



**Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza**



# Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria



# ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	5
3. NORMA DE CALIDAD DEL IBÉRICO: CRUCES PERMITIDOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	6
4. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DEL CERDO IBÉRICO .....	9
4.1. Genética.....	9
4.2. Sexo y castración .....	10
4.3. Edad y peso al sacrificio.....	12
4.4. Ejercicio físico .....	12
4.5. Sistema de producción y Alimentación .....	13
4.5.1. Sistema de producción .....	13
4.5.2. Necesidades nutricionales.....	15
4.5.3. Alimentación.....	16
4.5.4. Impacto sobre la calidad de la grasa .....	19
5. ESTUDIO ANALÍTICO DE PIENSOS DE CERDOS BLANCOS E IBÉRICOS .....	20
5.1. Objetivos.....	20
5.2. Material y métodos .....	21
5.2.1. Determinación de la materia seca .....	21
5.2.2. Determinación de cenizas .....	21
5.2.3. Determinación de la fibra bruta .....	21
5.2.4. Determinación de la grasa bruta o extracto etéreo .....	22
5.2.5. Determinación de la proteína bruta .....	23
5.3. Resultados y discusión.....	24
5.4. Conclusiones del estudio analítico .....	26
6. CONCLUSIONES.....	27
CONCLUSIONS .....	28
7. VALORACIÓN PERSONAL .....	29
8. BIBLIOGRAFÍA .....	29
9. ANEXOS.....	33

## RESUMEN

El presente trabajo se ha planificado con el objetivo de profundizar en la repercusión que tiene la alimentación en la productividad y la calidad de la carne del cerdo Ibérico. Para ello se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica y un pequeño trabajo laboratorial. Primero se ha explicado la importancia actual del sector del porcino Ibérico en España. En segundo lugar, se han expuesto los aspectos más relevantes en cuanto a los cruces permitidos y los sistemas de producción en el cerdo Ibérico, recogidos en la nueva Norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo Ibérico, ya que tiene considerables diferencias respecto a la anterior normativa. En tercer lugar, se han abordado los diferentes factores que influyen tanto en los rendimientos productivos como en la calidad de la canal y la carne del cerdo Ibérico, haciendo especial hincapié en el sistema de producción y la alimentación. Además, para reforzarlo, se presenta un estudio de análisis químico de piensos empleados habitualmente en granjas de cerdos Ibéricos en intensivo y su comparativa con piensos destinados a cerdos de cruce comercial. Por último, se han mostrado una serie de conclusiones a las que se han llegado con la realización del trabajo.

## ABSTRACT

*The Iberian pig feeding and its impact on meat quality.*

The purpose of this paper is to study deeply the impact of feeding on performances and meat quality of Iberian pigs. A bibliographical review and a short laboratory work have been carried out to achieve this aim. First of all, the current relevance of the Iberian pig sector in Spain has been explained. Secondly, the most important aspects with regard to the permitted crossbreeds and production systems in the Iberian pig, collected in the new Quality Standard for the meat, ham, shoulder and loin of Iberian pork, have been set out because it has several differences with respect to the previous one. Thirdly, the different factors that influence both growth performance and carcass and meat quality traits have been stated with special emphasis on production system and feeding. In addition, a study devoted to the chemical analysis of feeding stuffs commonly used in Iberian pig farms in intensive conditions, and its comparison with feed for pigs of commercial crossbreed, is presented to strengthen the study. Finally, the conclusions reached with the completion of the work have been shown.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hay cierta unanimidad en que el origen del cerdo Ibérico fue el jabalí mediterráneo (*Sus mediterraneus*), que poblaba el norte de África, ocupando después las zonas del suroeste de la Península Ibérica (Sánchez *et al.*, 2014a). Tradicionalmente, la cría del cerdo Ibérico se ha desarrollado en condiciones extensivas basándose en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la dehesa. Según el RD 4/2014, se entiende por dehesa el área geográfica con predominio de un sistema agroforestal de uso y gestión de la tierra basado principalmente en la explotación ganadera extensiva de una superficie continua de pastizal y arbolado mediterráneo, ocupada fundamentalmente por especies frondosas del género *Quercus*, en la que es manifiesta la acción del hombre para su conservación y perdurabilidad, y con una cubierta arbolada media por explotación de, al menos, 10 árboles por hectárea de dicho género en producción. El cerdo Ibérico, al alimentarse de los recursos de ésta, fundamentalmente entre octubre y marzo (época de montanera), lleva a cabo tareas de limpieza de la misma. Este ecosistema puede compartirlo con otras especies como el bovino, ovino, caprino y équidos, además de animales de caza como el jabalí. La dehesa implica a cinco CCAA en España que son: Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla y León, Extremadura y Madrid y su extensión aproximada es de 3 millones de hectáreas.

