

## Efecto de la inclusión de castaña en la formulación de piensos sobre calidad de la canal y la carne de cerdo industrial

M.C. de Jesús<sup>1</sup>, R. Domínguez<sup>2</sup>, J. Cantalapiedra<sup>3</sup>, A. Iglesias<sup>1</sup> y J.M. Lorenzo<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Anatomía y Producción Animal. Universidad de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España

<sup>2</sup> Centro Tecnológico de la Carne de Galicia, Rúa Galicia N° 4, Parque Tecnológico de Galicia, San Cibrán das Viñas, 32900 Ourense, España

<sup>3</sup> Farm Counselling Services. Consellería do Medio Rural, Xunta de Galicia, 27004, Lugo, España

### Resumen

En este trabajo se analizó la influencia que la inclusión de castaña en la formulación de piensos ejerce sobre la calidad de la canal y la carne de 24 cerdos industriales. La inclusión de castaña tanto a un 15% (C15) como a un 25% (C25) incrementaron el peso vivo (140 kg vs. 128 kg) y el peso canal (en torno a 114 kg vs. 103 kg) en comparación con el control. En cuanto a las medidas de la canal solo la longitud de la canal mostró diferencias entre los grupos. En el grupo C25 fueron superiores el rendimiento canal (82 vs. 80% en los otros) y los pesos y porcentajes de lomo y jamón, mientras que en el resto de piezas no se observaron diferencias significativas. En cuanto a las características físico-químicas del lomo solo el pH mostró diferencias significativas, donde los cerdos con inclusión de castaña mostraron valores superiores. Los parámetros de color, capacidad de retención de agua y textura no se vieron afectados por la dieta. Finalmente, el perfil de ácidos grasos así como los índices nutricionales se vieron mejorados con la inclusión de castaña a un 15%. Así, el lomo de estos cerdos presentó menores contenidos de ácidos grasos saturados y mayores de monoinsaturados y poliinsaturados. Como conclusión general se puede afirmar que la inclusión de castaña en la formulación de piensos porcinos permitiría disminuir los costes de producción y poner en el mercado un producto diferenciado sin que esto afecte o incluso mejorando las calidades de canal y de la carne.

**Palabras clave:** Calidad de la canal, calidad de la carne, castañas, dieta, ácidos grasos, características físico-químicas.

### Abstract

#### Effect the inclusion of chestnut in feed formulation on carcass and meat quality of industrial pig

The effect of including chestnuts in the formulation of the feed on carcass characteristics and meat quality from 24 pigs was studied. The inclusion of both 15% (C15) and 25% (C25) of chestnut improves live (140 vs. 128 kg) and carcass weights (about 114 vs. 103 kg) compared with the control diet. Regarding morphometric parameters, no statistical differences were found except for carcass length. C25 group showed the highest dressing percentages and the highest proportions of loin and ham. The pH values

---

\* Autor para correspondencia: [jmlorenzo@ceteca.net](mailto:jmlorenzo@ceteca.net)

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.003>

of chestnut-fed pigs were higher than the control group pigs. Diet did not affect the physico-chemical properties (colour parameters, water holding capacity and shear force) of the *longissimus dorsi* muscle. The inclusion of 15% of chestnut in the diet improves the fatty acid profile and nutritional indices. The pigs fed this diet presented the lowest values of saturated fatty acids and the highest of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. In conclusion, including chestnuts in the diet allowed a reduction of the production costs, putting in the market a differentiated product without affecting or even improving carcass and meat quality.

**Key words:** Carcass quality, meat quality, chestnuts, diet, fatty acids, physico-chemical characteristics.

## Introducción

El aprovechamiento de recursos naturales en la alimentación de ganado porcino toma en estos momentos más interés que nunca, debido a los elevados precios actuales de los piensos compuestos comerciales para la alimentación animal. En el noroeste peninsular, la castaña ha gozado tradicionalmente de una buena fama como alimento para el ganado. Se trata de un alimento con alto contenido en humedad (sobre un 50%), altos niveles de almidón (57 g/100 g de materia seca (MS)) y baja concentración de proteínas (5,8 g/100 g de MS) y grasa (3 g/100 g de MS) (Pereira-Lorenzo et al., 2006). Su composición hace de ella una ración idónea para el mantenimiento y engorde de animales adultos. Así, la castaña podría constituir un ingrediente importante a la hora de diseñar la formulación de las raciones porcinas. Este aprovechamiento permitirá la plena utilización de una producción vegetal que en la actualidad se halla infrautilizada y mal valorizada, reducir los costes de producción de la carne porcina y poner en el mercado productos de calidad diferenciados, con un elevado valor añadido y con una grasa más saludable (Bermúdez et al., 2012; Domínguez et al., 2015).

Por otro lado, tanto la calidad de la canal como de la carne de cerdo se ve afectada por una serie de factores como la raza, el sexo o el sis-

tema de cría, pero la alimentación se presenta como el principal factor de variación sobre estas características. De hecho se han realizado diversos estudios sobre la inclusión de castaña, bien como sustituto total o parcial del pienso compuesto sobre la calidad de la carne fresca (Coutron-Gambotti, et al., 1998; Domínguez et al., 2015) y sobre productos cárnicos crudo-curados (Bermúdez et al., 2012; Lorenzo et al., 2013; Lorenzo et al., 2014). Por tanto, dado el efecto que la alimentación ejerce sobre la conformación de la canal y la composición y características tanto de la carne como de los productos elaborados es necesario acometer un estudio riguroso que permita conocer el efecto real de la inclusión de castaña en la formulación de piensos comerciales sobre la calidad de la canal y de la carne, con la finalidad de ofertar al consumidor un producto de calidad constante y de ofrecer a los industriales elaboradores una materia prima de comportamiento previsible y conocido en los procesos de elaboración de los derivados crudo-curados.

Teniendo en mente todo lo mencionado anteriormente, el principal objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto que la inclusión de castaña en la formulación de piensos para la alimentación porcina ejerce sobre las características de la canal así como sobre la calidad de la carne de cerdos industriales.

