

CALIDAD DE LAS CANALES PRODUCIDAS EN EXPLOTACIONES PORCINAS NAVARRAS

**L. Alfonso*, R. Ruiz*, J.I. Muñoz*, O. Moreno*,
B. Simón****

* Área de Producción Animal, Universidad Pública de Navarra,
Campus Arrosadía, s/n, 31006, Pamplona, España
e-mail: leo.alfonso@unavarra.es

** AN, S. Coop., Campo de Tajonar, s/n, 31192 Valle de
Aranguren, España

RESUMEN

La normativa europea reglamenta la clasificación de las canales porcinas con el objetivo de comparar precios y estimular el pago justo a los productores. En España no existe una tabla de pago semejante a la existente en Francia o en Holanda que estimule la producción de determinado tipo de canales. Tampoco se publican valores de referencia que permitan al productor conocer como se sitúan las canales que está produciendo respecto a otras empresas, regiones o países productores. En este trabajo se analizan las características de calidad de las canales producidas en explotaciones asociadas a una cooperativa navarra. Se dispuso de un total de 22.635 canales clasificadas mediante el aparato "Fat-O-Meater" en un único matadero durante los años 1997 y 1998. Se analizó la heterogeneidad existente en calidad de canal (espesor de grasa dorsal, profundidad de lomo y porcentaje estimado de magro) y algunos factores explicativos (año, explotación, peso canal). En una pequeña muestra de canales se midió adicionalmente la conductividad eléctrica como medida de la calidad de su carne. Los resultados indican unas características medias en calidad de canal y carne (55% de magro, 17 mm de espesor de grasa, 53 mm de profundidad de lomo, 6µS de conductividad eléctrica) y una elevada heterogeneidad fundamentalmente entre canales y para el espesor de grasa dorsal. No se halló una clara relación entre calidad de canal y carne, aunque los resultados indicaron que la calidad de carne era mayor entre las canales que presentaban un menor contenido magro.

Palabras clave: Clasificación canales, Calidad carne, Cerdo.

SUMMARY

CARCASS QUALITY OF PIGS PRODUCED IN NAVARRA

The European Community legislation established a pig grading regulation in order to make the market more transparent and to guarantee producers fair payment. In Spain it does not exist a grading system for payment as in France or Holland that stimulate the production of a defined kind of carcass. Values of reference to compare results obtained by farmers with those of companies, regions or countries are not published. This work analyse the quality carcass characteristics obtained in farms of a co-operative from Navarra. A total of 22.635 carcass were classified by using "Fat-O-Meater" in a slaughter during 1997 and 1998. The heterogeneity in carcass quality

(thickness of backfat, thickness of muscle and estimated percentage of lean meat) and some influencing factors (year, farm, carcass weight) were analysed. In a small sub-sample electrical conductivity was also measured as a criteria of meat quality. Results shown regular carcass and meat quality characteristics (55% of lean meat, 17 mm of thickness of backfat, 53 mm of thickness of muscle, 6 μ S of electrical conductivity) and a high heterogeneity mainly among carcass and for the thickness of backfat. There was not a clear relationship between meat and carcass quality, therefore results indicated that meat quality was higher in carcass with less lean meat content.

Key words: Grading carcass, Meat quality, Pig.

Introducción

En el año 1984 se introdujo un modelo comunitario de clasificación de las canales de cerdo (Reglamento (CEE) n.º 3220/84). En él se consideraba la necesidad de establecer unas normas generales que garantizasen un pago equitativo a los productores en función del peso y de la composición de los cerdos entregados al matadero, y que permitiesen establecer las cotizaciones del cerdo sacrificado sobre una base común garantizando así su comparabilidad con el precio de base válido para la calidad tipo. Dado que este nuevo modelo de clasificación era de obligada aplicación para todos los estados miembros a partir del 31 de diciembre de 1988, se establecieron en cada estado métodos autorizados de clasificación que en España quedaron regulados por la DECISIÓN 88/479/CEE. Esta Decisión autorizaba la utilización de tres métodos de clasificación, siendo el basado en el aparato "Fat-O-Meater" el más utilizado en los mataderos españoles. La estimación del porcentaje de magro realizada por este aparato se basa en una fórmula (DECISIÓN 94/337/CEE) deducida de la disección completa de una muestra de canales representativa de la población porcina española (GISPER y DIESTRE, 1994). Como consecuencia

del elevado coste del procedimiento de disección completa, algunos Estados miembros decidieron utilizar métodos simplificados, hecho que condujo a desviaciones del porcentaje de magro entre países (DAUMAS y DHORNE, 1998). El resultado fue una nueva Directiva (Regulación 3127/94) basada en una disección parcial de los cuatro cortes más grandes de las canales. En 1998, aunque sólo 5 países (Francia, Finlandia, Dinamarca, Alemania y Austria) habían implementado los nuevos métodos autorizados, la mayor parte de Estados miembros disponían de esos nuevos métodos, siendo España una de las pocas excepciones (DAUMAS y DHORNE, 1998).

Por otra parte, el Reglamento (CEE) n.º 3537/89 establece el tipo de canal sobre el cual fijar las cotizaciones del cerdo sacrificado, contemplando la posibilidad de que cada Estado miembro escoja las categorías de peso y su eventual ponderación. De este modo, algunos Estados miembros han elaborado tablas propias de precios de referencia, estableciendo un conjunto de primas y penalizaciones de referencia, para orientar la producción hacia un determinado tipo de canal. Es el caso de Francia, Dinamarca y Holanda, en donde se fija el precio base aproximadamente en el porcentaje de magro de la canal promedio de su población y se

otorga un precio diferente según el peso y el porcentaje de magro de la canal (GISPER y DIESTRE, 1999). En España nunca ha habido una tabla de precios de pago de referencia. Así, existe gran variabilidad en función del matadero en la forma de pago. Hay muchos mataderos en los que únicamente se tiene en cuenta el peso de la canal para establecer el pago de las canales, aunque en algunos sí se establecen primas y penalizaciones en función de la clasificación SEUROP. Pese a todo, la evolución del porcentaje de magro parece que ha sido positiva en España, con un aumento de 4,4 puntos en el periodo 1990-1997 (GISPER y DIESTRE, 1999), lo que se puede entender como una demanda por parte de los mataderos de canales más magras.