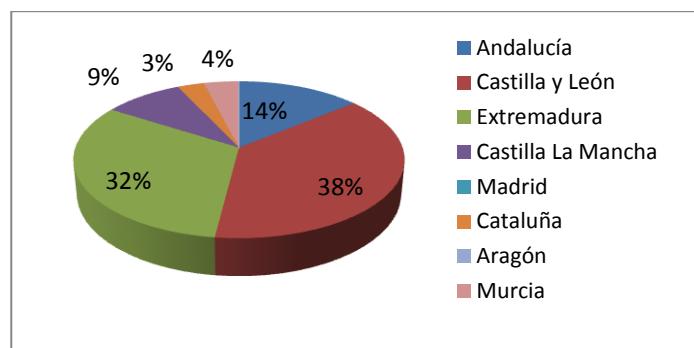
Actualmente, el tronco Ibérico se ha establecido como una agrupación racial autóctona dentro de la cual hay distintas líneas o estirpes (Negro Lampiño, Retinto, Torbiscal...) que difieren, sobre todo, en las características morfológicas y productivas. Comparándolas con las razas de cerdo blanco, son mucho más adipogénicos, de bajo crecimiento y escaso rendimiento magro. Son animales muy voraces, poco musculados, de delgadas extremidades, cabeza y hocico, con la piel pigmentada, con canales de excelente calidad cárnica y carácter rústico (Sánchez *et al.*, 2014a). Desde el punto de vista reproductivo, son mucho menos prolíficos y tienen menor capacidad de destete (Sánchez *et al.*, 2014b) que las razas blancas.

A mediados del siglo XX, el aumento de la demanda de carne más magra y el éxodo de la población de las zonas rurales a las urbanas, junto a la epidemia de la Peste Porcina Africana en la década de los '70 y a la expansión del sector porcino intensivo a partir de razas mejoradas, provocó la casi desaparición de la cabaña del cerdo Ibérico. A partir del año 1980, aumenta la demanda de productos del cerdo Ibérico, tanto a nivel internacional como nacional, España entra en la Comunidad Económica Europea (en 1986) y empiezan a llevarse a cabo los planes de recuperación del Ibérico, lo que conlleva el resurgimiento del

sector. En 2008 se alcanza el máximo histórico con un total de 4.171.045 cerdos Ibéricos sacrificados. A partir de entonces empezó a disminuir el censo, debido a la crisis económica, al producirse una disminución de la demanda de productos considerados “gourmet”, como los derivados del cerdo Ibérico.

Actualmente, se contabilizan aproximadamente 2,38 millones de animales, siendo reproductoras en torno a 278.000 (MAGRAMA, 2014). En la Figura 1 se muestra el reparto del censo de cerdo Ibérico en 2014 en España, por CCAA, donde se observa el liderazgo de Castilla y León y Extremadura. El porcino Ibérico en España constituye el 9,8% del censo total, el 23% de las ventas y, con respecto a la producción de jamón, supone el 6,5%.

**Figura 1.** Reparto por CCAA del censo de cerdo Ibérico en España (MAGRAMA, 2014).



En lo que se refiere al producto estrella del cerdo Ibérico, el jamón, existen cuatro Denominaciones de Origen Protegida (DOP) en nuestro país y son: “Guipúzcoa”, “Dehesa de Extremadura”, “Los Pedroches” y “Jamón de Huelva” (Figura 2). La de mayor producción es Guipúzcoa y la de menor Los Pedroches, con alrededor de 300.000 y 30.000 piezas curadas al año, respectivamente.