## Material y métodos

### Diseño experimental y manejo de los animales

Para la realización de este trabajo se partió de 24 cerdos machos, castrados de razas industriales. Los cerdos se criaron, al mismo tiempo en régimen extensivo, en dos granjas experimentales localizadas en Lugo (España), con un bosque de 960 m<sup>2</sup> (40 m<sup>2</sup> por animal) integrado por eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) y castaños (*Castanea sativa*). La zona estuvo provista de casetas para el descanso y piscinas para permitir el baño de los animales. Los animales fueron alimentados con una dieta estándar para lechones durante los tres primeros meses y luego se dividieron aleatoriamente en tres grupos (4 animales por grupo y granja x 3 grupos de animales x 2 granjas). Los animales fueron alimentados *ad libitum* en todos los grupos. El primer grupo fue alimentado con pienso compuesto comercial (dieta control), compuesta básicamente por cereales (cebada, soja y trigo), el segundo grupo fue alimentado con pienso compuesto al que se le añadió un 15% de castañas deshidratadas (C15) y el último grupo fue alimentado con pienso compuesto al que se le añadió un 25% de castañas deshidratadas (C25). La composición química de las castañas utilizadas fue: 51,9% de materia seca; 4,2% de proteína; 3,3% de grasa; 2% de fibra cruda; 32% de almidón; 1,3% de cenizas. La composición química y el perfil de ácidos grasos de las dietas usadas en este trabajo se muestran en la Tabla 1. Todas las dietas proporcionaron entre 270 y 296 kcal/100 g de pienso. La composición de las dietas fue determinada siguiendo los procedimientos descritos por AOAC (2000). Los animales fueron sacrificados a los 12 meses de edad. El día previo al sacrificio, todos los animales (de las dos granjas experimentales) fueron pesados y transportados al matadero con la finalidad de minimizar el estrés. Los cerdos fueron sa-

crificados mediante aturdimiento eléctrico y desangrado en un matadero autorizado (Castro Riberas de Lea, Lugo, España).

### Medidas de la canal

Una vez sacrificados los animales, se procedió a la toma de datos y análisis de la calidad de la canal y la carne, a 45 minutos *post-mortem* y después de 24 h a 4°C. El peso canal se tomó tras las 24 h en el propio matadero. El rendimiento de la canal fue calculado como porcentaje del peso de la canal fría en comparación con el peso vivo. Usando una cinta métrica flexible se tomaron, tras 24 h *post-mortem* y en la media canal derecha las medidas de longitud de la canal (desde el centro del borde craneal de la primera costilla a la sínfisis púbica), longitud del jamón (desde el final del olecranon hasta el punto distal del trotón) y el perímetro máximo del jamón (medido en el área de máxima amplitud, cerca de la base de la cola). El espesor de la grasa dorsal se midió en la línea dorsal media a nivel del punto medio del músculo *Gluteus medius*.

### Cortes principales

El despiece se llevó a cabo también 24 h después del sacrificio. La cabeza fue separada (mediante un corte entre el hueso occipital y el atlas), así como las papadas (derecha e izquierda) y se pesaron. Posteriormente se obtuvieron los siguientes cortes de cada media canal, y se pesaron: jamón, lomo, solomillo, paleta, tocino y panceta. Los datos tomados de cada canal fueron el valor medio entre los cortes de la media canal izquierda y derecha. Los datos de los cortes principales se expresaron como peso total de cada pieza (en kg) y como porcentaje respecto al peso de la canal. Una porción del lomo (*Longissimus dorsi*) entre la cuarta y la décima costilla fue retirada para las determinaciones de la calidad de la carne. El lomo se cortó en cuatro filetes

Tabla 1. Composición química y perfil de ácidos grasos de los piensos usados en la alimentación de los cerdos

*Table 1. Chemical composition and fatty acids profile of the compound feed used in the pig diet*

	Dieta		
	C	C15	C25
Composición química (%)			
Humedad	10,50	11,20	11,00
Proteína	15,90	14,20	13,30
Grasa	4,40	4,20	4,00
Fibra bruta	4,20	4,20	4,10
Cenizas	4,40	4,10	3,90
Almidón	48,30	44,80	45,30
Energía (Kcal/100 g)	296,5	273,8	270,4
Perfil de ácidos grasos (%)			
C12:0	0,03	0,03	0,04
C14:0	0,89	0,82	0,75
C14:1	0,07	0,07	0,06
C15:0	0,12	0,11	0,11
C16:0	19,38	18,65	18,13
C16:1n7	1,44	1,35	1,25
C17:0	0,35	0,32	0,29
C17:1	0,19	0,18	0,17
C18:0	8,42	7,28	6,41
C18:1n9	29,85	30,48	30,72
C18:2n6	32,27	33,53	34,67
C20:0	0,26	0,27	0,27
C18:3n3	2,14	2,59	2,97
C20:3n3	0,03	0,03	0,03
C20:4n6	0,10	0,08	0,09
C20:5n3	0,13	0,13	0,13
C24:1n3	0,03	0,03	0,03
C22:5n3	0,03	0,02	0,02
C22:6n3	0,02	0,02	0,02

C: pienso compuesto comercial (control); C15: pienso compuesto conteniendo un 15% de castañas deshidratadas; C25: pienso compuesto conteniendo un 25% de castañas deshidratadas.

de 2,5 cm de espesor. El primer filete se usó para la determinación del color. El segundo y el tercero se emplearon para la determinación de la capacidad de retención de agua y textura, mientras que el último fue usado para la determinación del perfil de ácidos grasos. El color, la capacidad de retención de agua y los parámetros de textura fueron analizados el día de la toma de muestra, mientras que el último filete fue picado, envasado al vacío y congelado a -30°C hasta el momento del análisis de los ácidos grasos, no siendo en ningún caso este período superior a las cuatro semanas.

#### pH y color

El pH de las muestras se midió usando un pHmetro digital (Crison 507, Barcelona, España) equipado con una sonda de penetración. Los parámetros de color fueron obtenidos mediante un colorímetro portátil (Konica Mi-

nolta CR-300 Osaka, Japón), con los siguientes ajustes: pulsos de lámpara de xenón, ángulo de 0° y apertura de 8mm. Las medidas de color fueron expresadas como luminosidad (L\*), índice de rojo (a\*) e índice de amarillo (b\*) (CIE, 1978).

#### Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) fue determinada, 24 h *post-mortem*, usando el método descrito por Grau y Hamm (1953) y modificado por Sierra (1973). Esta fue medida de tres modos diferentes: pérdidas por presión, pérdidas por goteo y pérdidas por cocción.