GISPER y DIESTRE (1999) indican que la heterogeneidad de las canales sacrificadas en España es mayor que en otros países como Dinamarca u Holanda, relacionando este hecho con la ausencia de una tabla de precios que oriente la producción. La homogeneidad en cuanto a peso y porcentaje de magro de las canales sacrificadas es un aspecto importante en la comercialización de los cerdos cebados, de modo que tanto los valores medios como la dispersión en cuanto a peso y porcentaje de magro, determinan el valor comercial de cada lote de sacrificio.

Un importante aspecto relacionado con la calidad de la canal es el de la calidad sensorial de la carne. Se acepta que durante los últimos treinta años la calidad de la carne se ha visto francamente deteriorada como consecuencia del interés por disponer de canales de elevado porcentaje en contenido magro y excelente rendimiento productivo, tanto en granja como en matadero (TARRANT, 1993). Este tipo de calidad no es por el momento decisivo para establecer el valor de las canales sacrificadas, pero se percibe como

un elemento que a corto plazo pueda determinar ese valor, tanto por razones meramente objetivas como por poderse utilizar como herramienta de comercialización de productos diferenciados.

El objetivo de este artículo es recoger los resultados obtenidos en varios trabajos realizados para caracterizar la calidad de la canal y de la carne de los cerdos producidos en explotaciones socias de una cooperativa navarra. Concretando, se pretende: 1) conocer los valores medios y la variabilidad de las canales sacrificadas durante los dos últimos años en cuanto a peso, espesor de grasa, profundidad de lomo y porcentaje estimado de magro; 2) hacer un primer análisis de la relación existente entre las características de canal y carne.

Material y métodos

Se analizó la calidad de la canal de los animales pertenecientes a explotaciones de una cooperativa navarra (AN, S. Coop.) sacrificados en un mismo matadero durante 1997 y 1998. En el cuadro 1 se resume el número y origen de las canales clasificadas. Del conjunto de explotaciones, en 23 de ellas se dispuso de datos en 1997 y 1998. El número total de canales y lotes para esas 23 explotaciones fue, respectivamente, de 11.773 y 145 para 1997 y 10.972 y 130 para 1998. Las canales procedían tanto de cebaderos (23%) como de explotaciones de ciclo cerrado (73%). Cabe esperar que el tipo genético fuera $1/4$ Landrace $1/2$ Large White $1/4$ Pietrain en un importante porcentaje de las canales, dado que es el tipo del esquema genético propio de la cooperativa, pero no se conocía individualmente el tipo genético de cada una de las 31.134 canales clasificadas.

Cuadro 1. Descripción de los datos analizados: número de canales y su distribución por lotes, explotaciones y tipo de explotación
Table 1. Data description: number of carcass and its distribution by batch, farm and type of farm

	Conjunto de todas las explotaciones		Subconjunto de explotaciones con datos en los dos años analizados	
	1997	1998	1997	1998
Número de canales clasificadas:	14.299	16.835	11.773	10.972
Número de lotes	178	188	145	130
Número de explotaciones:	39	50		23
1) Número de cebaderos:	2	14		2
Número de canales clasificadas	3.417	5.191	3.417	1.654
Número de lotes	36	47	36	15
2) Número de ciclos cerrados:	37	36		21
Número de canales clasificadas	10.882	11.753	8.356	9.318
Número de lotes	142	141	109	115

La clasificación de las canales se realizó en matadero con sonda “Fat-O-Meater” de acuerdo a la ecuación oficial de estimación del porcentaje de magro (Decisión 94/337/CEE): $\hat{y} = 61,56 - 0,878x_1 + 0,157x_2$, en la que $\hat{y}$ = porcentaje estimado de carne magra de la canal; x_1 = espesor del tocino dorsal (incluida la corteza) en milímetros, medido en un punto situado lateralmente a 6 centímetros de la línea media de la canal, entre la tercera y la cuarta costilla a partir de la última; y x_2 = espesor del músculo en milímetros, medido al mismo tiempo y en el mismo lugar que x_1 .

Los datos disponibles del año 1997 correspondieron sólo a las características de los lotes de sacrificio, dado que la recogida automática de la información individual de cada canal no se estableció hasta el inicio del año 1998.

En un total de 317 canales procedentes de 4 lotes de sacrificio se midió la conductividad eléctrica mediante el aparato “LF-

Star” S (R. Matthäus, Ebenried, Germany). La medición se realizó en el músculo semimembranoso entre los 45 minutos y las 4 horas después del sacrificio y una vez las canales estaban ya en la cámara de enfriado. La amplitud del intervalo del momento de control se justifica pensando en el ritmo de faenado del matadero, tras comprobar que existía una buena correlación (0,99) entre las medidas realizadas en ambos extremos. La punción se realizó atravesando el músculo gracilis y evitando el contacto con la masa ósea. Se realizaron dos mediciones por canal, una en cada jamón. Los 4 lotes de animales controlados procedían de 2 explotaciones de ciclo cerrado y fueron transportados a matadero por 2 transportistas, de modo que cada transportista acudiese a ambas explotaciones. De las 317 canales controladas para conductividad, únicamente 300 fueron clasificadas mediante la sonda “Fat-O-Meater”, por no haber sido el resto partidas en medias canales.

Los análisis estadísticos descriptivos, de correlación entre variables y de la significación de efectos explicativos de diferencias en las variables analizadas se realizaron mediante los programas SPSS (SPSS INC., 1998) y SAS (SAS INST. INC., 1989).