**Figura 2.** Mapa de las DOP de jamón Ibérico (Martínez, 2015).



## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El cerdo Ibérico es un tema que forma parte de la asignatura Integración en Porcino del Grado de Veterinaria de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Probablemente, la razón de no dedicarle más tiempo sea que el temario a impartir es muy amplio y son muchos los aspectos relacionados con la producción porcina general (reproducción, genética, manejo, sanidad, etc.), normalmente asociados al cerdo blanco mejorado, que no se pueden obviar ni resumir. Sin embargo, su repercusión económica y social ha ido incrementando en las últimas décadas y el interés que suscita en España es enorme por varios motivos. Por un lado, supone una considerable proporción del censo porcino nacional y, por otro, forma parte de nuestra historia y se desarrolla en la dehesa, un ecosistema que sólo existe en la Península Ibérica. Además, en los últimos años ha cobrado una relevancia especial por los productos cárnicos que genera, especialmente el jamón, que tienen una clara calidad diferenciada, tanto sensorial como nutricional, y están siendo ya muy conocidos en el mercado internacional.

La nueva Norma de Calidad del jamón Ibérico (RD 4/2014, de 10 de enero) recoge importantes modificaciones sobre la anterior normativa (RD 1469/2007). Está orientada a mejorar la pureza racial de los animales, modificar las condiciones de manejo y alimentación en cada modelo productivo, reducir la carga ganadera, reforzar el control en la etapa de aprovechamiento de la montanera y en el cebo a base de pienso y mejorar la trazabilidad, el control y la información que reciben los consumidores. Entre ellos se incide especialmente en los sistemas de manejo y alimentación permitidos, que durante años han acarreado muchos casos de fraude y polémica. Esta Norma es muy reciente y apenas se está empezando a implantar.

Por todo lo arriba expuesto, los objetivos de este trabajo bibliográfico consisten en profundizar en la importancia del sector del cerdo Ibérico en España, en evaluar la nueva Norma de Calidad (RD 4/2014) y en ahondar en cómo afectan los distintos aspectos productivos en la calidad de los productos del cerdo Ibérico, haciendo especial hincapié en la alimentación, por ser uno de los que más impacto tiene. Además, se complementa con el análisis laboratorial de piensos de cerdos blancos e Ibéricos para su comparación.

### 3. NORMA DE CALIDAD DEL IBÉRICO: CRUCES PERMITIDOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

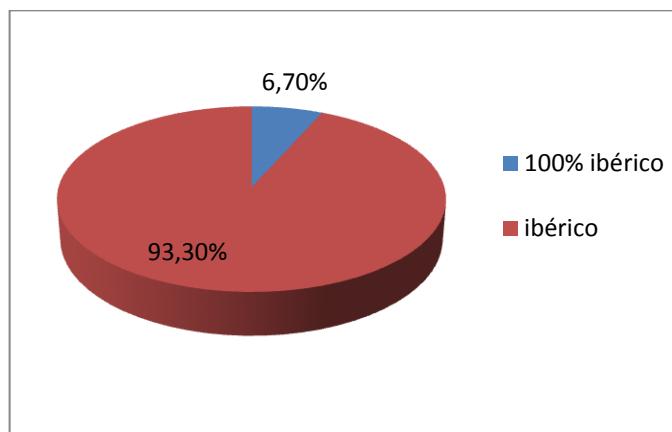
El RD 1083/2001 fue el primer Real Decreto por el que se aprobaba la Norma de Calidad para diversos productos del cerdo Ibérico, regulándose así el sector y el mercado. Algunos años después, a través del RD 1469/2007, se derogaron las disposiciones de igual o inferior rango que se oponían a lo dispuesto en el anterior Real Decreto, pero siguió siendo fuente de controversia. De ahí que en 2014 se aprobara el RD 4/2014, en el que se recogió la actual Norma de Calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo Ibérico. Pretende clarificar todos los aspectos relacionados con la raza, el manejo y la alimentación, el control de todo el proceso y la información que reciben los consumidores (Hernández, 2014).

