13	52,93 ± 0,11	48,10 ± 0,26
Peso canal (kg)	75,34 ± 2,67 ^a	77,16 ± 1,07 ^a	81,79 ± 0,81 ^b	85,49 ± 2,47 ^b
Grasa ¹				
Dorsal (cm)	2,8 ± 0,8 ^a	2,9 ± 0,7 ^a	3,5 ± 0,7 ^b	3,7 ± 0,7 ^b
Glúteo (cm)	1,4 ± 0,8 ^a	1,6 ± 0,7 ^a	1,8 ± 0,7 ^{ab}	2,1 ± 0,8 ^b
IM (%)	3,98 ± 0,48 ^a	4,35 ± 2,42 ^a	5,50 ± 0,20 ^b	6,24 ± 0,80 ^b
PSE (%) ²				
SM	14,3	1,8	1,4	4,8
LD	21,4	0,9	0,7	0

¹ Grasa: Dorsal.- máximo grosor del panículo adiposo dorsal en el punto de máximo grosor; Glúteo.- menor grosor del panículo adiposo a la altura del músculo glúteo; IM.- grasa intramuscular sobre materia seca en la porción media del lomo

² PSE: SM.- en músculo Semimembranoso; LD.- en músculo Longísimo del dorso
 Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P<0,05)

FIGURA 2
GRASA DE LA CANAL Y DE LA CARNE SEGÚN LA CLASE S-EUROP



	S	E	U	R
GIM (%E.S.)	3,98	4,35	5,5	6,24
PAD (cm)	2,8	2,9	3,5	3,7
PAG (cm)	1,4	1,6	1,8	2,1

PAG: Espesor del panículo adiposo a nivel del músculo glúteo; PAD: Espesor del panículo dorsal en su punto de máximo grosor; GIM: Porcentaje de grasa intramuscular sobre extracto seco en el lomo.

CALIDAD DE LA CARNE EN LOS DISTINTOS TIPOS DE CRUCES

Los valores de pH obtenidos para cada genotipo en los músculos Longísimo del Dorso y en el Semimembranoso están recogidos en la Tabla 3. Se observan unos valores de pH inferiores en el cruce B a los 45 minutos tras el sacrificio, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas. No obstante, sí alcanzan niveles de significación a las 24 horas en el músculo Semimembranoso.

TABLA 3
 MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS VALORES DE pH
 A LOS 45 MINUTOS Y A LAS 24 HORAS POST-MORTEM EN
 LOS MÚSCULOS LONGÍSIMO DEL DORSO (LD) Y
 SEMIMEMBRANOSO (SM) SEGÚN EL TIPO DE CRUCE

	Genotipo ¹			
	A	B	C	D
pH 45 minutos				
SM	6,15 ^a	6,01 ^b	6,08 ^{ab}	6,09 ^{ab}
LD	6,03 ^a	6,02 ^{ab}	6,05 ^b	6,12 ^{bc}
pH 24 horas				
SM	5,84 ^a	5,52 ^b	5,64 ^c	5,77 ^a
LD	5,49 ^a	5,53 ^b	5,48 ^a	5,51 ^{ab}

¹ Cruces: A.- (Pi x LW x La) x (La x LW); B.- (Pi x LW x Ha) x (La x LW); C.- [(Pi x LW x Ha) x Pi] x (La x LW); D.- (Du x Pi) x (La x LW)

Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P<0,05)

En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de carnes anormales con los defectos PSE y DFD en cada genotipo. Se observa que el cruce con mayor incidencia de carnes PSE es el C, tanto para las determinaciones realizadas en el lomo (músculo Longísimo) como en el jamón (músculo Semimembranoso). Las carnes provenientes del cruce D muestran también una cierta tendencia a desarrollar el defecto PSE, mientras que en los cruces A y B la incidencia de carnes exudativas es muy baja, prácticamente nula.

Respecto a la tendencia a desarrollar las características DFD en las carnes observamos que se destacan los animales pertenecientes a las granjas origen de los cruces A y D.

Como podemos observar en la Tabla 5 y la Figura 3, el genotipo más conformado, que alcanza una mejor clasificación según el sistema S-EUROP y mayores porcentajes de magro (56,5 %), es el del cruce C. Así mismo, este cruce, presenta el menor engrasamiento de la canal, medido como grosor del

panículo adiposo dorsal, y la menor cantidad de grasa intramuscular. Es importante resaltar el bajo peso de las canales provenientes de estos animales (70,9 Kg).

TABLA 4
PORCENTAJE DE CARNES ANORMALES PSE
Y DFD EN CADA GENOTIPO

	Genotipo ¹			
	A	B	C	D
M. Semimembranoso				
PSE	2	1,6	5,7	3,6
DFD	14	2,4	2,8	12,7
M. Longísimo del Dorso				
PSE	0	0	7,5	7,4
DFD	0	1,6	0	3,7

¹ Cruces: A.- (Pi x LW x La) x (La x LW); B.- (Pi x LW x Ha) x (La x LW); C.- [(Pi x LW x Ha) x Pi] x (La x LW); D.- (Du x Pi) x (La x LW)

TABLA 5
MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CARACTERÍSTICAS DE
CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE E INCIDENCIA DE LAS
CARNES EXUDATIVAS SEGÚN EL TIPO DE CRUCE

	Genotipo ¹			
	A	B	C	D
Peso canal (Kg)	74,04 ± 0,80 ^a	87,34 ± 0,91 ^b	70,98 ± 0,89 ^a	86,90 ± 1,21 ^b
Clase ²	1,7	1,8	1,1	1,5
Magro (%)	54,4 ± 0,3 ^a	53,4 ± 0,3 ^a	56,5 ± 0,3 ^b	54,92 ± 0,69 ^{ab}
Grasa ³				
Dorsal (cm)	3,1 ± 0,08 ^a	3,6 ± 0,07 ^b	2,9 ± 0,06 ^a	3,22 ± 0,09 ^a
Glúteo (cm)	1,6 ± 0,06 ^a	1,7 ± 0,05 ^a	1,8 ± 0,08 ^a	1,47 ± 0,07 ^a
IM (%)	5,28 ± 0,28 ^a	5,35 ± 0,23 ^a	4,02 ± 0,19 ^b	4,77 ± 0,37 ^{ab}
PSE (%) ⁴				
SM	2	1,6	5,7	3,6
LD	0	0	7,5	7,4