El modelo de análisis del efecto del año, de la explotación y del peso de las canales sobre las variables espesor de grasa, profundidad del músculo y porcentaje estimado de magro fue:

$$y_{ijk} = \mu + \text{año}_i + \text{explotación}_j + b \cdot \text{peso}_k + e_{ijk}$$

donde:

y_{ijk} = espesor de grasa, profundidad del músculo o porcentaje estimado de magro de la canal k (k=22745).

año_i = año de control de la canal k (i=2) [factor fijo].

explotación_j = explotación de origen de la canal k (j=23) [factor fijo].

peso_k = peso de la canal k [covariable].

e_{ijk} = valor residual aleatorio de y_{ijk} .

Análogamente, el modelo utilizado para analizar el efecto del espesor de grasa, de la profundidad del músculo y del porcentaje estimado de magro sobre la conductividad eléctrica, fue:

$$\text{conductividad}_{ij} = \mu + \text{lote}_i + b_1 \cdot x_j + b_2 \cdot \text{peso}_j + e_{ij}$$

donde:

$\text{conductividad}_{ij}$ = conductividad eléctrica de la carne de la canal j (j=300).

lote_i = lote de sacrificio de la canal j (i = 4) [factor fijo].

x_j = espesor de grasa, profundidad del músculo o porcentaje estimado de magro de la canal j [covariable].

peso_j = peso de la canal j [covariable].

e_{ij} = valor residual aleatorio de conductividad_{ij}.

Ni el sexo ni el tipo genético de los animales se consideraron en los modelos de análisis por ser dos variables no controladas. En la actualidad, y a diferencia de países como Francia, las canales no se clasifican según sexo de forma rutinaria en los mataderos españoles. Respecto al tipo genético de los animales, como se ha comentado, no se conocía con certeza en todos los lotes de sacrificio.

Resultados y discusión

Características de calidad de canal

Los valores de las características de las canales que se recogen en el cuadro 2 muestran que los valores medios de porcentaje de magro son inferiores a los referidos en otras poblaciones porcinas.

GISPER y DIESTRE (1999) indican un valor medio del 57,8% a nivel estatal para el año 1997. Ese 57,8% corresponde a un valor medio de espesor de grasa de 14,71 milímetros, de profundidad del lomo de 58,4 milímetros y un peso medio canal de 78,5 kg. Las canales analizadas en este trabajo fueron durante ese mismo año más pesadas (81,7 kg), más engrasadas (16,7 mm) y con menor profundidad de lomo (51,9 mm). En ambos casos las mediciones de calidad de canal se realizaron con el mismo tipo de aparato y la estimación del porcentaje de magro con la misma ecuación de predicción, por lo que las diferencias se pueden atribuir a diferencias objetivas entre canales.

No se puede hablar de diferencias objetivas cuando se comparan los resultados del cuadro 2 con los estadísticos de calidad de

Cuadro 2. Valores medios de parámetros indicadores de la calidad de la canal y variabilidad observada entre canales, lotes de sacrificio y explotaciones de engorde (CV: coeficiente de variación en %)

Table 2. Average values of carcass quality parameters and observed variability between carcass, batch and farm (CV: coefficient of variation in %)

	1997					1998				
	Media	Error típico ¹	CV canal ²	CV lotes	CV explot	Media	Error típico	CV canal	CV lotes	CV explot
Conjunto de todas las explotaciones										
% medio de magro	55,14	0,13	–	3,2	3,0	55,43	0,03	6,5	2,4	1,8
Espesor de grasa	16,66	0,15	–	11,8	10,8	16,62	0,03	23,6	8,2	5,9
Espesor del lomo	51,93	0,24	–	5,8	5,4	53,92	0,05	11,7	4,2	3,4
Peso medio canal	81,72	0,39	–	6,3	5,3	81,43	0,05	13,1	6,0	4,1
Subconjunto de explotaciones con datos en los dos años analizados										
% medio de magro	55,28	0,13	–			55,45	0,03	6,4	2,4	1,7
Espesor de grasa	16,56	0,15	–			16,56	0,04	23,3	8,5	5,4
Espesor del lomo	52,34	0,23	–			53,79	0,06	11,4	4,0	2,6
Peso medio canal	81,85	0,39	–			81,36	0,10	12,5	6,0	3,7

(1) Calculado a partir de la desviación típica entre lotes.
(2) Valor no disponible por no tener registradas individualmente las características de las canales, sino únicamente los lotes de sacrificio.
(1) Computed from standard deviation between batches.
(2) Value not available being done data were collected with batch identification but without individual carcass identification.

canal de otros países. Esto es así, porque como se señaló en la introducción conviven en este momento dos métodos distintos de establecer el contenido magro de las canales, el método antiguo, por disección total de las canales, que es el vigente en España, y el método nuevo (Regulación CE n.º 3127/94), vigente en la mayoría de países de la UE. Según el método nuevo de predicción, los valores de porcentaje de magro oscilaron a nivel comunitario durante 1996 entre el 61% de Bélgica y el 56% de Irlanda (DAUMAS y DHORNE, 1998). Los resultados obtenidos en

los mataderos franceses durante el segundo semestre de 1997, con aproximadamente 12 millones de cerdos clasificados con la nueva ecuación de predicción, indican un porcentaje medio de magro del 60% (61,5 para las hembras y 58,5 para los machos castrados) (DAUMAS *et al.*, 1998). Las diferencias existentes entre el porcentaje de magro estimado mediante la antigua y la nueva ecuación de predicción son notables, así, en un experimento realizado en Francia para establecer la nueva ecuación, se observó que la diferencia en los valores medios era de un 3%

(SNCP, 1996). En los mataderos del Reino Unido, utilizando el antiguo método de predicción del magro, los resultados fueron durante todo 1997, con 9,7 millones de cerdos clasificados, del 57,9% de magro (MLC, 1998). Al margen del método de clasificación, factores como el peso medio de las canales (70 kg en el Reino Unido y Francia, y casi 79 en España) o el tipo de machos producidos (castrados en Francia y básicamente enteros en el Reino Unido y España), dificultan más si cabe la comparación entre países. Como referencia, DAUMAS y DHORNE (1998) indican que se debe tener en cuenta que los machos enteros tienen aproximadamente 3 puntos más de magro que los castrados y que un aumento de 8 kg en el peso canal implica una disminución de aproximadamente 1 punto de magro. En conclusión, teniendo en cuenta las diferencias debidas a la castración y al peso de las canales, los resultados del cuadro 2 indican que las canales producidas por la cooperativa se sitúan en el rango inferior de las características medias de las canales españolas y europeas.