Para determinar las pérdidas por presión, 5 g de carne picada fueron situados entre dos discos de papel de filtro Whatman No. 1 (Filter Lab, España). Después de pesar la carne, se aplicó un peso de 2,5 kg durante 5 minutos. El porcentaje de pérdida de agua fue calculado del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas presión} = \frac{(\text{Peso inicial de la carne} - \text{Peso de la carne después del prensado})}{(\text{Peso inicial de la carne})} \times 100$$

Para determinar las pérdidas por goteo, un filete de lomo (80-100 g y 1,5 cm de espesor) fue pesado y puesto en la parte superior de una red, dentro de un contenedor cerrado, con la finalidad de evitar pérdidas por eva-

poración. El contenedor se situó en una cámara a 4°C durante 48 h. Transcurrido este tiempo se pesó nuevamente la carne y el porcentaje de pérdidas por goteo se calculó del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas goteo} = \frac{(\text{Peso inicial de la carne} - \text{Peso de la carne después del goteo})}{(\text{Peso inicial de la carne})} \times 100$$

Para evaluar las pérdidas por cocción, dos filetes de 2,5 cm de espesor fueron envasados individualmente al vacío (97%) (TECNOTRIP modelo EV-15-1-D) y cocidos en un baño de agua a 75°C durante 45 minutos (Selecta Tec-

tron Bio, Barcelona, España). Posteriormente se dejaron enfriar a temperatura ambiente y las pérdidas por cocción se calcularon del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas cocción} = \frac{(\text{Peso de la carne fresca} - \text{Peso de la carne cocida})}{(\text{Peso de la carne fresca})} \times 100$$

### Análisis de textura (test Warner Bratzler)

Para el análisis de textura, tras 24 h *post-mortem*, dos filetes fueron cocinados como se indica para el cálculo de las pérdidas por cocción. Dichos filetes fueron cortados en piezas (1 x 1 x 2,5 cm; alto x ancho x largo) de forma paralela a la dirección de las fibras musculares. Estas piezas fueron cortadas completamente empleando una cuchilla para medir la fuerza de corte (3 mm de espesor) con un borde cortante de forma triangular. Para la recolección de los datos se usó un texturómetro (Stable Micro Systems TA-XT2, Reino Unido), y todas las muestras fueron cortadas perpendicularmente a la dirección de las fibras musculares con una velocidad de corte de 2,5 mm/s. El valor de la fuerza de corte de cada muestra corresponde a la media de entre seis y ocho medidas.

### Análisis de los ácidos grasos

La grasa se extrajo del lomo siguiendo el procedimiento descrito por Bligh y Dyer (1959), mientras que la metilación (de 50 miligramos de grasa) se realizó segundo el método de Morrison y Smith (1964). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron guardados a -80°C hasta el momento del análisis cromatográfico.

La separación y cuantificación de los ésteres metílicos se llevó a cabo usando un cromatógrafo de gases Carlo Erba Instruments MFC 500 auto/HRGC/MS (Milan, Italia), equipado con un detector por ionización de llama y usando una columna capilar de sílice fundido (Supelco DB-23; Supelco Inc., California, EE.UU.) de 30 metros de longitud, 32 mm de diámetro interno y 0,25 µm de recubrimiento. Las condiciones cromatográficas fueron las siguientes: 170°C de temperatura inicial del horno, que se mantiene 2 minutos; una primera rampa a 3,5°C/minuto hasta 210°C y una segunda rampa a 2,5°C/minuto hasta los

250°C, que se mantienen 5 minutos. Tanto el inyector como el detector se mantuvieron a 250°C. El gas portador utilizado fue helio, a un flujo de 2 mL/minuto. Se inyectó 1 µL de muestra, en modo "split" a un ratio 1:50. Como patrón interno se utilizó el éster metílico del ácido nonadecanoico (C19:0) a una concentración de 300 ppm, el cual fue añadido a las muestras antes de la extracción de la grasa y la metilación. Los ésteres metílicos de cada ácido graso fueron identificados por comparación con los tiempos de retención de un patrón. Se calcularon los sumatorios de los ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos grasos omega 3 (n3) y 6 (n6), así como las relaciones entre ácidos grasos n6 y n3 (n6/n3) y ácidos grasos hipo e hipercolesterolémicos (h/H).

### Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa IBM SPSS Statistics 19 software (IBM, Chicago, IL, EE.UU.). Después de la verificación de la distribución normal de los datos, el efecto de las diferentes dietas sobre los parámetros de la canal, los parámetros de color, CRA, textura y ácidos grasos fue examinado usando un modelo mixto ANOVA, donde estos parámetros fueron fijados como variables dependientes, las dietas como efecto fijo y las réplicas (diferentes granjas) como efecto aleatorio. Se realizó una prueba Duncan para comparar los valores medios para las diferentes dietas a un nivel de significación de  $P < 0,05$ .

## Resultados y discusión

### Medidas de la canal y cortes principales

El efecto de la cantidad de castaña en la dieta sobre el peso vivo, peso canal, medidas morfológicas y cortes principales se muestran en

la Tabla 2. Tanto el peso vivo como el peso canal fue superior en los cerdos a los que se le incluyó castaña en la dieta en comparación con los de pienso convencional, no mostrando diferencia entre los grupos C15 y C25. Esta tendencia está en desacuerdo con la descrita por otros autores quienes observaron que el uso de castañas en la dieta no modificó estos valores (Coutron-Gambotti et al., 1998; Pugliese et al., 2013; Temperan et al., 2014). En cuanto al rendimiento de la canal los cerdos alimentados con C25 presentaron valores significativamente mayores ( $P < 0,05$ ) a los de los otros 2 grupos, sin embargo no se observaron diferencias en el espesor de la grasa dorsal (con valores comprendidos entre 3,20 y 3,76 cm). Este hecho sugiere que el uso de castaña en la formulación de las dietas no afecta o incrementa la calidad de la canal (mayores pesos y rendimientos) sin incrementar la cantidad de grasa, un hecho que se busca para incrementar la proporción magro/grasa. Resultados similares fueron descritos por Temperan et al. (2014), quienes no encontraron diferencias significativas en el espesor de la grasa dorsal entre cerdos alimentados con castaña y pienso compuesto comercial.