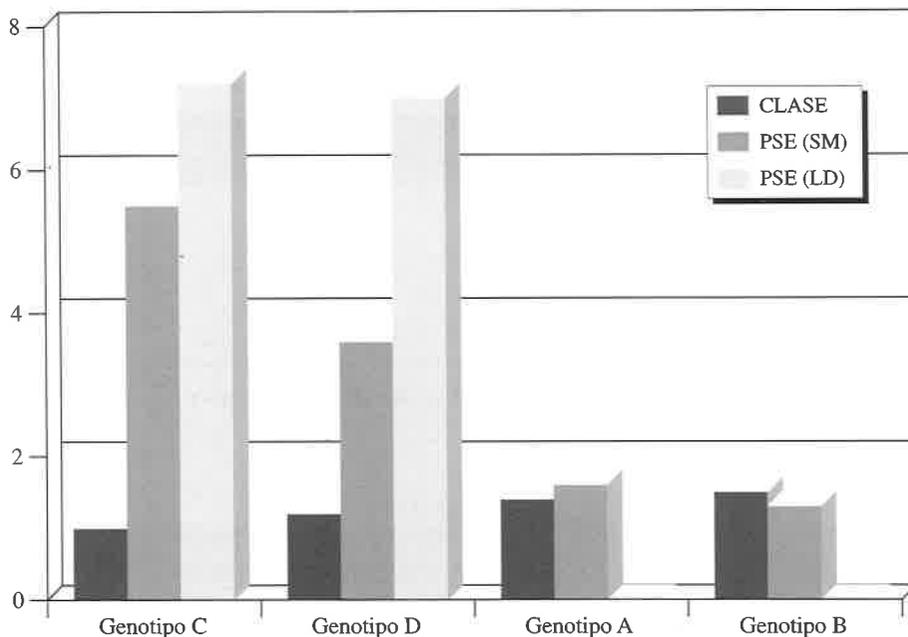
¹ Cruces: A.- (Pi x LW x La) x (La x LW); B.- (Pi x LW x Ha) x (La x LW); C.- [(Pi x LW x Ha) x Pi] x (La x LW); D.- (Du x Pi) x (La x LW)

² Clase: Especial=0, E=1, U=2, R=3, O=4 y P=5

³ Grasa: Dorsal.- máximo grosor del panículo adiposo dorsal en el punto de máximo grosor; Gluteo.- menor grosor del panículo adiposo a la altura del músculo glúteo; IM.- grasa intramuscular sobre materia seca en la porción media del lomo

⁴ PSE: SM.- en músculo Semimembranoso; LD.- en músculo Longísimo del dorso
Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P<0,05)

FIGURA 3
 INCIDENCIA DE CARNES PSE (%) EN EL MÚSCULO
 SEMIMEMBRANOSO (SM) Y LONGÍSIMO DEL DORSO (LD) Y
 CLASIFICACIÓN OBTENIDA SEGÚN EL GENOTIPO



Clase: El valor obtenido en el eje de ordenadas es el resultado de asignar las siguientes puntuaciones: S=0, E=1, U=2, R=3 y O=4.

Las canales más engrasadas, con mayor espesor del panículo adiposo dorsal y con menor porcentaje de magro, son las del cruce B con mayor porcentaje de sangre Hampshire.

En la Tabla 6 y las Figura 4 se recogen determinadas características tecnológicas y sensoriales de la carne según el tipo de cruce. La carne significativamente más pigmentada y también más oscura, según valoración subjetiva, es la proveniente del cruce D, con un 25% de Duroc. Por contra, los lomos del cruce C, más conformado, resultaron los menos pigmentados. Este cruce C presenta además la menor CRA y elevadas pérdidas de agua por goteo y al cocinado, mientras que el cruce D es el que alcanza mayor CRA. Por último, el cruce B muestra elevadas pérdidas por goteo tanto a las 72 como a la 120 horas, así como al cocinado.

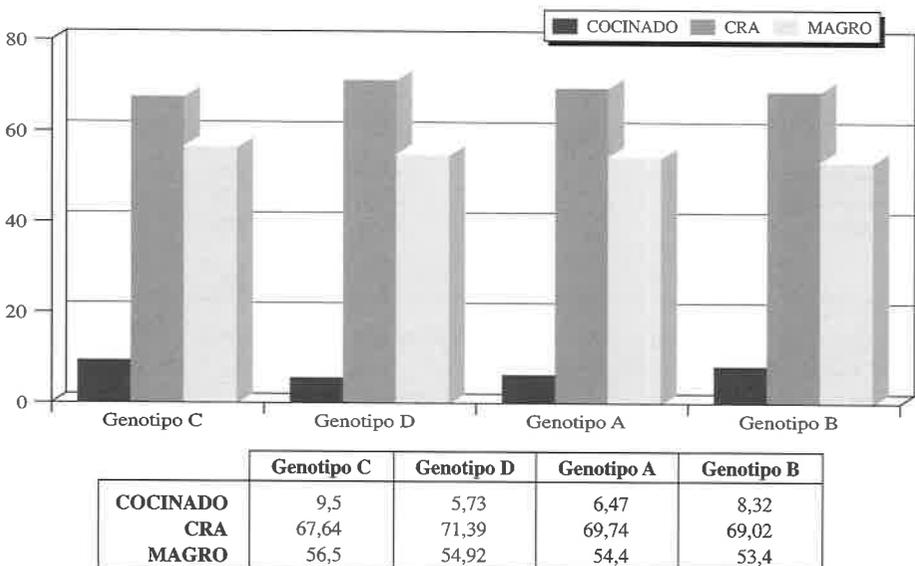
TABLA 6
**MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA DETERMINADAS
 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE LA
 CARNE SEGÚN EL TIPO DE CRUCE**