Tanto o más importante que los valores medios es importante la dispersión de las características de las canales como medida de su deseable homogeneidad. En general existe una desviación muy alta entre canales. La mayor heterogeneidad se produce para el espesor de grasa (el 95% de las canales clasificadas durante 1998 se situaron entre los 8,9 y los 24,3 mm de grasa dorsal), seguida de la heterogeneidad de las canales para el peso canal y profundidad de lomo (situándose el 95% de las canales entre 41,6 y 66,2 mm de lomo durante el año 1998). Por contra, el porcentaje de magro estimado presenta una variabilidad menor, que puede indicar la falta de sensibilidad de la ecuación de predicción utilizada para discernir entre canales con un valor estimado semejante, pero muy diferencia-

dos valores de espesor de grasa y músculo. Así, por ejemplo, una canal de 45 mm de lomo y 8 mm de grasa tiene el mismo porcentaje de magro estimado que una canal de 60 mm de lomo y 10,7 mm de grasa.

La dispersión entre canales para el porcentaje de magro estimado es algo mayor a la observada en mataderos franceses ($\sigma = 3,6$ frente a $\sigma = 3,0$) (DAUMAS *et al.*, 1998). Es evidente que existe, en general, una baja homogeneidad entre las canales sacrificadas, tanto en peso como en características de canal. Esa heterogeneidad sigue siendo importante entre lotes de animales al sacrificio. La falta de homogeneidad se podría interpretar como un efecto en parte asociado a las diferencias existentes entre épocas de sacrificio y en parte a las variaciones en el precio de venta del porcino, pero fundamentalmente se debe atribuir a que el criterio utilizado para decidir el momento de sacrificio de los animales no es el peso sino la edad, dado que las penalizaciones por sacrificar canales de peso elevado son poco importantes. La heterogeneidad también es considerable entre explotaciones. Ello hace pensar que la variación existente en el manejo alimentario, en el tipo genético de animales cebados, en el tipo y calidad de instalaciones y otros factores de producción, es importante en las explotaciones analizadas.

La profundidad de músculo presentó un ajuste muy bueno a una distribución normal, pero por contra, el espesor de grasa presentó una mayor concentración de datos en la zona central y derecha de la distribución, que en la parte izquierda. Ello indica que las mayores dispersiones del espesor de grasa se producen en las canales medianamente o muy engrasadas, siendo por tanto más homogéneas las canales con un espesor de tocino dorsal por debajo del valor medio. El mismo tipo de desviación respecto a la distribución normal se observa en las

canales clasificadas en otros países como por ejemplo el Reino Unido (MLC, 1998). En cierto modo esto puede estar indicando la proximidad del valor medio de espesor de grasa dorsal al límite biológico, por debajo del cual difícilmente se puede pensar en producir canales porcinas. Este hecho ya fue discutido años atrás en el seno de los programas de mejora genética porcina, dando lugar a la entrada de nuevos objetivos de selección como la prolificidad frente al clásico objetivo de obtener canales extremadamente magras (WEBB, 1996).

Finalmente, en el cuadro 2 se observa que los valores característicos de las canales no difieren entre el conjunto de las 23 explotaciones de las que se tiene información de 1997 y 1998, y el total de datos disponibles, de modo que los análisis de la evolución entre ambos años se pueden considerar realizados con una muestra representativa de la cooperativa.

La distribución de canales de acuerdo a las categorías de la clasificación SEUROP, no difiere excesivamente entre los años 1997 y 1998 (figura 1). Sí se observa una

mayor frecuencia de la categoría E en el año 1998 (un 4,3%) en detrimento del resto de categorías. Donde sí existen diferencias es en la distribución de las categorías en función del peso de las canales. Así, para 1998 se puede ver en la figura 2 cómo aunque las canales más representadas en todas las categorías de magro son las de peso entre 70 y 90 kg, a medida que nos desplazamos hacia categorías de menor calidad aumenta la proporción de canales pesadas (de más de 90 kg) y al contrario, para la categoría superior, la S, la proporción de canales ligeras (de menos de 70 kg) es mayor. Esa distribución indica la ya conocida relación negativa que existe entre el porcentaje de magro y el peso de las canales.

En el cuadro 3, se recoge el resultado del análisis de los factores que *a priori* cabe pensar puedan afectar al porcentaje de magro y sus componentes. El peso de la canal tiene una relación lineal positiva tanto con el espesor de grasa como con la profundidad del lomo, que de acuerdo a la ponderación que ambas variables tienen en la ecuación de predicción del porcentaje de magro, hace que se

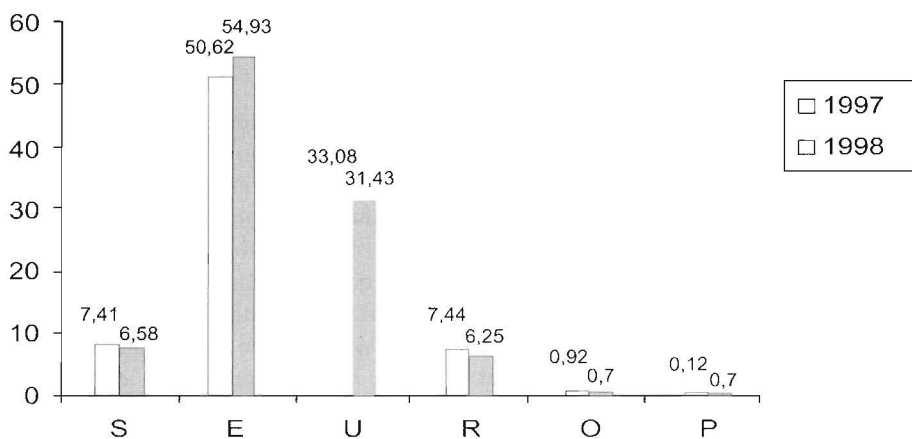


Figura 1. Porcentaje de canales clasificadas en las distintas categorías SEUROP durante 1997 y 1998.
Figure 1. Percentage of carcass classified in different SEUROP categories in 1997 and 1998.