Con respecto a las medidas morfológicas, solo la longitud de la canal mostró diferencias significativas. En este caso los cerdos alimentados con C15 presentaron las canales más largas, seguidos de los cerdos de C25 y los más cortos los de la dieta control. La longitud del jamón, el perímetro del jamón y el índice de compacidad de la canal no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos estudiados.

En cuanto a los cortes principales, la dieta afectó al lomo, al solomillo y al jamón. Los cerdos alimentados con C15 presentaron los menores valores ( $P < 0,05$ ) de estas piezas mientras que los valores más altos ( $P < 0,05$ ) de lomo y jamón fueron los descritos para el grupo C25 y el grupo control presentó los solomillos más grandes. Como era de esperar,

estas mismas piezas también mostraron diferencias cuando se expresaron como porcentaje de la canal. Así, la proporción de lomo y jamón es superior en el grupo C25; el grupo control y C25 también mostraron la mayor proporción de solomillo. Con estos resultados en mente se puede afirmar que los cerdos alimentados con C25 presentaron una mayor proporción de los cortes más importantes (lomo, jamón y paleta), siendo el peso de estas piezas de 23,66 kg (47,57% de la canal) en el grupo C25 en comparación con 21,65 kg (43,54% de la canal) en el lote control y 21,55 kg (43,34% de la canal) en el lote C15. En contraste con nuestros resultados, Temperan et al. (2014) no observaron diferencias en el peso de los cortes principales de cerdos alimentados únicamente con castañas en la etapa final de cebo, en comparación con los cerdos control.

En este caso, los pesos y porcentajes de paleta, tocino, panceta y cabeza tampoco mostraron diferencias entre las diferentes alimentaciones. Es destacable, como se ha resaltado anteriormente, que a pesar del mayor peso (tanto peso vivo como canal) de los cerdos alimentados con las dietas C15 y C25 no se observe un mayor contenido en grasa (tocino y panceta), lo que parece demostrar que la relación entre magro/grasa será superior en estos cerdos.

#### Características físico-químicas del lomo

Los resultados de las propiedades físico-químicas del lomo de los cerdos alimentados con diferentes dietas se muestran en la Tabla 3. Los valores de pH mostraron diferencias entre los lotes. Así, los cerdos a los que se le incluyó castaña en la dieta mostraron valores superiores de pH, tanto medido a 45 minutos *post-mortem* ( $P < 0,001$ ) como medida 24 h después del sacrificio ( $P < 0,05$ ). Estos resultados concuerdan con los descritos Pugliese et al. (2013) quienes describieron que la ali-

Tabla 2. Efecto de la dieta sobre las características de la canal del cerdo industrial  
 Table 2. Effect of the diet on carcass characteristics of industrial pig

	Dieta <sup>1</sup>			EEM <sup>2</sup>	Nivel de significación
	C	C15	C25		
Peso vivo (kg)	128,66 <sup>a</sup>	140,78 <sup>b</sup>	140,16 <sup>b</sup>	1,90	**
Peso canal (kg)	103,71 <sup>a</sup>	113,06 <sup>b</sup>	115,06 <sup>b</sup>	1,71	**
Rendimiento canal (%)	80,64 <sup>a</sup>	80,29 <sup>a</sup>	82,02 <sup>b</sup>	0,31	*
Medidas de la canal (cm)					
Longitud de la canal	104,25 <sup>a</sup>	108,73 <sup>b</sup>	107,00 <sup>ab</sup>	0,67	*
Longitud del jamón	63,33	67,48	66,33	0,79	n.s.
Perímetro del jamón	75,25	75,50	75,25	0,81	n.s.
Índice de compacidad de la canal	0,99	1,04	1,07	0,01	n.s.
Espesor de la grasa dorsal	3,53	3,76	3,20	0,11	n.s.
Cortes principales (kg)					
Lomo	3,29 <sup>ab</sup>	3,01 <sup>a</sup>	3,60 <sup>b</sup>	0,09	*
Solomillo	0,34 <sup>b</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,32 <sup>ab</sup>	0,01	*
Jamón	13,01 <sup>a</sup>	13,16 <sup>a</sup>	14,54 <sup>b</sup>	0,25	*
Paleta	5,35	5,38	5,52	0,03	n.s.
Tocino	0,73	1,22	0,77	0,10	n.s.
Panceta	3,42	3,58	3,79	0,09	n.s.
Cabeza	6,58	6,14	6,38	0,11	n.s.
Cortes principales (% de la canal)					
Lomo	6,61 <sup>ab</sup>	6,06 <sup>a</sup>	7,25 <sup>b</sup>	0,05	*
Solomillo	0,68 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,01	*
Jamón	26,16 <sup>a</sup>	26,46 <sup>a</sup>	29,22 <sup>b</sup>	0,15	*
Paleta	10,77	10,82	11,10	0,05	n.s.
Tocino	1,47	1,79	1,55	0,03	n.s.
Panceta	6,88	7,20	7,62	0,08	n.s.
Cabeza	13,23	12,35	12,83	0,05	n.s. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> C: pienso compuesto comercial (control); C15: pienso compuesto conteniendo un 15% de castañas deshidratadas; C25: pienso compuesto conteniendo un 25% de castañas deshidratadas; <sup>2</sup> Error estándar de la media.

Tabla 3. Efecto de la dieta sobre las características físico-químicas de la carne del lomo de cerdo industrial  
 Table 3. Effect of the diet on physicochemical parameters of loin meat from industrial pig

	Dieta <sup>1</sup>			EEM <sup>2</sup>	Nivel de significación
	C	C15	C25		
pH <sub>45m</sub>	5,85 <sup>a</sup>	6,06 <sup>b</sup>	6,13 <sup>b</sup>	0,03	***
pH <sub>24h</sub>	5,40 <sup>a</sup>	5,50 <sup>b</sup>	5,50 <sup>b</sup>	0,02	*
Color					
Luminosidad (L*)	62,67	58,85	61,21	0,02	n.s.
Índice de rojo (a*)	9,93	10,02	9,90	0,37	n.s.
Índice de amarillo (b*)	2,14	2,54	2,45	0,15	n.s.
Capacidad de retención de agua					
Pérdidas por presión (%)	23,13	21,32	21,56	0,63	n.s.
Pérdidas por cocción (%)	17,30	13,16	15,72	0,69	n.s.
Pérdidas por goteo (%)	1,80	1,29	1,02	0,14	n.s.
Textura (Warner Bratzler)					
Fuerza de corte (kg/cm <sup>2</sup> )	5,75	6,50	6,31	0,19	n.s.