	Genotipo			
	A	B	C	D
Color	2,3 ± 0,6 ^a	2,8 ± 0,7 ^b	2,42 ± 0,08 ^a	2,88 ± 0,14 ^b
L*	43,32 ± 0,69 ^a	43,27 ± 0,48 ^a	45,09 ± 0,59 ^a	44,95 ± 0,60 ^a
Pigmentos (mg/g)	1,17 ± 0,03 ^a	1,20 ± 0,22 ^a	1,13 ± 0,03 ^a	1,36 ± 0,04 ^b
Humedad (%)	75,71 ± 0,10 ^{ab}	75,38 ± 0,09 ^a	76,03 ± 0,13 ^b	75,23 ± 0,11 ^a
PS (UA/g)	0,206 ± 0,005 ^a	0,213 ± 0,025 ^a	0,199 ± 0,003 ^a	0,210 ± 0,004 ^a
CRA (%)	69,74 ± 0,46 ^{ab}	69,02 ± 0,38 ^{bc}	67,64 ± 0,52 ^c	71,39 ± 0,71 ^a
Goteo 72 (%)	4,79 ± 0,32 ^a	5,62 ± 0,27 ^a	5,54 ± 0,34 ^a	4,87 ± 0,46 ^a
Goteo 120 (%)	7,38 ± 0,39 ^a	9,44 ± 0,29 ^b	8,35 ± 0,37 ^{ab}	7,15 ± 0,57 ^a
Cocinado (%)	6,47 ± 0,33 ^{ab}	8,32 ± 0,49 ^a	9,50 ± 0,57 ^a	5,73 ± 0,61 ^b
Grasa IM (%)	5,28 ± 0,28 ^a	5,35 ± 0,23 ^a	4,02 ± 0,19 ^b	4,77 ± 0,37 ^{ab}

Cruces: A.- (Pi x LW x La) x (La x LW); B.- (Pi x LW x Ha) x (La x LW); C.- [(Pi x LW x Ha) x Pi] x (La x LW); D.- (Du x Pi) x (La x LW).

Color: valoración subjetiva según escala japonesa; PS: Proteínas solubles; CRA: Capacidad de retención de agua; Goteo 72: Pérdidas por goteo a las 72 horas; Goteo 120: Pérdidas por goteo a las 120 horas; Cocinado: Pérdidas por cocinado; Grasa IM: grasa intramuscular sobre materia seca en la porción media del lomo. Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P<0,05)

FIGURA 4
**PORCENTAJE DE MAGRO, CRA Y PÉRDIDAS
 AL COCINADO SEGÚN EL TIPO GENÉTICO**



No se observan diferencias entre cruces respecto de las características de calidad: Luminosidad (L*), proteínas solubles y pérdidas por goteo a las 72 horas.

CALIDAD DEL TOCINO: COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LOS LÍPIDOS DEL PANÍCULO ADIPOSO DORSAL

En la Tabla 7 se presentan las medias de los ácidos grasos determinados para cada uno de los genotipos, así como la proporción de monoinsaturados (AGMI: oleico y palmitoleico), poliinsaturados (AGPI: linoleico y linolénico), saturados (AGS: mirístico, palmítico y esteárico) y la relación I/S (ácidos grasos insaturados / ácidos grasos saturados).

TABLA 7
COMPOSICIÓN MEDIA PORCENTUAL DE LOS ÁCIDOS GRASOS DEL PANÍCULO ADIPOSO DORSAL SEGÚN EL GENOTIPO

Ácidos grasos	Genotipo ¹				Media
	A	B	C	D	
Mirístico C _{14:0}	1.27 ^a	1.05 ^b	1.20 ^a	1.23 ^a	1.19
Palmítico C _{16:0}	21.5 ^a	19.99 ^b	20.98 ^{ab}	20.85 ^{ab}	20.83
Esteárico C _{18:0}	11.43 ^a	11.34 ^a	11.44 ^a	11.97 ^a	11.55
Palmitoleico C _{16:1}	2.52 ^a	1.46 ^a	1.95 ^a	1.79 ^a	1.93
Oleico C _{18:1}	38.14 ^a	31.73 ^b	38.17 ^a	36.17 ^c	36.05
Linoleico C _{18:2}	21.82 ^a	32.2 ^b	22.41 ^{bc}	24.41 ^c	25.21
Linolénico C _{18:3}	3.87 ^a	2.24 ^b	3.86 ^a	3.43 ^c	3.35
Monoinsaturados	40.66	33.19	40.12	37.96	37.98
Poliinsaturados	25.69	34.44	26.27	27.84	28.56
Saturados	34.2	32.37	33.62	34.05	33.56
I/S	1.9	2.1	1.97	1.9	1.97

¹ Cruces: A.- (Pi x LW x La) x (La x LW); B.- (Pi x LW x Ha) x (La x LW); C.- [(Pi x LW x Ha) x Pi] x (La x LW); D.- (Du x Pi) x (La x LW)

Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P<0,05)

En general, considerados todos los animales en conjunto, el tocino dorsal muestra un alto contenido en AGPI -fundamentalmente linoleico- y bajo en AGMI.

Observamos importantes diferencias entre las distintas líneas genéticas estudiadas para los ácidos grasos, alcanzando grados de significación estadística para los ácidos grasos mirístico, palmítico, oleico, linoleico y linoléico.

Los animales del genotipo B resultaron ser los que mayores contenidos en AGPI presentan -33,4%- y también en los que el cociente I/S es más elevado (2,1).