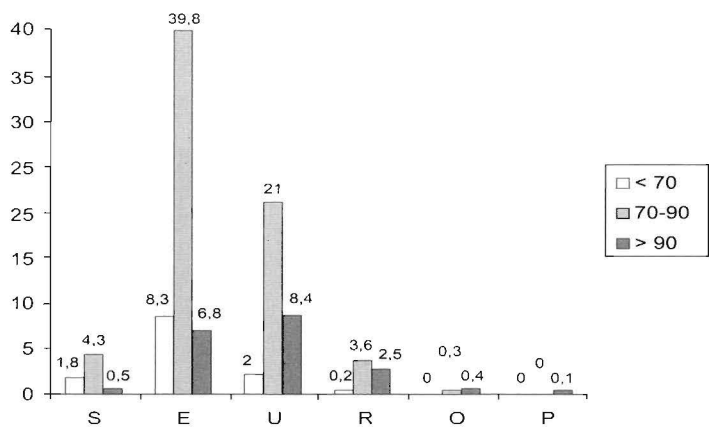


Figura 2. Porcentaje de canales clasificadas en las distintas categorías durante el año 1998 según peso (menos de 70 kg, entre 70 y 90 kg y más de 90 kg).
Figure 2. Percentage of carcass classified in different SEUROP and weight categories in 1998 (less than 70 kg, between 70 and 90 kg and more than 90 kg).

Cuadro 3. Resultado del análisis del efecto del conjunto del año, explotación y peso sobre la calidad de las canales (espesor de grasa y lomo medidos con Fat-o-Meater y % de magro estimado a partir de esas mediciones)

Table 3. Results of analysis of joint effect of year, farm and carcass weight (backfat and muscle thickness measured by Fat-o-Meater and % of lean meat estimated with these measures)

	% Magro		Espesor de grasa		Espesor de lomo	
	Sig.	Efecto ± s.e.	Sig.	Efecto ± s.e.	Sig.	Efecto ± s.e.
Año ¹	*	0,341 ± 0,150	ns	—	**	1,623 ± 0,245
Explotación ²	**	0,524 ± 0,041	**	0,450 ± 0,034	**	2,638 ± 0,852
Peso ³	**	-0,084 ± 0,017	**	0,147 ± 0,018	**	0,325 ± 0,028
R ² modelo ⁴		0,47		0,50		0,56

(1) Estimación mínimo cuadrática de la diferencia efecto año 1998-efecto año 1997.
(2) Estimación REML de la componente de varianza asociada a la explotación (REML: máxima verosimilitud restringida).
(3) Estimación mínimo cuadrática del coeficiente de regresión de la variable sobre el peso de las canales.
(4) Fracción de la variabilidad total explicada por las variables año, explotación y peso.
(**) p<0.01; (*) p<0.05; (ns) no significativo.
(1) Least-square estimate of difference between years (1998-1997).
(2) REML estimate of farm variance component (REML: maximum restricted likelihood).
(3) Least-square estimate of regression coefficient on carcass weight.
(4) Fraction of total variability explained by year, farm and weight.
(**) p<0.01; (*) p<0.05; (ns) non-significant.

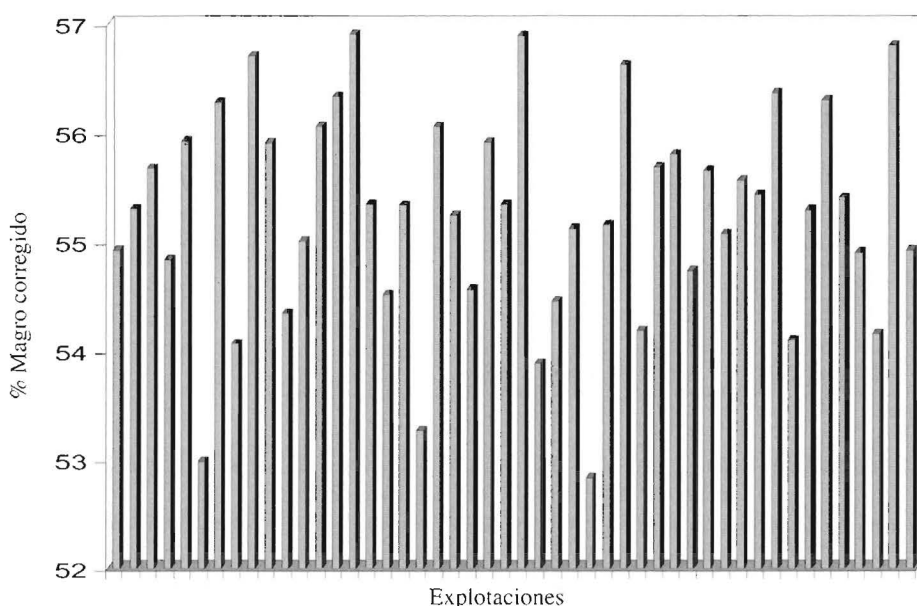


Figura 3. Porcentaje medio de magro corregido por peso de canal en las distintas explotaciones controladas durante 1998.