Según este último Real Decreto, a los productos se les denominará:

- a) «100% Ibéricos» cuando procedan de animales con un 100% de pureza genética de la raza Ibérica, cuyos progenitores tengan un 100% de pureza racial ibérica y estén inscritos en el libro genealógico. La designación «Ibérico puro», que se utilizaba anteriormente para este tipo de animales, queda por tanto prohibida.
- b) «Ibéricos» cuando procedan de animales con al menos un 50% de genética Ibérica. Para conseguir animales 50% Ibéricos se emplearán hembras 100% ibéricas y machos 100% Duroc, ambos inscritos en el libro genealógico. Y para obtener animales 75% Ibéricos se usarán hembras 100% Ibéricas inscritas en el libro genealógico y machos procedentes de hembras 100% Ibéricas y machos 100% Duroc, ambos inscritos en sus libros genealógicos correspondientes.

Como se puede ver en la Figura 3, predomina ampliamente el cerdo «Ibérico» con un 93,3% frente a un 6,7% que representan los animales «100% Ibéricos».

**Figura 3.** Reparto del censo de cerdos Ibéricos según la genética (MAGRAMA, 2014).



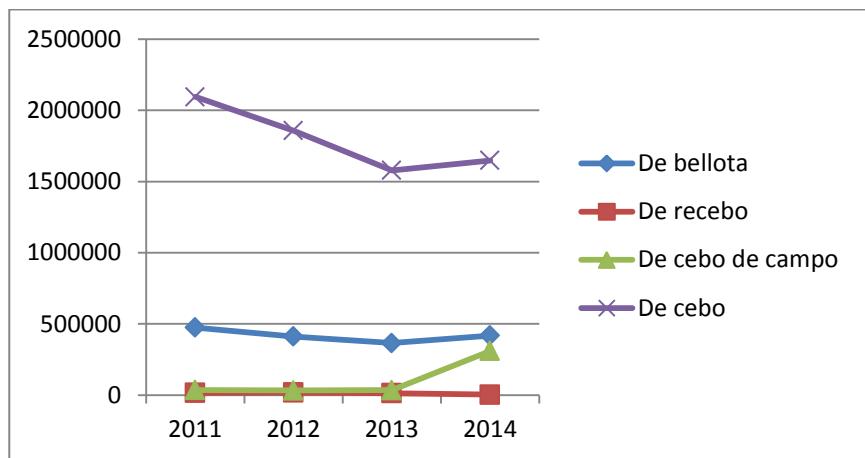
En el RD 4/2014 también se recogen los sistemas de producción hasta alcanzar el peso de sacrificio y son los siguientes:

- a) «De bellota» hace referencia a los productos procedentes de animales sacrificados después del aprovechamiento exclusivo de la bellota, hierba y otros recursos naturales de la dehesa, sin aporte de pienso suplementario. El peso medio del lote a la entrada en montanera será de 92 a 115 kg y deberá efectuarse entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre estableciéndose su sacrificio entre el 15 de diciembre y el 31 de marzo con una edad mínima de 14 meses. La reposición mínima en montanera será de 46 kg, durante más de 60 días. La carga ganadera podrá oscilar de 0,25 a 1,25 cerdos por hectárea en función de la superficie arbolada cubierta del recinto SIGPAC que integra la explotación.
- b) «De cebo de campo» designa a los animales que, aunque hayan podido aprovechar los recursos de la dehesa o del campo, han sido alimentados con piensos y cuyo manejo se realiza en explotaciones extensivas o intensivas al aire libre pudiendo tener parte de la superficie cubierta. En cuanto a las explotaciones extensivas, la carga ganadera deberá ser como máximo de 15 animales por hectárea. Con respecto a las explotaciones intensivas al aire libre, la carga ganadera máxima será de 100 animales por hectárea y los animales de más de 110 kg de peso vivo (PV) deben disponer de una superficie mínima de suelo libre total por animal de 100 m<sup>2</sup> en su fase de cebo. La estancia mínima en los dos tipos de explotación, previa a su sacrificio, será de 60 días y su edad al sacrificio será de al menos 12 meses. Se elimina la designación «De recebo», del RD 1469/2007 publicado anteriormente, ya que el «De cebo de campo» pasa a englobar al «De recebo» y al «De cebo de campo».
- c) «De cebo» hace referencia a los animales alimentados con piensos cuyo manejo se realiza en sistemas de explotación intensiva. Los animales de más de 110 kg PV deben tener una superficie mínima de suelo libre total por animal de 2 m<sup>2</sup> en su fase de engorde. La edad al sacrificio será de al menos 10 meses.

En los tres casos, el peso mínimo individual de la canal será de 108 kg para los 100% Ibéricos y de 115 kg para los cruzados.