DISCUSIÓN

CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

En general, las canales estudiadas han presentado un elevado porcentaje de magro ($54,65 \pm 3,47$), superior al obtenido por Garrido y col. (1992) en un estudio realizado sobre canales de animales producidos en la Región con sangre Landrace, Large White y Pietrain, lo que las lleva a situarse en la clasificación S-EUROPA entre E/U.

El contenido magro adquiere especial interés al enmarcarse actualmente en la disyuntiva siguiente: por un lado el ganadero está empezando a ser primado por el mayor contenido graso de sus animales y, por otro, el consumidor demanda carnes magras con poco contenido en grasa. Esta situación obliga, por una parte, a replantearse la tendencia, iniciada hace años, a seleccionar estirpes que proporcionen un elevado contenido en magro y escasa grasa y, por otra, a buscar carnes para consumo en fresco adecuadas a las expectativas de los consumidores.

En relación al sexo, Pedauyé y col. (1993-94) y Garrido y col. (1994), también aprecian mayor grosor del panículo adiposo en las hembras.

Las carnes analizadas muestran un bajo porcentaje de grasa intramuscular (1,2% m.h.), similar al citado por De Vries y col. (1990) y Garrido y col. (1994), 1,3% y 1,5% respectivamente, que continúa estando por debajo del 2% recomendado por Barton-Gade (1991) para que la carne desarrolle buenos atributos organolépticos.

Los porcentajes de carnes PSE y DFD detectados, están en consonancia con los últimos estudios realizados por Bañón (1995), si bien hay que señalar que la incidencia de carnes PSE es inferior en las estirpes controladas en este estudio (3,4% frente a 18%). En todo caso es de destacar la baja incidencia de carnes defectuosas PSE en la Región, si comparamos con los resultados obtenidos por otros autores en diferentes mataderos españoles.

La coloración de la carne resulta normal, presentando las carnes PSE los valores más altos de luminosidad (L^*), sin embargo a las carnes DFD les correspondieron los mayores valores de a^* , lo que demuestra su coloración más oscura, a pesar de que su contenido en pigmentos no es el más elevado.

Las pérdidas por goteo a las 72 h pm obtenidas para cada calidad de carne, coinciden con los datos publicados por Kauffman y col. (1986) y Brown (1992). Las pérdidas por goteo, tanto a 72 como a 120 h pm, resultan notablemente inferiores en las carnes DFD, alcanzando diferencias estadísticamente significativas con respecto a las normales y PSE.

El comportamiento observado en las pérdidas por cocción resulta similar al comentado para las pérdidas por goteo.

Como era de esperar, la CRA mostró una alta correlación, de signo negativo, con las pérdidas por goteo 72 y 120. Este efecto no es tan marcado entre CRA y pérdidas por cocinado ni entre pérdidas por goteo y por cocinado, debido probablemente a que el calentamiento induce una desnaturalización protéica adicional (Honikel y col. 1986).

En la mayoría de los casos, las carnes analizadas presentan una buena CRA y un elevado contenido en PS, lo que las hace adecuadas tanto para la elaboración de productos cárnicos curados como cocidos, con la salvedad de su escaso contenido graso.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE SEGÚN LA CLASE

La disminución del porcentaje de carne magra a medida que aumenta el peso de la canal es común a todas las investigaciones. Sin embargo existe cierta controversia sobre si este progresivo engrasamiento afecta por igual a las distintas partes del organismo.

En el presente estudio se pone de manifiesto una evidente tendencia al incremento tanto de los depósitos adiposos dorsales como de la grasa intramuscular a medida que se eleva el peso de las canales. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Wood y col. (1986) que, después de estudiar 300 canales de mataderos norteamericanos, sugieren una estrecha relación entre la acumulación de grasa de las distintas partes del organismo. Sin embargo difiere de los publicados por Warris y col. (1990), Garcia y Casal (1992) y Pedayú y col. (1994), que obtienen escasa relación entre la grasa del músculo y la grasa de la canal (espesor del panículo adiposo dorsal).

El hecho de que las canales mejor clasificadas son las que presentan mayor incidencia del defecto PSE tanto en el lomo (músculo Longísimo del Dorso) como en el jamón (músculo Semimembranoso) ratifican que los animales provenientes de líneas altamente conformadas poseen una elevada frecuencia de genes halotano positivos, lo que ya había sido demostrado en varias investigaciones.

COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS GENOTIPOS

Las canales pertenecientes al cruce C, más conformadas y con mayor porcentaje de magro que el resto de los genotipos, son lógicamente las que alcanzan mejor clasificación. Esta superioridad puede explicarse debido al mayor porcentaje en este cruce de sangre Pietrain, raza altamente conformada que presenta en muchas de sus líneas una elevada frecuencia del gen halotano positivo (HALn). Este gen, como ha sido demostrado en varias investigaciones (Webb, 1981; Eikelenboom, 1985; Fortin y col., 1987; Schmitt y col., 1987; Wood, 1989; Hovenier, 1993), sabemos que se encuentra entre un grupo de genes que estimulan un mayor desarrollo muscular, un menor porcentaje de grasa en canal, un mayor rendimiento de la canal y una mejor distribución del magro.

Sin embargo, este cruce C, superior en conformación de canal, presenta inferior calidad de carne respecto del resto de genotipos estudiados, ya que sus lomos están menos pigmentados, tienen menor CRA, elevadas pérdidas por goteo y muy baja infiltración grasa. Estas carnes de coloraciones pálidas exudan abundante agua durante su comercialización y, tras el cocinado, resultan secas, poco jugosas y, debido a su escasa infiltración grasa, poco palatables y sabrosas. Estas características encuentran su explicación en la tendencia de este genotipo a desarrollar el síndrome de hipertermia maligna y, por tanto, a un brusco descenso del pH tras el sacrificio y un bajo pH último, lo que redundará en un elevado porcentaje de carnes exudativas, como queda constatado en la superior incidencia del problema de carnes PSE que aparece en este cruce.