Figure 3. Average percentage of lean meat adjusted by carcass weight in the farms available in 1998.

relacione con éste de forma negativa. Así, por cada incremento de 12 kg en el peso de canal disminuye en media un punto el porcentaje de magro. Esa disminución es menor al valor de referencia indicado por DAUMAS y DHORNE (1998) en el contexto europeo que indican una disminución de un punto en el porcentaje de magro por un aumento de 8 kg en el peso de las canales. Respecto al peso de las canales es interesante indicar que más del 90% se situaron en la franja comercial de 60 a 100 kg habitualmente aceptada por los mataderos (92 y 94% en los años 1997 y 1998 respectivamente). Fuera de esa franja, la mayor parte de canales correspondieron a canales pesadas de más de 100 kg (5 y 4% en los años 1997 y 1998 respectivamente).

Desafortunadamente, el factor lote de sacrificio no se pudo considerar por no

tener información individualizada de las canales de cada lote para el año 1997. El año tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de magro, a favor del año 1998, debido a que las canales sacrificadas durante 1998 presentaron mayor profundidad de lomo que las sacrificadas durante 1997, no detectándose diferencias significativas en cuanto al espesor de grasa dorsal. Por otra parte, la explotación de engorde explica una parte significativa de la variabilidad existente entre canales, tal como parecían indicar los resultados presentados en el cuadro 2. Las diferencias entre explotaciones, una vez tenida en cuenta la diferencia debida al año y al peso canal, son realmente importantes tal como se recoge en la figura 3. Así, existen diferencias entre explotaciones de más de 3 puntos de magro.

Finalmente, en el cuadro 3 se indica la fracción de la variabilidad total explicada por los factores año, explotación y peso (R^2), constatando que existen otras fuentes de variación no controladas que explicarían sobre un 50% de la variabilidad total. Entre estas, cabe pensar en el lote de sacrificio, el sexo del animal, el tipo y origen genético, la alimentación, etc. En un análisis parcial (14 explotaciones de ciclo cerrado) de la significación de los efectos origen genético de la madre y tipo de pienso de cebo (únicos datos inicialmente disponibles), no se encontraron, sin embargo, diferencias significativas.

Relación entre calidad de canal y carne

La muestra de canales caracterizada para calidad de carne mediante la medición de la conductividad eléctrica tras el sacrificio, presentaba características de canal que no diferían de forma relevante de los valores medios de la cooperativa, de modo que pese a ser pequeña se puede considerar bastante representativa (cuadro 4).

El análisis de la relación existente entre las medidas de conductividad y el peso canal, porcentaje de magro y los paráme-

Cuadro 4. Valores de conductividad eléctrica como indicador de la calidad de la carne y descripción de la calidad de las canales controladas

Table 4. Electrical conductivity values as indicator of meat quality and description of quality of measured carcass

	Media	sd canales	sd lotes
Conductividad eléctrica ¹			
Medición 1.ª media canal	6,45	2,85	1,54
Medición 2.ª media canal	5,91	2,76	1,17
Media ambas mediciones	6,18	2,71	1,34
% medio de magro ²	55,92	3,32	1,23
% de canales S	8,33	—	—
% de canales E	57,33	—	—
% de canales U	29,67	—	—
% de canales R	4,67	—	—
% de canales O	0	—	—
% de canales P	0	—	—
Espesor de grasa ²	15,98	3,56	1,40
Espesor del lomo ²	53,20	6,29	2,18
Peso medio canal ²	84,95	10,18	4,5
% de canales < 60 kg	0,67	—	—
% de canales entre 60 y 100 kg	92,33	—	—
% de canales > 100 kg	7,00	—	—

(1) n = 317.

(2) n = 300.

tros predictores de este (espesor de grasa y lomo) indica que únicamente existe relación significativa entre profundidad de lomo y conductividad (cuadro 5). Pese a todo, los coeficientes de correlación son muy bajos, y no siempre significativos, por lo que no se puede afirmar que exista una relación importante entre características de canal y carne en los animales controlados.

Los valores medios de conductividad (cuadro 4) indican que aunque las canales no pueden considerarse con severas características de carnes PSE, sí existe una elevada predisposición a presentarlas. Los valores de conductividad dependen de muchos factores, tanto de manejo (p.ej. el transporte) como de tipo genético. Así, se han referido valores de conductividad a las 24 horas tras el sacrificio que van desde los 4,2 μ S en poblaciones de cerdos Ibéricos (SERRA *et al.*, 1998) hasta los 12,7 μ S en híbridos $1/2$ Pietrain $1/4$ Landrace $1/4$ Large White (SMET *et al.*, 1998). Como referencia

se puede utilizar el trabajo de WARRIS *et al.* (1998) basado en un análisis de 1.568 canales comerciales del Reino Unido, Dinamarca, Portugal, Italia y los Países Bajos en el que obtienen un valor de conductividad eléctrica de 5,2 μ S con una desviación típica de 2,4. Estos valores son inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo, más si se tiene en cuenta que las mediciones se realizaron tras pasar una noche en la cámara de refrigeración y no momentos después del sacrificio, con lo que cabría esperar un aumento de la conductividad.

En realidad no existen valores claramente establecidos para la clasificación de las carnes como PSE, pero los valores habitualmente referidos oscilan entre valores de 7 y 10 μ S (OLIVER *et al.*, 1991; CHIZZOLINI *et al.*, 1993; GARRIDO *et al.*, 1994; BAÑÓN *et al.*, 1997). Utilizando como valor umbral 9 μ S, el 13% de las canales analizadas presentarían carnes consideradas PSE. Utilizando un umbral más estricto de 7 μ S, el porcenta-

Cuadro 5. Coeficientes de correlación estimados entre las mediciones de conductividad eléctrica (CE1: medición 1.^a media canal; CE2: medición 2.^a media canal; CEm: valor medio ambas mediciones) y las variables % de magro (%M), espesor de grasa (G34), profundidad de músculo (M34) y peso de las canales (PC)

Table 5. Correlation coefficients estimated between electrical conductivity measures (CE1: measure in the first half-carcass; CE2: measure in the second half-carcass; CEm: average value of both measures) and % of lean meat (%M), backfat thickness (G34), muscle thickness (M34) and carcass weight (PC) variables