La Figura 4 muestra la evolución en los últimos años del censo de cerdos Ibéricos, según su sistema productivo. Se observa que el «De cebo» predomina sobre los otros y que hay un ligero aumento a partir de 2013 en las diferentes categorías.

**Figura 4.** Evolución de los cerdos Ibéricos cebados desde 2011 a 2014 de acuerdo al sistema de producción (MAGRAMA, 2014).



Con el objetivo de mejorar la identificación y la trazabilidad de los productos del cerdo Ibérico, la nueva Norma de Calidad establece que, en matadero, a los jamones y paletas de cerdos Ibéricos se les deberá identificar con un precinto inviolable que será de diferente color según el tipo racial y la alimentación y el sistema de cría de los animales: el color negro será para los “De bellota 100% Ibérico”, el rojo para los “De bellota Ibérico”, el verde para los “De cebo de campo Ibérico” y el blanco para los “De cebo Ibérico” (RD 4/2014) (Fotografía 1).

**Fotografía 1.** Precintos colocados al jamón y las paletas Ibéricos de acuerdo al RD 4/2014.



En cuanto al etiquetado, es importante destacar que la designación «Pata negra» queda reservada únicamente a «De bellota 100% Ibérico», «dehesa» o «montanera» a la denominación «De bellota» y los logotipos, imágenes o símbolos que recuerden o hagan alusión a algún aspecto relacionado o referido con la bellota o la dehesa quedan reservados exclusivamente a la designación «De bellota».

## 4. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DEL CERDO IBÉRICO

### 4.1. Genética

Como ya se ha mencionado, dentro del tronco Ibérico hay distintas estirpes, siendo las principales el Negro Lampiño, el Entrepelado, el Retinto y el Torbiscal. La línea Torbiscal destaca por su mayor ganancia media diaria y peso de piezas nobles aunque los rendimientos de estas respecto a la canal sean algo menores. En el lado opuesto se sitúa el Negro Lampiño, al presentar los peores valores productivos pero destaca por el rendimiento de sus jamones y paletas (Daza, 2001).

Desde hace décadas, la cría del cerdo Ibérico en pureza ha sido sustituida en su mayor parte por el cruce con diferentes líneas de la raza Duroc. La introducción de la raza Duroc para el cruce con Ibérico se produjo porque esta raza, de origen estadounidense, complementa bien al Ibérico, reduciendo notablemente los costes de producción y penalizando lo menos posible la calidad de la carne (Solano, 2014). El Duroc permite mejorar los parámetros productivos (crecimiento más rápido y mejor eficiencia alimentaria) y también algunos de canal (mayor rendimiento en piezas nobles...), además de soportar bien las condiciones climáticas adversas. Por otro lado, con el cruce de Ibérico x Duroc se consigue menor espesor de grasa dorsal, aspecto positivo de cara a los consumidores (Sánchez *et al.*, 2014a), aunque también se disminuye ligeramente el contenido en grasa intramuscular que está estrechamente ligado con la terneza, la jugosidad y el brillo de la carne.

En la Tabla 1 se puede observar la mejora de los resultados productivos al aumentar el porcentaje de sangre Duroc en el cruce con Ibérico. Estudios llevados a cabo por Clemente *et al.* (2008) sobre las cuatro estirpes diferenciadas del cerdo Ibérico, ya mencionadas, y cerdos Ibéricos cruzados con Duroc al 50%, determinaron que, en general, la carne de las estirpes puras presentaba menores niveles de grasa saturada y mayores de ácidos grasos poliinsaturados, ambos indicadores relacionados con la salud cardiovascular en humana. Dentro de las líneas puras, Lampiño, Entrepelado y Retinto destacaron por una mejor composición lipídica.