Además de estos factores genéticos, algunas de las características de la canal y de la carne de este genotipo C, también están influenciadas por el menor peso al sacrificio de estos animales, lo que favorece una menor infiltración grasa de los tejidos, un mayor porcentaje de magro en las canales y unas carnes menos pigmentadas (García-Macias y col., 1994).

El producto del cruce B, cuyos padres pertenecen a la línea sintética francesa Pen Ar Lan, resultado del cruce de las razas Pi x LW x Ha, presenta

un menor porcentaje magro y un grado de engrasamiento significativamente superior, tanto de la canal -grosor del panículo adiposo dorsal-, como de la carne -grado de infiltración grasa-; así como una menor incidencia de carnes PSE que el resto de genotipos. Hoy en día está admitido que este antagonismo entre calidad de la canal, entendida como cantidad de carne magra-, y calidad de carne -menor porcentaje de carnes anormales tipo PSE- es de carácter genético (Hovenier, 1993; Sellier y col., 1994). Este mismo antagonismo genético, como vimos, se pone de manifiesto en las características de la canal y de la carne del cruce C.

El menor valor de pH último en el músculo Semimembranoso del jamón de este cruce B, que alcanza valores de significación estadística, coincide con los resultados obtenidos por Monin y Sellier (1985) y Krieter y col. (1990), para animales de raza Hampshire o sus cruces. Este denominado "efecto Hampshire" de los cruces con Pen Ar Lan, se muestra también en la baja CRA, las pérdidas por goteo superiores al resto de cruces, tanto a las 72 como a las 120 horas, así como en las elevadas pérdidas de agua durante el cocinado. De acuerdo con Sellier y Monin (1994), en los cruces que contienen sangre Hampshire, la mayor concentración de glucógeno muscular que presentan favorece una alta relación agua/proteína (W/P) en el músculo, lo que incrementaría la liberación del agua retenida por las estructuras miofibrilares musculares tras el sacrificio -menor CRA y elevadas pérdidas por goteo y durante el cocinado-.

Numerosos autores han publicado que la carne de cerdo de raza Duroc o sus cruces resulta más pálida (Barton-Gade, 1987; McGloughlin y col., 1988; Bout y col., 1990). Sin embargo, según nuestros resultados, las muestras de lomo del cruce D, que contiene un 25% de sangre Duroc, son las que se puntúan subjetivamente como más oscuras y su concentración de pigmentos resulta ser significativamente superior al resto de cruces, lo que coincide con los trabajos realizados en el Reino Unido por Simpson y col. (1987) y en España por Oliver (1991).

La mayor CRA y las menores pérdidas por goteo que presentan las carnes del cruce D son características de calidad de la carne de la raza Duroc y sus cruces, como ya había sido puesto de manifiesto por Barton-Gade (1990). Sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos por la misma autora (1988), Schwörer y col. (1989), Wood y col. (1989) y Blasco y col. (1993), no se observa un mayor contenido en grasa intramuscular. Tampoco las canales de este cruce resultan ser más engrasadas. La razón de este com-

portamiento debemos buscarla en el distinto origen genético de las líneas usadas, ya que hay una variación considerable dentro de raza en los caracteres productivos y en que, además de Duroc, los productos de este cruce contienen un 25% de Pietrain.

El cruce A, que proviene de un macho terminal formado mayoritariamente por líneas Large White especializadas, resultó tener unas canales de una calidad intermedia entre las peor clasificadas y más grasas del cruce B y las más magras y conformadas de los cruces C y D. La cantidad de magro alcanzada por este cruce A resulta suficiente, pero no así su deficiente conformación que influirá negativamente en la obtención de piezas nobles tras el despiece.

Este cruce A no presenta los inconvenientes del cruce C respecto a la calidad de la carne -elevada incidencia de carnes PSE- y, además, alcanza mayor infiltración grasa en el lomo que el cruce D. Los valores de CRA y de pérdidas por goteo se aproximan a los mejores resultados obtenidos por el cruce D, incluso respecto de las pérdidas por goteo a las 72 horas. Este conjunto de características de calidad de carne del cruce A lo señalan como superior al resto de los cruces estudiados tanto para consumo en fresco, carnes más jugosas y palatables, como para la elaboración de jamón curado. Recordemos que los jamones que poseen una cantidad importante de grasa infiltrada sufren una penetración de la sal y deshidratación más lenta, lo que permite alargar el período de secado-maduración y obtener un jamón más aromático, menos salado y más jugoso.

CARNES DFD

La condición DFD alcanza porcentajes superiores al 10% de los animales de los cruces A y D. Estas carnes oscuras o fatigadas aparecen en cerdos que en el momento del sacrificio, debido a factores de tensión medio ambientales, tienen bajos niveles de glucógeno muscular y aumentada la actividad enzimática de los citocromos. En nuestro estudio, puesto que el tratamiento de los animales es el mismo para todos los cruces a partir de su llegada al matadero (tiempo de espera en los corrales, duchado, método de insensibilización, etc.), pensamos que es en el incorrecto manejo de los animales, tanto en la granja en las horas previas a la expedición -tiempo de ayuno, reagrupamientos de animales, etc- como en las operaciones de carga y descarga, donde reside la causa de esta tendencia a desarrollar la condición DFD en las carnes.

COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LOS LÍPIDOS DEL PANÍCULO ADIPOSO DORSAL

Para el conjunto de los animales estudiados se observa un elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los lípidos del panículo adiposo dorsal -28,56%-, fundamentalmente debido al alto porcentaje en ácido linoleico -25,21%-, que coincide con el encontrado, según experiencias realizadas en el IRTA (Oliver, 1995), con los lotes de animales alimentados con piensos enriquecidos en dicho ácido -2,3% en el pienso- y con un grosor de panículo adiposo dorsal inferior a un centímetro.