	CE2	CEm	%M	G34	M34	PC
CE1	0,854**	0,964**	0,046 (ns)	-0,043 (ns)	0,110 (ns)	0,079 (ns)
CE2		0,961**	0,052 (ns)	-0,037 (ns)	0,136*	0,078 (ns)
CEm			0,051 (ns)	-0,041 (ns)	0,127*	0,082 (ns)

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non-significant.

je de canales afectadas aumentaría hasta el 27%. La incidencia de las carnes PSE varía según mataderos y países. En realidad no existen normas generales para valorizar la calidad de la carne en porcino. En Europa ha venido oscilando años atrás entre el 30 y el 35% (GARCÍA, 1982; Diestre, 1992; SANTOS *et al.*, 1994). No obstante, últimamente parece descender algo la incidencia de carnes PSE en los mataderos europeos, por lo que valores del 27 o incluso 13% se deberían considerar elevados. Así, OLIVER (1999) refiere valores de 5 mataderos comerciales españoles que oscilan entre el 3 y el 13% de canales afectadas con un valor medio del 6%. Tomando estos valores como referencia, la incidencia de carnes PSE en las canales analizadas se debería considerar elevada pero dentro del rango que ha venido siendo habitual en los contextos europeo y español.

Un resultado adicional extraíble del cuadro 5 es constatar que una única medición

de la conductividad por canal puede resultar insuficiente en la determinación de las características de la carne. El coeficiente de correlación entre las dos medidas tomadas en una misma canal es alto (0,85) pero alejado de la unidad. Ello, ligado a la sencillez de la medición de la conductividad en matadero (principal ventaja que suele destacarse de esta técnica instrumental frente a la mejor referida de la medición del pH), hacen recomendable la medición en las dos medias canales. Uno de los argumentos utilizados para justificar la existencia de diferencias sistemáticas entre los dos jamones de una misma canal es el efecto del izado de la canal por uno de los jamones tras el sacrificio (ÁLVAREZ y TORRES, 1997).

Pasando a analizar la homogeneidad de la carne producida, se observa que existe una importante variabilidad en los valores de conductividad entre canales y lotes de sacrificio (cuadro 4). Esta variabilidad viene

Cuadro 6. Resultado del análisis del efecto de las variables % de magro, espesor de grasa y profundidad de músculo sobre la conductividad eléctrica de la carne, analizado mediante un modelo que considera simultáneamente el efecto del lote de sacrificio y el peso de las canales

Table 6. Results of analysis of effect of % of lean meat, backfat thickness and muscle thickness on the meat electrical conductivity, analysed by a model that considers jointly the effects of slaughter batch and the carcass weight

	Significación del efecto	Significación del lote de sacrificio	Significación del peso canal
% Magro	ns	**	**
Espesor de grasa	ns	**	**
Profundidad de músculo	**1	**	ns

(1) Coeficiente de regresión estimado = $0,090 \pm 0,023$.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.

(1) *Regression coefficient estimate* = $0,090 \pm 0,023$.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non-significant.

a ratificar la importancia de factores individuales (como por ejemplo el peso de la canal), y de tratamiento *ante-mortem* de los lotes de sacrificio (cuadro 6). Así, se obtuvieron diferencias máximas entre lotes de sacrificio de casi 3 μS sin que se pudieran atribuir a efectos significativos de la explotación de cebo o del transportista hasta el matadero. Pese a todo, y posiblemente ligado al número de explotaciones y transportistas considerado, la variabilidad observada es baja comparada con la variabilidad de las características de canal (coeficiente de variación del 5,9%).

Al analizar el efecto de las variables porcentaje de magro, espesor de grasa y profundidad del lomo, junto con el efecto del lote de sacrificio y peso de la canal sobre la conductividad de la carne, se observa que únicamente las diferencias en profundidad de lomo explican parte de las diferencias. Ni el espesor de grasa, ni el porcentaje de magro explican la variabilidad observada en conductividad (cuadro 6), tal como el simple análisis de correlación parecía indicar (cuadro 5). Según este resultado, un aumento de 11 mm en la profundidad del

lomo implicaría un aumento de 1 μS , indicando una mayor predisposición a la aparición de carnes PSE.

Finalmente, en el cuadro 7 se recogen las diferencias estimadas entre canales clasificadas en distintas categorías SEUROP. Mientras que entre categorías correlativas no se detectan diferencias significativas, éstas si lo son entre categorías alternas como lo son la S (más de 60% de magro) y la U (entre 50 y 55% de magro). La diferencia entre esas dos categorías (de 1,4 μS) indica que la probabilidad de obtener carnes PSE entre las canales de la categoría superior (con un valor medio de 7 μS) es significativamente mayor que la de obtener carnes PSE en categorías de calidad de canal media. Este resultado coincide con los obtenidos en otros trabajos (p. ej. ÁLVAREZ y TORRES, 1997) e indica la existencia de relación negativa entre calidad de canal y carne. No obstante, según los resultados obtenidos en este trabajo, esa relación no se puede atribuir al menor o mayor grado de engrasamiento de las canales, sino a las diferencias existentes en el desarrollo del

Cuadro 7. Estimación de diferencias en conductividad eléctrica entre las categorías SEUROP de calidad (no se consideran las categorías R, O y P por estar poco o nada representadas en los datos)

Table 7. Estimation of differences in electrical conductivity among SEUROP categories of carcass quality (R, O and P categories were excluded due to the small number of records)

	Diferencia estimada $\pm$ s.e. ¹	Significación
Canales S - Canales E	0,787 $\pm$ 0,521	ns
Canales S - Canales U	1,439 $\pm$ 0,578	**
Canales E - Canales U	0,652 $\pm$ 0,334	*

(1) Los valores medios de conductividad eléctrica para cada una de las tres categorías consideradas, fueron: S = 6,99, E = 6,21, U = 5,82.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) no significativo.