**Tabla 1.** Resultados productivos según el cruce genético (Daza, 2001).

Tipo genético de los reproductores	Ibérico x Ibérico	Ibérico x (Ibérico x Duroc)	Ibérico x Duroc
<b>Cerdo producido</b>	<b>100% IB</b>	<b>75% IB y 25% D</b>	<b>50% IB y 50% D</b>
Lechones nacidos vivos/parto	7,0	8,5	10,5
Lechones destetados/parto	6,3	7,4	9,0
Lechones destetados/cerda/ año	14,9	17,5	21,3
Lechones de 23 kg (2@)	14,4	17,0	20,5
GMD <sup>1</sup> en cebo (23-161kg PV) (g/d)	650	700	760
IC <sup>2</sup> en cebo (kg/kg)	4,9	4,6	4,2
Tiempo ocupación instalaciones durante el cebo (días)	219	204	189
Número de ciclos de cebo/año	1,7	1,8	1,9

<sup>1</sup> Ganancia media diaria. <sup>2</sup> Índice de conversión.

#### 4.2. Sexo y castración

El RD 4/2014 establece que las piezas que se destinan a la elaboración de productos Ibéricos deben proceder de cerdos con una edad al sacrificio mínima de entre los 10 y 14 meses, según el sistema de producción empleado. Por ello, todos habrán alcanzado la pubertad que, en el caso de los machos, tiene efectos indeseables como la aparición de *olor sexual* en los productos cárnicos derivados. Para evitarlo, el 100% de los machos destinados a engorde se castrarán, consiguiendo con ello además un comportamiento más moderado. En el caso de las hembras, su salida a celo puede provocar comportamientos no deseados como la monta entre ellas y la reducción de la ingestión, además de la mayor heterogeneidad de los lotes. A las cerdas Ibéricas destinadas a engorde se las castra, históricamente, porque pueden ser cubiertas por jabalíes y quedar preñadas, lo que no interesa. Este hecho es importante en sistemas de producción extensivos pero, en sistemas intensivos no estaría justificado, si además se considera el bienestar animal, el coste de la castración y el comportamiento productivo (Serrano *et al.*, 2009a). Según Palomo (2012a), productivamente, las hembras enteras muestran menor consumo de pienso y menor ganancia media diaria pero exhiben mejor eficacia alimentaria que las castradas quirúrgicamente. En la Tabla 2 se muestran resultados de un experimento en el que se observa que el espesor de grasa dorsal y la grasa inter- e intramuscular fueron mayores en los machos Ibéricos castrados que en las hembras Ibéricas enteras; en cambio, el rendimiento y el peso del jamón y de la paleta fueron menores en los

castrados. Cabe destacar que las hembras castradas fueron más similares a los machos castrados que a las hembras enteras.

La castración supone cambios en el metabolismo del animal con una mayor producción de grasa. El tejido graso es importante en la consistencia del tejido muscular, proporciona componentes del aroma y sabor, previene el secado excesivo, mejora la terneza, modifica el perfil lipídico de la grasa y aumenta la aceptación de la carne por el consumidor. En definitiva, los productos elaborados procedentes de castrados presentan mejores características organolépticas que los de animales enteros (López Bote *et al.*, 2000).

**Tabla 2.** Efecto del sexo sobre la calidad de la canal y de la carne de cerdos Ibéricos x Duroc sacrificados con 11 meses de edad (Serrano *et al.*, 2009b).

	Hembras enteras	Hembras castradas	Machos castrados	Significación
Rendimiento canal (%)	80,2	80,7	80,8	ns <sup>1</sup>
Espesor grasa dorsal (mm)	51,3 <sup>b</sup>	58,8 <sup>a</sup>	58,8 <sup>a</sup>	0,02
Peso jamón (kg)	24,6 <sup>a</sup>	23,2 <sup>b</sup>	22,8 <sup>b</sup>	0,006
Rendimiento jamón (% canal)	20,2 <sup>a</sup>	18,9 <sup>b</sup>	18,6 <sup>b</sup>	0,004
Peso paleta (kg)	15,3 <sup>a</sup>	14,3 <sup>b</sup>	14,5 <sup>ab</sup>	0,012
Rendimiento paleta (% canal)	12,6 <sup>a</sup>	11,7 <sup>b</sup>	11,8 <sup>b</sup>	0,009
Grasa inter- e intermuscular	5,8 <sup>b</sup>	8,4 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	0,004
a*(índice de rojo)	5,1	5,1	5,4	ns <sup>1</sup>

<sup>1</sup> no significativo. <sup>a,b</sup> Medias sin una letra superíndice común dentro de una fila difieren (P<0,05).