Destaca el alto contenido en AGPI de la grasa de cobertura, que se alcanza fundamentalmente en detrimento de los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) que sólo representan el 37,98% y, sin embargo, normalmente se encuentran en un porcentaje entre el 40-48% (Carmena, 1993 y Garrido, 1996).

Los resultados obtenidos nos muestran, para el conjunto de los animales, una deficiente aptitud tecnológica de la grasa dorsal, concretamente para el almacenamiento y la elaboración de determinados productos cárnicos en los que es deseable partir de materia prima con alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados -oleico fundamentalmente- y bajo en AGPI. Para Oliver (1995), el ácido linoleico es indeseable en la grasa de los productos cárnicos curados en cantidades superiores al 15%. A mayor grado de insaturación de las grasas, más facilidad para la oxidación y, por tanto, formación de compuestos indeseables que disminuyen la calidad organoléptica de los elaborados cárnicos -olor a rancio- y pueden resultar nocivos para la salud humana.

Por otra parte, este elevado contenido en AGPI del tocino sirve, una vez más, para desmitificar la errónea creencia de que la carne de cerdo y sus elaborados resultan nocivas para la salud por contener un alto contenido en AGS.

A la hora de analizar los resultados de composición en ácidos grasos totales del tocino por estirpes no podemos obviar que, en nuestro estudio, además del factor genético en cada genotipo influye, de manera más importante si cabe, las distintas cantidades de AG suministradas en el pienso a cada lote de animales. Otros factores que también influirían, como son la edad al sacrificio o el sexo, en nuestra experiencia son similares en todos los lotes.

De los genotipos estudiados, el mayor contenido en ácido linoleico lo alcanza el cruce B con el 32,2%. Estos animales fueron alimentados con raciones ricas en maíz, en cuyos aceites destaca en este ácido graso.

CONCLUSIONES

Primera. En general, las canales estudiadas presentan un elevado porcentaje magro, mientras que las carnes contienen escasa cantidad de grasa intramuscular y el tocino es rico en AGPI, lo que supone una adecuación a la demanda de los consumidores de carnes magras, pero un inconveniente, tanto para la jugosidad y palatabilidad de dicha carne, como para la elaboración de determinados productos cárnicos, especialmente el jamón curado.

Segunda. Considerando el buen porcentaje magro y la baja incidencia de carnes PSE hemos de pensar que, en general, los tipos genéticos empleados en las granjas de la Región estudiadas son satisfactorios, ya que a pesar de provenir de animales con buenas conformaciones, sin embargo, manifiestan una escasa frecuencia de genes halotano positivos.

Tercera. El genotipo C obtuvo la mejor clasificación de canal según el sistema S-EUROP y la peor calidad de carne -baja CRA, elevadas pérdidas por goteo, muy baja infiltración grasa y color pálido-.

Cuarta. Las carnes del cruce D, con un 25% de sangre Duroc, a diferencia de lo publicado por otros autores, se muestran más oscuras y poseen mayor concentración de pigmentos y su contenido en grasa intramuscular no es particularmente alto.

Quinta. A pesar de la escasa conformación del cruce A que le resta valor en el despiece, sin embargo, su escasa incidencia de carnes PSE, su elevado porcentaje de grasa intramuscular y su superior composición en AGMI, indican una mejor aptitud tecnológica de las carnes y de los periles para la elaboración de jamón curado.

RECOMENDACIONES

-
- En el cruce C, y mientras no se disminuya la presencia de genes halotano positivos en los animales, se podría ensayar aminorar la tendencia a desarrollar la condición PSE mediante el aumento del tiempo de ayuno previo al sacrificio tal como sugiere Murray y col. (1986).
 - Con objeto de disminuir la elevada incidencia de carnes defectuosas tipo DFD en los cruces A y D, se debería revisar el manejo de los animales, tanto en la granja antes del embarque, como en las operaciones de transporte, carga y descarga.
 - En general, la composición de los ácidos grasos del tocino dorsal resulta excesivamente rica en AGPI, lo que resta a estas carnes aptitud tecnológica para el almacenamiento y la elaboración de determinados productos cárnicos. En este sentido, podría mejorarse el perfil de ácidos grasos mediante la adecuación de las raciones, especialmente en las granjas origen del cruce B.
 - Globalmente consideradas, las carnes estudiadas presentan una calidad tecnológica superior a la obtenida por otros autores en otras Comunidades Autónomas de España. Sin embargo, fundamentalmente con vistas a la elaboración de jamones y paletillas, debe prestarse mayor atención al problema de la falta de engrasamiento y al elevado grado de insaturación de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTEQUERA, T. 1990. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- ARNAU, J., GUERRERO, L., CASADEMONT, G. GOU, P. (1995). Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry cured ham during processing. *Food Chemistry*, 52: 63-65.
- ARNAU, J., MANEJA, E., MONFORT, J.M. (1987). Estudio de la influencia de la carne PSE en el proceso de curación del jamón. *Cárnica* 2000, 48: 77-84.
- ASGHAR, A. LIN, C.F. GRAY, J.I. BUCKLEY, D. J. BOOREN, A. M. FLEGAL, C. J. 1990. Effect of dietary oils and (-tocopherol supplementation on membranial lipid oxidation in broiler meat. *J. Food Sci.* 55:46-50.
- BAÑÓN, S. 1995. Clasificación de jamones según su calidad de carne mediante medidas instrumentales en línea de sacrificio. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia.
- BARTON-GADE, P.A. 1980. Further investigations into relationships between measurements carried out on the slaughter line and pig meat quality the day after slaughter. Manuscript N° 606E. Dansk Slagteriernes Forkningsinstitut, Roskilde.
- BARTON-GADE, P.A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livest. Pro. Sci.* 16: 187-196.
- BARTON-GADE, P.A. 1990. Danish experience in meat quality improvement. 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 511-520.
- BARTON-GADE, P.A. 1991. Medidas de la calidad de la carne de porcino SEPOR 91. Lorca. España.