(1) Average value of electrical conductivity in each category: S = 6,99, E = 6,21, U = 5,82.

(**) $p < 0,01$; (*) $p < 0,05$; (ns) non-significant.

tejido muscular. Pese a todo, hay que indicar que el efecto de la profundidad del lomo podría estar confundido con el efecto del peso de la canal, dado que ambos efectos se mostraron excluyentemente significativos al analizarlos de forma separada (siendo ligeramente más significativo el efecto de la profundidad de lomo, $R^2_{\text{corregida}} = 0,871$, que el del peso canal, $R^2_{\text{corregida}} = 0,868$).

Conclusiones

Las canales producidas en las explotaciones navarras analizadas presentan unas características medias en calidad de canal y carne semejantes, pero ligeramente inferiores, a las características referidas de las canales sacrificadas en el ámbito español y europeo.

Esas características son muy poco homogéneas, fundamentalmente entre canales, pero también entre lotes de sacrificio y explotaciones. Entre las variables consideradas destaca la importante dispersión del espesor de grasa dorsal. La variabilidad existente en profundidad del lomo y en peso de las canales, aunque menor, es también elevada. Sin embargo, la heterogeneidad no se refleja totalmente en los valores estimados de porcentaje de magro utilizados para clasificar las canales de acuerdo a la normativa comunitaria.

Respecto a las características de calidad de carne no se puede afirmar que exista una clara relación con las características de calidad de canal, aunque todo indica que la calidad de carne podría ser mayor entre las canales que presentan un menor contenido magro.

Finalmente, hay que señalar que la ausencia de valores de referencia a nivel estatal dificulta el análisis de los resultados alcanzados en el cebo de cerdos, y por tanto el diag-

nóstico de los puntos críticos del sistema de producción. Disponer de este tipo de información es importante en la gestión de la calidad y de la homogeneidad de las canales porcinas, e indispensable para adaptar el sistema de producción si se llegara a la implantación de un modelo común de precios en función de las características del producto.

Bibliografía

- ÁLVAREZ C., TORRE A.L., 1996, Conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. *Eurocarne*, 50: 23-34.
- BAÑÓN S., GRANADOS M.V., ÁLVAREZ D., GARRIDO M.D., 1997, Efecto PSE en el jamón curado. *Eurocarne*, 55: 27-34.
- CHIZZOLINI R., NOVELLI E., BADIANI A., ROSA P., DELBONO G., 1993, Objective measurements of pork quality: evaluation of various techniques. *Meat Science*, 34: 49-77.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1998, Pig carcass grading in European Union. *Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology*, Vol II: 946-947.
- DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E., 1998, The new pig carcass grading methods in France. *Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology*, Vol II: 948-949.
- DECISIÓN 88/479/CEE DE LA COMISIÓN de 25 de julio de 1988 relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España, DO n.º L 234 de 24.8.1988, p. 20.
- DECISIÓN 94/337/CEE DE LA COMISIÓN de 26 de mayo de 1994 por la que se modifica la decisión 88/479/CEE relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España, DO n.º L 150 de 16.6.1994, p. 35.
- DIESTRE A., 1992, Principales problemas de la calidad de la carne en el porcino. *Alimentación, equipos y tecnología*, sep. 92: 73-78.

- GARCÍA M., 1982. Problemática del stress en los sistemas intensivos de cría porcina. A.Y.M.A., vol XXIII, (11): 521-529.
- GARRIDO M.D., PEDAUYÉ J., BAÑÓN S., LAENCINA J., 1994. Pork quality affected by different slaughter conditions and post-mortem treatment of the carcasses. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 27(2): 173-176.
- GISPER M., DIESTRE A., 1994. Classement des carcasses de porc en Espagne: un pas vers l'harmonisation communautaire. *Techni-Porc*, 17: 29-32.
- GISPER M., DIESTRE A., 1999. Consideraciones sobre la clasificación de canales porcinas en España. *Jornada técnica Factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en porcino*, Vic.
- MLC., 1998. "Pig Yearbook", Meat and Livestock Commission, Milton Keynes.
- OLIVER M.A., 1999. Calidad de la carne en el porcino: últimos resultados experimentales en relación al gen del halotano. *Jornada técnica Factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en porcino*, Vic.
- OLIVER M.A., GISPER, M., TIBAU J., DIESTRE, A., 1991. The measurement of light scattering and electrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times post mortem. *Meat Science*, 29: 141-151.
- SANTOS C., ROSEIRO L.C., GONÇALVES H., MELO R.S., 1994. Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: a survey. *Meat Science*, 38: 279-287.
- SMET S. DE, BLOEMEN H., VAN DE VOORDE G., SPINCE-MAILLE G., BERCKMENS D., 1998. Meat and carcass quality in two pig lines of different stress-susceptibility genotype and their crosses. *Animal Science*, 66: 441-447.
- SERRA X., GIL F., PÉREZ-ENCISO M., OLIVER M.A., VÁZQUEZ J.M., GISPER M., DÍAZ I., MORENO F., LATORRE R., NOGUERA J.L., 1998. A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian and Landrace pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 56: 215-223.
- SNCP, SYNDICAT NATIONAL DU COMMERCE DU PORC, 1996. Nouvelle équation du classement des carcasses de porc., MHR Viandes, Ed. n.º1- Oct.96
- TARRANT P.V., 1993. An overview of production, slaughter and processing factors that effect pork quality-General review. En: *Pork quality: genetic and metabolic factors* (Ed: Puolanne, E. and Demeyer, D.I.) CAB International.
- WARRISS P.D., BROWN S.N., BARTON GADE P., SANTOS C., NANNI COSTA L., LAMBOOIJ E., GEERS, R., 1998. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. *Meat Science*, 49 (2): 137-144.
- WEBB A.J., 1996. Future challenges in pig genetics. *Pigs News and Information*, Vol. 17, No. 1: 11N-16N.

(Aceptado para su publicación el 25 de enero de 2001)