El debate generado sobre la futura prohibición de la castración quirúrgica, debido sobre todo a cuestiones de bienestar animal, ha hecho que se trabaje en la búsqueda de nuevas alternativas, entre las que destaca la inmunocastración, que consiste en una vacuna en dos dosis inyectadas durante el cebo, que inhibe la producción de hormonas relacionadas con la fertilidad. Los animales inmunizados crecen como enteros hasta la segunda dosis y, a partir de ahí, se comportan como castrados (Bravo de Laguna, 2011). Según Palomo (2012b), los machos inmunocastrados frente a los castrados físicamente presentan mejores rendimientos productivos y de la canal. Las hembras inmunocastradas exhiben mayor consumo diario de pienso y ganancia media diaria y mejor índice de conversión que las hembras enteras o las castradas quirúrgicamente. La calidad de la canal y de la carne parece resultar similar en los grupos de hembras inmunocastradas y en las castradas quirúrgicamente.

#### 4.3. Edad y peso al sacrificio

El cerdo Ibérico se sacrifica a pesos elevados ( $\approx 160$  kg) y con una edad mínima de 10 a 14 meses según el sistema de producción. El rango de pesos, históricamente, ha sido bastante amplio, oscilando de 150 hasta 180 kg PV. El aumento de la edad o peso al sacrificio empeora los rendimientos productivos, ya que disminuye la ganancia media diaria, empeora el índice de conversión y el animal es más ineficiente poniendo músculo (Latorre *et al.*, 2004). Sin embargo, según un estudio de Mayoral *et al.* (1999) (Tabla 3), el aumento del PV debido al incremento de la edad al sacrificio, aumenta el peso del jamón y del resto de piezas cárnicas, aunque el porcentaje de éstas en la canal se reduzca y, sobre todo, incrementa la grasa de la canal, la grasa intramuscular y el contenido en mioglobina de la carne, por lo que el color es más intenso. López- Bote *et al.* (2000) concluyen también que el contenido en grasa de cobertura, y también el veteado, aumentan con el peso y con la edad de sacrificio, mejorando así las características organolépticas del producto elaborado.

**Tabla 3.** Efecto de la edad al sacrificio sobre la calidad del producto de cerdos Ibéricos  
(Mayoral *et al.*, 1999)

	352 días	395 días	424 días	482 días
Peso vivo (Kg)	76,63 <sup>c</sup>	83,25 <sup>c</sup>	96,88 <sup>b</sup>	152,75 <sup>a</sup>
Espesor grasa dorsal (mm)	35,8 <sup>c</sup>	37,8 <sup>b,c</sup>	41,9 <sup>b</sup>	70,6 <sup>a</sup>
Peso jamón (Kg)	5,06 <sup>d</sup>	5,98 <sup>c</sup>	6,85 <sup>b</sup>	9,34 <sup>a</sup>
Peso paleta (Kg)	3,53 <sup>c</sup>	4,17 <sup>b</sup>	4,61 <sup>b</sup>	6,48 <sup>a</sup>
Rendimiento jamón (% canal)	22,32 <sup>c,d</sup>	22,45 <sup>c,d</sup>	20,58 <sup>d</sup>	16,45 <sup>e</sup>
Rendimiento paleta (% canal)	5,54 <sup>c,d</sup>	15,63 <sup>c</sup>	13,87 <sup>d</sup>	11,42 <sup>e</sup>
Grasa intramuscular del <i>Bíceps femoris</i> *	10,90 <sup>b,c</sup>	21,26 <sup>a</sup>	16,89 <sup>a,b</sup>	21,24 <sup>a</sup>
Mioglobina en el <i>Bíceps femoris</i> (mg/g)	3,8 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>bc</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	5,2 <sup>a</sup>

\*g de grasa/100g de tejido libre de humedad.

Medias con diferentes letras dentro de la misma fila son significativamente diferentes ( $p<0,05$ ).