<sup>1</sup> C: pienso compuesto comercial (control); C15: pienso compuesto conteniendo un 15% de castañas deshidratadas; C25: pienso compuesto conteniendo un 25% de castañas deshidratadas; <sup>2</sup> Error estándar de la media.

mentación afecta a los valores de pH, aunque en este caso no se observó ninguna tendencia clara al incluir la castaña en la dieta. Sin embargo, Temperan *et al.* (2014) no observaron diferencias en los valores de pH en los cerdos alimentados con castaña. Los mayores valores de pH encontrados en los cerdos de los grupos C15 y C25 podrían estar relacionados con el hecho de que las castañas poseen un contenido alto de carbohidratos. Así, la ingesta de carbohidratos incrementa el glucógeno del músculo, y es bien conocido que este glucógeno afecta a la bajada de pH *post-mortem* (Henckel *et al.*, 2000).

Los parámetros de color no mostraron diferencias entre las distintas dietas ( $P < 0,05$ ). Los valores de color fueron diferentes a los des-

critos por Pugliese *et al.* (2007) en cerdos de raza Cinta Senese y Temperan *et al.* (2014) en cerdo de raza Celta, quienes observaron menores valores de L\* y mayores de a\* y b\*. Según Temperan *et al.* (2014), estas diferencias se deben a que las razas rústicas presentan una carne más oscura (menores valores de L\*) y más rojiza y amarillenta (mayores de a\* y b\*) que las razas industriales y sus cruces.

En cuanto a la influencia de la alimentación, los resultados del presente trabajo concuerdan con los con los descritos previamente por Pugliese *et al.* (2007) y Temperan *et al.* (2014), quienes tampoco observaron diferencias significativas en los parámetros de color entre cerdos alimentados con castañas y con pienso. En contra, Pugliese *et al.* (2013) sí encontraron

un incremento de los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en el músculo *Longissimus lumborum* de cerdos alimentados con castañas durante 1 y 3 meses en comparación con los cerdos control. Estos autores atribuyen dicho efecto al contenido en taninos de las castañas. A su vez, Liu et al. (2009) en un estudio con conejos relacionaron el efecto que los taninos de la castaña ejercen sobre el color de la carne con el contenido en hierro del músculo. En este caso, la cantidad de hierro aumentó cuando incrementaron los niveles de taninos.

Por otro lado, al igual que sucede en los parámetros de color, la dieta no ejerció ningún efecto sobre la capacidad de retención de agua (CRA) ( $P > 0,05$ ). De modo similar, Temperan et al. (2014) no observaron efecto alguno sobre la CRA al incluir la castaña en la alimentación de los cerdos. Sin embargo, Pugliese et al. (2013) si observaron que la inclusión de castaña en la dieta aumentó las pérdidas por goteo y por cocción. Estas diferencias podrían estar relacionadas con el mayor contenido de grasa de los cerdos alimentados con castañas, lo que contribuye a mayores pérdidas por cocción. Esto se debe, según Lawrie (1998), a que parte del jugo eliminado durante el cocinado representa un fluido acuoso y también parte de grasa, ya que a altas temperaturas se funde y se destruyen las estructuras celulares que retienen esta grasa.

Finalmente, con respecto a la textura, la fuerza de corte tampoco mostró diferencias entre los grupos de dietas estudiados ( $P > 0,05$ ), al igual que sucedió en otros estudios (Pugliese et al., 2013; Temperan et al., 2014). A pesar de esto, los cerdos alimentados con C15 y C25 presentaron una fuerza de corte ligeramente superior en comparación con los cerdos control. Estos valores fueron inferiores a los descritos por Temperan et al. (2014) (valores entre 10 y 11 kg/cm<sup>2</sup>). Los mayores valores de la fuerza de corte en este estudio podrían estar relacionadas con el hecho de que estos ani-

males eran más viejos (sacrificados con 16 meses de edad), y también con una mayor actividad física durante la cría de los cerdos. Sin embargo, Franco et al. (2014) observaron valores de la fuerza de corte muy inferiores (entre 2 y 4 kg/cm<sup>2</sup>), lo que en este caso podría deberse a que estas muestras estuvieran congeladas a -18°C durante una semana.

#### Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos del lomo se muestra en la Tabla 4. El análisis estadístico no mostró diferencias en el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) entre los lotes ( $P > 0,05$ ), aunque parece que la inclusión de castaña en la dieta disminuye el porcentaje de AGS en el lomo. Temperan et al. (2014) tampoco observaron diferencias en el contenido de AGS con la inclusión de castaña. De modo similar a los resultados del presente estudio, Domínguez et al. (2015) observaron una disminución del porcentaje de AGS en los músculos *Longissimus dorsi* y *Psoas major* en cerdos Celtas alimentados únicamente con castañas durante 3 meses en la etapa final del cebo. Pugliese et al. (2013) también observaron un descenso del contenido en AGS en el músculo *Longissimus lumborum* de cerdos alimentados con castaña durante 1 y 3 meses, en comparación con los cerdos control. El hecho de que en estos trabajos si se observaran un descenso significativo mientras que en este estudio, a pesar de observar la misma tendencia, no fueran significativas estas diferencias podría estar relacionado con que la cantidad de castañas administradas en los otros estudios fue superior, por lo que la influencia en los ácidos grasos sería también mayor.