- BOUT, J. GIRARD, J.P. SELLIER, P. RUNAVOT, J.P. 1990. Comparaison de porcs Duroc et Large White pour la composition chimique du gras de bardiere et du muscle Long dorsal chez le porc. Journées Rech. Porcine en France 22: 29-34.
- BROWN, S.N. 1992. A note on the use of subjective methods for assessing pig meat quality on the slaughter. Meat Science, 32(3): 195-202.
- CARMENA, d. 1993. Conferencia pronunciada en la Asamblea Regional de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia el 29 de enero de 1993.
- COBOS, A. DE LA HOZ, L. CAMBERO, M. J. ORDOÑEZ, J.A. 1994. Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. Revisión Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 34(1): 35-51.
- DE VRIES, A.G., VAN DER WAL, P.G. y MERKS, J.W.M. 1990. Produktveiligheid kwaliteit en afzet van rood vlees en pluimveevlees. Verslagen van de contactdag "Naar den vleze", Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Ede, 68.
- EIKELEMBOOM, G. 1985. An overview in Europe. Die Fleischeri, 4: VII.
- EIKELEMBOOM, G., BOLINK, A.H. y SYBESMA, W. 1989. Effect of fasting before delivery on pork quality and carcasses yield. 35 th ICoMST. Vol. 3: 999-1001.
- FERNANDEZ, P.M. Aceites y grasas vegetales comestibles. Definiciones, disposiciones legales y aspectos nutricionales. Control de calidad y pruebas de pureza (1). Alimentación Equipos y Tecnología 47-54.
- FERNANDEZ, X.; FORSLID, A. y TORNBERG, E. 1994. The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork: interaction with ultimate pH. Meat Science 37: 133-147.
- FORTIN, A. WOOD, J.D. WHELEHAN, O.P. 1987. Breed and sex effects on the development and proportions of muscle, fat and bone in pigs. J. Agric. Sci. Camb, 108: 39-45.
- GARCIA MACIAS, J.A. DIESTRE, A. GISPERT, M. OLIVER, M.A. MIQUEL, A. ESTEVE, E. ALONSO, P. MUÑOZ, A. 1994. Efecto

- del peso al sacrificio sobre las características de calidad de la canal de cerdos cruzados. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* Vol 9(2).
- GARCÍA, M.J. REY, A. SANZ, R. LÓPEZ, C. 1994. Posibilidades de manipulación de las características de la grasa. Una nueva perspectiva para la alimentación en ganados porcino. *Higiene y Tecnología de los Alimentos. Revisión Veterinaria.*
- GARCIA, P.T. CASAL, J.J. 1992. Carcass fat and intramuscular distribution in pigs. 38th ICoMST. Clermont-Ferrand, France. Vol. 2: 49-52.
- GARCIA, P.T. CASAL, J.J. OLSEN, C. BERRA, G. A. 1986. Comparison of distribution and composition of intramuscular fat in Duroc Jersey and Hampshire pigs at 110 Kg liveweight. *Meat Sci.* 16: 283-295.
- GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J., BAÑÓN, S., PEREZ, A.D. y LAENCINA, J. 1992. Detection PSE meat and influence of haem pigment concentration 38th ICMST Clermon-Ferrand.
- GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J.; BAÑÓN, S. y LAENCINA, J. 1994. Pigmeat quality parameters. WHC, haem pigment content and intramuscular fat. *Fleischwirtsch.* 74 (11): 1205-1206.
- GRAU, R. y HAM, R. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften* 40: 29.
- GUERRERO, L., ARNAU, J., GARRIGA, M. (1992). El control de la calidad de la materia prima: un sistema para reducir las bajas en el jamón curado. *Eurocarne*, 4: 37-40.
- HONIKEL, K.O.; KIM, G.J.; RONCALES, R. y HAMM, R. 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influences on drip loss. *Meat Sci.* 16:267-282.
- 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.
- HOVEINER, R. 1993. Breeding for meat quality in pigs. PhD Thesis. Department of animal Breeding, Wageningen Agricultural University.
- ISO 1443 (1979). Meat and meat content. Determination of Fat.

- JOHN, L.C. YOUNG, C.R. KANABE, D.A. TOMPSON, L.D. SCHELLIN, G.T. GRUNDY, S.M. SMITH, S.B. 1972. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed-and elevated mono unsaturated fat diet. *J. Anim. Sci.* 64: 1441-1447.
- KAUFFMAN, R.G., EIKELENBOON, G., WALL VAN DER, P.G., ENGEL, B. y ZAAR, M. 1986. A comparison on methods to estimate water-holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Science.* 18 (4): 307-322.
- KRIETER, J. LANG, J.J. LOOFT, C. KALM, E. 1990. Verlauf der postmortalem Glykogenolyse Rassen: Large White, Pietrain, Hampshire und kreuzkombination Hampshire x Pietrain. *Fleischwirtschaft* 70: 1097-1098.
- LÓPEZ BOTE, C. 1992. Calidad del la carne. En: Manual práctico de la carne. Martín y Macias (Eds).
- MAGGI, E., ODDI, P. (1988). Prosciutti "PSE": possibilità di stagionatura. Indagini preliminari. *Industria alimentare*, 27: 448.
- MCGLOUGHIN, P. ALLEN, P. TARRANT, P.V. JOSEPH, R.L. LYNCH, P.B. HANRAHAN, T.J. 1988. Growth and carcass quality of cross-bred pigs sired by Duroc, Landrace and Large White boars. *Livest. Prod. Sci.* 18:271-280.
- METZ, S.H.M. 1983. Genetic effects on fat deposition and fat quality in growin lean pigs. Fat quality in lean pigs. Meat Research Institute Special Report. Commission of the European Communities, 2: 109.
- MONFORT, J.M. (1989). Influencia de la calidad de la carne en el jamón curado. *Cárnica* 2000, 72:87-106.
- MURRAY, A.C. JONES, S.D.M. SATHER, A.P. 1986. The effect of pre-slaughter feed restriction and genotype for stress susceptibility on pork lean meat quality and composition. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 83-91.
- OLIVER, M.A. 1991. Efectes de la rasa i de la sensibilitat a l'halotà en la qualitat de la canal i de la carn enel porcí. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- OLIVER, M.A. 1995. Calidad de la materia prima para la ortención de jamón curado. *Anaporc*, 150: 96-106.