Dentro de los AGS, el ácido graso mayoritario fue el palmítico (C16:0), seguido del esteárico (C18:0) y el mirístico (C14:0). Estos resultados concuerdan con los descritos por otros autores en el músculo *longissimus dorsi* (Temperan et al., 2014; Domínguez et al., 2015). Los me-

Tabla 4. Efecto de la dieta sobre el perfil de ácidos grasos (expresados como g/100 g de ácidos grasos) de la carne del lomo de cerdo industrial  
 Table 4. Effect of the diet on fatty acids profile (expressed as g/100 g of FAME) of loin meat from industrial pig

	Dieta <sup>1</sup>			EEM <sup>2</sup>	Nivel de significación
	C	C15	C25		
C12:0	0,38	0,20	0,21	0,05	n.s.
C14:0	2,57 <sup>ab</sup>	2,20 <sup>a</sup>	2,79 <sup>b</sup>	0,10	*
C15:0	0,14	0,06	0,07	0,02	n.s.
C16:0	28,04 <sup>b</sup>	24,35 <sup>a</sup>	27,56 <sup>b</sup>	0,66	*
C16:1n7	5,46 <sup>b</sup>	3,84 <sup>a</sup>	5,52 <sup>b</sup>	0,25	**
C17:0	0,14	0,20	0,15	0,01	n.s.
C17:1	0,25	0,21	0,21	0,02	n.s.
C18:0	7,88	8,59	9,41	0,37	n.s.
C18:1n9	44,10 <sup>a</sup>	48,11 <sup>b</sup>	46,10 <sup>ab</sup>	0,76	*
C18:2n6	6,94 <sup>a</sup>	9,30 <sup>b</sup>	6,42 <sup>a</sup>	0,42	**
C18:3n3	0,45 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,03	**
C20:0	0,67	0,65	0,58	0,03	n.s.
C20:4n6	0,37	0,41	0,24	0,04	n.s.
C20:3n3	0,09	0,09	0,07	0,01	n.s.
C20:5n3	0,30	0,30	0,35	0,01	n.s.
C22:0	0,10	0,08	0,06	0,01	n.s.
C22:4n3	0,11	0,09	0,14	0,01	n.s.
C22:6n3	0,15	0,11	0,09	0,01	n.s.
AGS <sup>3</sup>	38,70	35,85	37,21	0,59	n.s.
AGMI <sup>4</sup>	50,80 <sup>a</sup>	53,71 <sup>b</sup>	54,72 <sup>b</sup>	0,51	**
AGPI <sup>5</sup>	7,97 <sup>a</sup>	10,40 <sup>b</sup>	7,90 <sup>a</sup>	0,42	**
n3	0,77 <sup>b</sup>	0,84 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,03	*
n6	7,31 <sup>a</sup>	9,32 <sup>b</sup>	6,91 <sup>a</sup>	0,39	*
AGPI/AGS	0,20 <sup>a</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,01	**
n6/n3	9,49	11,09	11,10	0,39	n.s.
h/H <sup>6</sup>	1,81 <sup>a</sup>	2,20 <sup>b</sup>	1,98 <sup>a</sup>	0,06	**

<sup>1</sup> C: pienso compuesto comercial (control); C15: pienso compuesto conteniendo un 15% de castañas deshidratadas; C25: pienso compuesto conteniendo un 25% de castañas deshidratadas; <sup>2</sup> Error estándar de la media; <sup>3</sup> sumatorio de ácidos grasos saturados; <sup>4</sup> sumatorio de ácidos grasos monoinsaturados; <sup>5</sup> sumatorio de ácidos grasos poliinsaturados; <sup>6</sup> relación entre ácidos grasos hipo e hipercolesterolémicos; [(suma de C18:1n-9, C18:1n-7, C18:2n-6, C18:3n-6, C18:3n-3, C20:3n-6, C20:4n-6, C20:5n-3, C22:4n-6, C22:5n-3 y C22:6n-3)/(suma de C14:0 y C16:0)] (Fernández et al., 2007).

nores contenidos del contenido en AGS en el grupo de cerdos C15 estuvieron relacionados con el menor contenido ( $P < 0,05$ ) de C16:0 en este grupo, y en menor medida al menor contenido ( $P < 0,05$ ) en C14:0.

Según Kloareg et al. (2005), los cinco ácidos grasos no esenciales más importantes procedentes de la síntesis *de novo* (C14:0, C16:0, C16:1n7, C18:0 y C18:1n9) representan en torno a un 98% del total de ácidos grasos procedentes de la síntesis *de novo* y el 92% del total de ácidos grasos depositados en los tejidos. Los carbohidratos sirven de sustrato para la síntesis de la grasa, produciendo C16:0. Por tanto, el mayor contenido de almidón en la dieta control (ver Tabla 1) podría explicar la mayor cantidad de C16:0 en los cerdos alimentados con esta dieta.

En cuanto al contenido en ácidos grasos monoinsaturados, la inclusión de castañas en la dieta mostró un aumento ( $P < 0,01$ ) de estos ácidos grasos. Dentro de los AGMI, el ácido graso mayoritario fue el ácido oleico (C18:1n9). Los cerdos del grupo C15 presentaron los mayores valores de C18:1n9, mostrando los cerdos del grupo C25 valores intermedios y los del grupo C los menores valores. El contenido en ácido palmitoleico también mostró diferencias ( $P < 0,01$ ) en función de la dieta. En este caso los cerdos del grupo C25 y C presentaron los mayores valores mientras que los cerdos del grupo C15 mostró menores porcentajes. Estos resultados están en consonancia con los descritos previamente por Bermúdez et al. (2012) y Domínguez et al. (2015). Estos autores encontraron que un aumento de castaña en la dieta produjo un incremento significativo de C18:1n9 en la carne de los cerdos. Sin embargo, Temperan et al. (2014) no pudieron observar estas diferencias ni en el contenido de AGMI ni en el de C18:1n9 en los músculos *Longissimus dorsi* y *Semimembranosus* de cerdos alimentados con castañas con respecto al grupo control. El mayor contenido de AGMI en los cerdos alimentados con castaña indica su idoneidad para una ali-

mentación más saludable, puesto que las dietas ricas en AGMI (y AGPI) reducen los niveles de colesterol en sangre y están relacionados con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares (Schaefer, 1997; Alexander, 1998; Kris-Etherton, 1999).

Según Domínguez et al. (2015), el mayor contenido en C18:1n9 en la grasa intramuscular de los cerdos alimentados con castaña estaría relacionado con el hecho de que esta dieta tiene un mayor porcentaje de este ácido graso y de C18:2n6, y menores cantidades de proteína y retinol comparada con la dieta control. Bermúdez et al. (2012) también encontraron una correlación significativa y positiva entre el contenido de AGMI en la carne y el porcentaje de C18:1n9 en la dieta. A su vez, se ha sugerido que la deposición de la grasa en los diferentes depósitos está regulada por diferentes mecanismos (Gondret et al., 2008), y la estearil CoA desaturasa juega un papel crucial en este proceso (Doran et al., 2006). Es bien conocido que la expresión de la estearil CoA desaturasa en el músculo *Longissimus dorsi* incrementa con dietas bajas en proteínas (Doran et al., 2006; Wood et al., 2008; Cánovas et al., 2009). Este hecho concuerda con lo sugerido por Domínguez et al. (2015), quienes encontraron una relación negativa entre la deposición del C18:1n9 y el contenido de proteína de la dieta. Por tanto, sabiendo que existe una relación directa entre la expresión de esta enzima y la cantidad de C18:1n9 en el músculo, los mayores porcentajes de este ácido graso en los cerdos de los grupos C15 y C25 podrían estar relacionados con la mayor expresión de esta enzima debido a los menores contenidos de proteína y mayores de C18:1n9 en las dietas que contienen castañas (ver Tabla 1).

Por otro lado, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) mostraron diferencias entre las dietas ( $P < 0,01$ ). Los cerdos del grupo C15 presentaron los valores más elevados mientras que no se observaron diferencias entre los grupos C y C25. De modo similar, Coutron-Gambotti et al.

(1998) observaron que la administración de castañas en la dieta aumentó los valores de AGPI en el músculo *Biceps femoris*. Sin embargo Temperan et al. (2014) y Domínguez et al. (2015) no encontraron diferencias en el contenido de AGPI entre cerdos alimentados con pienso compuesto o con castañas.

En este estudio, solo dos de los AGPI mostraron diferencias significativas entre las dietas. En concreto, estas diferencias se observaron en los ácidos grasos esenciales (C18:2n6 y C18:3n3). Al ser esenciales, el contenido de C18:2n6 y C18:3n3 en los tejidos porcinos están directamente relacionados con los contenidos de estos ácidos grasos en la dieta, debido a que no pueden ser sintetizados por los equipos enzimáticos que poseen los cerdos. Por tanto, sería esperable que la incorporación de castaña en la dieta (que contiene una mayor cantidad de ambos) resultara en un aumento de ellos en los tejidos del cerdo. Sin embargo, solo en los cerdos alimentados con C15 se observó esta tendencia, y mostraron valores significativamente mayores ( $P < 0,01$ ) que en el lote control, ya que los valores de C18:2n6 y C18:3n3 en los cerdos del grupo C25 presentaron los mismos valores que los del lote control. En estudios previos, diversos autores no pudieron encontrar un aumento en el contenido de estos ácidos grasos con la inclusión de castaña en la dieta (Temperan et al., 2014; Domínguez et al., 2015). Bermúdez et al. (2012) observaron un aumento de C18:3n3, mientras que el contenido de C18:2n6 disminuyó con la administración de castaña.

La enzima  $\Delta 6$ -desaturasa es una de las enzimas encargadas de la conversión de los ácidos grasos esenciales a AGPI de cadena larga en los tejidos animales (Domínguez et al., 2015). Recientemente se propuso que el contenido de C18:1n9 por sí mismo reduce la actividad de la  $\Delta 6$ -desaturasa (Portolesi et al., 2008), por tanto el no observar diferencias en ninguno de los AGPI de cadena larga podría

estar relacionado con el hecho de que dicha enzima se encuentra en parte inhibida por el mayor contenido de C18:1n9 en la alimentación con inclusión de castañas. Además, Warnants et al. (1996) concluyeron que la incorporación de los ácidos grasos de la dieta es menos eficiente en el músculo que en la grasa subcutánea. Del mismo modo, Leszczynski et al. (1992) y Domínguez et al. (2015) también observaron que los ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi* estuvieron menos influenciados por la dieta que los de la grasa dorsal.

Finalmente, se calcularon diferentes índices nutricionales (AGPI/AGS; n6/n3; h/H) para ver cómo afecta la dieta a la salubridad de la grasa. Así, la relación AGPI/AGS de los cerdos alimentados con C15 fue superior ( $P < 0,01$ ) que los del lote control y C25. En relación a este índice, los valores estarían por debajo de las recomendaciones internacionales, ya que proponen un valor de AGPI/AGS de 0,4 o superior (UK Department of Health, 1994). Sin embargo, no solo un alto contenido en AGPI significa que la grasa es más saludable, sino que tiene que estar balanceado la cantidad de AGPI n6 y n3 (Simopoulos y Cleland, 2003), siendo este ratio inferior a 4 (Simopoulos, 2004). Una ingesta excesiva de AGPI n6 y una relación n6/n3 alta promueve diversas patologías, incluyendo enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades inflamatorias y autoinmunes, mientras que el incremento de los niveles de AGPI n3 (y por tanto menores valores de n6/n3) ejercen un efecto supresivo sobre dichas enfermedades (Simopoulos, 2004). En el presente estudio, la relación n6/n3 mostró para todos los casos valores superiores a los recomendados, siendo en los cerdos de los lotes alimentados con castaña en torno a 11 y los del lote control de 9,5. Sin embargo, no se apreciaron diferencias en cuanto a este índice ( $P > 0,05$ ).

Para un mejor estudio se debería usar el índice h/H, basado en los efectos que los diferentes ácidos grasos ejercen sobre el meta-

bolismo del colesterol (Santos-Silva et al., 2002). De modo similar a lo que sucede con el AGPI/AGS, el ratio h/H también fue superior en los cerdos del grupo C15 que el de los cerdos de los otros dos lotes ( $P < 0,01$ ). Estos valores fueron similares a los descritos por Bermúdez et al. (2012) (2.21-2.46) y Domínguez y Lorenzo (2014) (1.78-2.14). Con estos resultados y desde el punto de vista nutricional, los cerdos alimentados con la dieta C15 presentaron el mejor perfil de ácidos grasos y valores de los índices nutricionales.

Por tanto, a la vista de los resultados se observa que la inclusión de castaña incrementó los pesos (tanto vivo como canal) sin afectar a la cantidad de grasa de la canal (aumentó la relación magro/grasa), y que en el caso de la C25 aumentó ligeramente las proporciones de lomo y jamón y el rendimiento de la canal. Las características físico-químicas (color, CRA y textura) del lomo no se vieron afectadas por la dieta, mientras que el perfil de ácidos grasos y los índices nutricionales mejoraron con la inclusión de castaña a un 15% (grupo C15), debido principalmente a una ligera disminución (no significativa) de AGS y un aumento significativo tanto de AGMI y AGPI. Teniendo esto en cuenta se puede concluir que la inclusión de castaña en la formulación de piensos para alimentación porcina nos permitiría disminuir los costes de producción, poner en el mercado un producto diferenciado, sin que esto afecte o incluso mejorando la calidad de canal y de la carne.