- PEDAUYÉ, J., BAÑÓN, S., QUIÑONERO, M., LÓPEZ, M.B. y GARRIDO, M.D. 1993-1994. Calidad de la carne de cerdo: influencia del espesor del panículo graso dorsal, el grado de infiltración grasa muscular y del sexo. *An. Vet. (Murcia)* 9-10: 17-24.
- RAIMONDI, R. DE MARÍA, C. AUXILIA, M.A. MASOERO, G. Effetto della grassatura dei mangini sulla produzione della carne di coniglio III. Contenuto in acidi grassi delle carni e del grasso perirenale. *Ann. Ist. Sper. Zootec.* 8:167-181.
- RHEE, K.S.Y.A. CIPRIN, G. ORDOÑEZ, C.E. BOHAC. (1988). Fatty acid profiles of the total lipids and lipid oxidation in pork muscles as affected by canola oil in the animal diet in muscles location. *Meat Sci.* 23: 201-210.
- SCHMITTEN, F.K. SCHEPERS, H. FESTERLING, A. 1987. Evaluation of meat quality by measurement of electrical conductivity. En: *Evaluation and control of meat quality in pigs*. P.V. Tarrant, G. Eikelembom, y G. Monin (Eds). Martinus Nijhoff Publishers Dordrecht, Holanda.
- SELLIER, P. MONIN, G. 1994. Genetics of pig meat quality: A review. *J. of Muscle Foods* 5: 187-219.
- SIMPSON, S.P. WEEB, A.J. DICK, S. 1987. Evaluation of Large White and Duroc boars as terminal sires under two different feeding regimes. *Anim. Prod.* 45: 11-116.
- WALSTRA, P. BERGSTRÖM, P.L. MATEMAN, G. 1983. Effects on the distribution of fat deposition. Fat quality in lean pigs. *Meat Research Institute Special Report. Commission of the European Communities*, 2: 117.
- WARRIS, P.D. BROWN, S.N. FRANKLIN, J.G. KESTIN, S.C. 1990. The tickness 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.
- WEBB, A.J. 1981. The halothane sensitivity test. In *Porcine Stress and Meat Quality* (T. Froystein, E. Slinde and N. Standal, eds.). Agricultural Food Research Society, As, Norway.

- WOOD, J.D. ENSER, M.MONCRIEFF, C.B. 1988. Effects of carcasses fatness and sex on the composition and quality of pig meat. Proc. 34th Int. Congr. Meat Science Tecnology. Brisbane: 562-564.
- WOOD, J.D. JONES, R.C.D. FRANCOMBE, M.A. WHELEHAM, O.P. 1986 The effects of fat tickness and sex on pig meat quality with especial reference to the problems associated with overleanness. Animal Production 43: 535-544.

RESUMEN

Con objeto de conocer la calidad de la canal y de la carne de nuestra cabaña porcina se estudian los productos finales de los cruces de hembras La x Lw con cuatro genotipos de machos:

- A: Sintético (Pi x Lw x La)
- B: Sintético Pen Ar Lan (Pi x Lw x Ha)
- C: Sintético Pen Ar Lan x Pi
- D: Du x Pi

En 386 canales se determina: pH, conductividad eléctrica (CE) y dispersión interna de la luz (DIL), tanto a los 45 minutos como a las 24 horas post-mortem (pm), en los músculos Semimembranoso (SM) y Longísimo del Dorso (LD). En base a las medidas de pH y CE se clasifican las canales como DFD, normales o PSE. Además, a las 24 horas pm, se toman muestras de 195 lomos (LD) en las que se determina el color de la carne (coordinadas CIELAB), capacidad de retención de agua (CRA), proteínas solubles (PS), humedad, grasa intramuscular (GI), pigmentos hemáticos, nitrógeno total, pérdidas por goteo y pérdidas por cocción. Por último, en los lípidos contenidos en 105 panículos adiposos dorsales se determina el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases.

Para el conjunto de los animales estudiados se observa una escasa incidencia de la condición PSE en las carnes y un elevado porcentaje magro de las canales, lo que indica que los tipos genéticos empleados en las granjas de la Región estudiadas son satisfactorios. Sin embargo, las carnes contienen escasa cantidad de grasa intramuscular y el tocino presenta un elevado contenido en AGPI, lo que supone una adecuación a la demanda de los consumidores de carnes magras, pero un inconveniente, tanto para la jugosidad y palatabilidad de dicha carne, como para la elaboración de determinados productos cárnicos.

Respecto del estudio comparado entre los cuatro genotipos se observa que:

- 1) El genotipo C obtuvo la mejor clasificación de canal -sistema S-EUROP- y la peor calidad de carne -baja CRA, elevadas pérdidas por goteo, muy baja infiltración grasa y color pálido-.
- 2) Las carnes del cruce D, con un 25% de sangre Duroc, a diferencia de lo publicado por otros autores, se muestran más oscuras y poseen mayor concentración de pigmentos y su contenido en grasa intramuscular no es particularmente alto.
- 3) A pesar de la escasa conformación del cruce A que le resta valor en el despiece, sin embargo, su escasa incidencia de carnes PSE, su elevado porcentaje de grasa intramuscular y su superior composición en AGMI, indican una mejor aptitud tecnológica de las carnes y de los perniles para la elaboración de jamón curado.



Región de Murcia
Consejería de Medio Ambiente,
Agricultura y Agua