## Bibliografía

- Alexander JW (1998). Immunonutrition: the role of  $\omega$ -3 fatty acids. *Nutrition* 14: 627-633.
- AOAC (2000). Official methods of analysis, 17th. Ed. AOAC international, MD, EE.UU.
- Bermúdez R, Franco I, Franco D, Carballo J, Lorenzo JM (2012). Influence of inclusion of chestnut in the finishing diet on fatty acid profile of dry-cured ham from Celta pig breed. *Meat Science* 92: 394-399.
- Bligh EG, Dyer WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37: 911-917.
- Cánovas A, Estany J, Tor M, Pena RN, Doran O (2009). Acetyl-CoA carboxylase and stearoyl-CoA desaturase protein expression in subcutaneous adipose tissue is reduced in pigs selected for decreased backfat thickness at constant intramuscular fat content. *Journal of Animal Science* 87: 3905-3914.
- CIE (1978). International commission on illumination, recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. Supplement No. 15 to CIE publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/ (TO-1.3). Bureau Central de la CIE. Paris, Francia.
- Coutron-Gambotti C, Gandemer G, Casabianca F (1998). Effects of substituting a concentrated diet for chestnuts on the lipid traits of muscle and adipose tissues in Corsican and Corcican X Large White pigs reared in a Sylvo-Pastoral System in Corsica. *Meat Science* 50: 163-174.
- Domínguez R, Lorenzo JM (2014). Effect of genotype on fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous fat of Celta pig breed. *Grasas y Aceites* 65: e037.
- Domínguez R, Martínez S, Gómez M, Carballo J, Franco I (2015). Fatty acids, retinol and cholesterol composition in various fatty tissues of Celta pig breed: Effect of the use of chestnuts in the finishing diet. *Journal of Food Composition and Analysis* 37: 104-111.
- Doran O, Moule SK, Teye GA, Whittington FM, Hallett KG, Wood JD (2006). A reduced protein diet induces stearoyl-CoA desaturase protein expression in pig muscle but not in subcutaneous adipose tissue: relationship with intramuscular lipid formation. *British Journal of Nutrition* 95: 609-617.
- Franco D, Vazquez JA, Lorenzo JM (2014). Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science* 96: 195-202.

- Fernández M, Ordóñez JA, Cambero I, Santos C, Pin C, de la Hoz L (2007). Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry* 101: 107-112.
- Gondret F, Guitton N, Guillerm-Regost C, Louveau I (2008). Regional differences in porcine adipocytes isolated from skeletal muscle and adipose tissues as identified by a proteomic approach. *Journal of Animal Science* 86: 2115-2125.
- Grau R, Hamm R (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Die Naturwissenschaften* 40: 19-30.
- Henckel P, Karlsson A, Oksbjerg N, Petersen JS (2000). Control of post mortem pH decrease in pig muscles: experimental design and testing of animal models. *Meat Science* 55: 131-138.
- Kloareg M, Le Bellego L, Mourot J, Noblet J, Van Milgen J (2005). Deposition of dietary fatty acids and of de novo synthesized fatty acids in growing pigs: effects of high ambient temperature and feeding restriction. *British Journal of Nutrition* 93: 803-811.
- Kris-Etherton PM (1999). AHA science advisory: Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *Journal of Nutrition* 129: 2280-2284.
- Lawrie RA (1998). The eating quality of meat. *Meat Science* 4: 300-362.
- Leszczynski DE, Pikul J, Easter RA, McKeith FK, McLaren DG, Novakofski J, Bechtel PJ, Jewell DE (1992). Effect of feeding finishing pigs extruded full-fat soybeans on performance and pork quality. *Journal of Animal Science* 70: 2167.
- Liu HW, Gai F, Gasco L, Brugiapaglia A, Lussiana C, Guo KJ, Tong JM, Zoccarato I (2009). Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat Science* 83: 678-683.
- Lorenzo JM, Carballo J, Franco D (2013). Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds of dry-cured ham from Celta pig breed. *Journal of Integrative Agriculture* 12: 2002-2012.
- Lorenzo JM, Franco D, Carballo J. (2014). Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Lacon" from Celta pig breed. *Meat Science* 96: 211-223.
- Morrison WR, Smith LM (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research* 5: 600-608.
- Pereira-Lorenzo S, Ramos-Cabrer AM, Díaz-Hernández MB, Ciordia-Ara M, Ríos-Mesa D (2006). Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae* 107: 306-314.
- Portolesi R, Powell BC, Gibson RA (2008). 6 desaturase mRNA abundance in HepG2 cells is suppressed by unsaturated fatty acids. *Lipids* 43: 91-95.
- Pugliese C, Pianaccioli L, Sirtori F, Acciaioli A, Franci O (2007). Effect of pasture on chestnut wood on fat and meat quality of Cinta Senese. *Option Méditerranéennes* 76: 263-267.
- Pugliese C, Sirtori F, Acciaioli A, Bozzi R, Campo-doni G, Franci O (2013). Quality of fresh and seasoned fat of Cinta Senese pigs as affected by fattening with chestnut. *Meat Science* 93: 92-97.
- Santos-Silva J, Mendes IA, Bessa RJB (2002). The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science* 76: 17-25.
- Schaefer EJ (1997). Effects of dietary fatty acids on lipoproteins and cardiovascular disease risk. *The American Journal of Clinical Nutrition* 65: 1655-1656.
- Sierra I (1973). Producción de cordero joven y pesado en la raza Rasa Aragonesa. *Revista del Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro* 18: 28.
- Simopoulos AP, Cleland LG (2003). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio: the scientific evidence. *World Review of Nutrition and Dietetics*, Vol. 92. Basilea, Suiza.
- Simopoulos AP (2004). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International* 20: 77-90.

Temperan S, Lorenzo JM, Castiñeiras BD, Franco I, Carballo J (2014). Carcass and meat quality traits of Celta heavy pigs. Effect of the inclusion of chestnuts in the finishing diet. Spanish Journal of Agricultural Research 12: 694-707.

UK Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subject no. 46. London: Her Majesty's Stationery Office.

Warnants N, Van Oeckel MJ, Boucqué CV (1996). Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. Meat Science 44: 125-144.

Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science 78: 343-358.

(Aceptado para publicación el 5 de mayo de 2016)