#### 4.4. Ejercicio físico

En lo que concierne a los rendimientos productivos, el ejercicio genera un empeoramiento del índice de conversión ya que los animales tienen mayor gasto energético por el movimiento (Rodríguez *et al.*, 2008). En un estudio realizado por López- Bote *et al.* (2008) (Tabla 4), sobre el efecto del ejercicio (ligero, moderado o extensivo) en las características de calidad de la canal y de la carne en cerdos Ibéricos, se observa una

tendencia a un mayor rendimiento de la canal en el grupo de los sedentarios. Sin embargo, en el estudio de Rodríguez *et al.* (2008), el rendimiento de la canal fue algo mayor en los Ibéricos de los parques con respecto a los criados en naves y cabe destacar que no hubo diferencias tanto en el perfil de la grasa como en la infiltración de la misma. El ejercicio incrementa la terneza del producto elaborado, de aquí que se potencie en cerdos destinados a productos de especial calidad, favorece la acumulación de pigmentos hemínicos, como adaptación fisiológica para conseguir un mayor metabolismo oxidativo, y potencia las coloraciones más rojas. La presencia de altas concentraciones de hierro en forma hemínica es probable que adquiera un papel esencial en la regulación de las reacciones de oxidación, que son importantes en el desarrollo de aromas y sabores peculiares durante el procesado (López Bote *et al.*, 2000).

**Tabla 4.** Efecto del ejercicio en los rendimientos productivos y en la calidad del producto de cerdo Ibérico (López-Bote *et al.*, 2008).

	Sedentario (ligero movimiento)	Ejercicio moderado (≥2km/día)	Extensivo (varios km/día)	Significación <sup>1</sup>
Peso canal (Kg)	139,7	137,8	137,0	ns
Rendimiento de la canal (%)	81,3	79,8	80,8	ns
Espesor grasa dorsal (mm)	44,2	45,2	47,5	ns
Rendimiento jamón (% canal)	17,4	16,9	17,0	ns
Pigmentos hemínicos (μg/g)	157,08	167,71	183,05	ns
a*(índice de rojo)	21,23	21,57	21,87	ns
Dureza (N)	16,08	15,60	13,63	ns

<sup>1</sup> no significativo.

## 4.5. Sistema de producción y Alimentación

El impacto de la alimentación sobre los rendimientos productivos y la calidad de los productos en el caso del cerdo Ibérico está íntimamente ligado con el sistema de producción.

### 4.5.1. Sistema de producción

El sistema tradicional se basa en la cría de estirpes de «Ibérico 100%» o «Ibérico» de forma extensiva, lo que requiere mucho terreno, a lo que hay que añadir que la producción de pasto y bellotas es limitada e incierta (Calero, 2012). El ciclo productivo clásico del cerdo Ibérico está compuesto por tres períodos: la cría, desde que se destetan

con alrededor de 10 kg PV hasta los 23 kg PV; la recría donde se busca un buen desarrollo óseo y muscular evitando un excesivo engrasamiento (hasta los 104 kg PV aproximadamente (9@); y el cebo, periodo inmediatamente anterior al sacrificio del animal hasta los 160 kg PV (14@). Esta última etapa es la más influyente en la calidad de sus productos (Hernández, 2014).

El sistema intensivo se basa en la cría de cerdos Ibéricos cruzados con Duroc, utiliza instalaciones modernas y un manejo intensivo, lo que permite sacar más cerdos al mercado y cubrir mayor demanda. El ciclo intensivo es similar al de cerdo blanco, comienza con un periodo de lactancia hasta los 28 días, momento en que son destetados, sigue con un periodo de transición hasta que alcanzan aproximadamente los 40 kg PV (3,5@), después pasan a un periodo de crecimiento hasta los 100 kg PV (8,8@) y a partir de esta fase comienzan el periodo de cebo pudiendo ser sacrificados cuando alcanzan como mínimo los 10 meses de vida (FEDNA, 2013). En la Fotografía 2 se muestran cerdos Ibéricos bajo ambos sistemas de producción.

**Fotografía 2.** Cerdos Ibéricos en condiciones extensivas (izq.) e intensivas (der.).



La gran ventaja del sistema de cría extensivo para el animal es el mayor grado de bienestar, ya que el estrés se minimiza. Se admite ampliamente que los productos de cerdos «De bellota» tiene más calidad que los «De cebo de campo», y estos que los «De cebo», y que a medida que aumenta la duración de la montanera y los kg repuestos con bellota y hierba aumenta la calidad (Daza, 2001). Por ello, los productos de cerdos Ibéricos producidos en sistema extensivo se orientan a mercados *gourmet* y los originados en sistemas intensivos van a un mercado más amplio de consumidores (Sánchez *et al.*, 2014a).

#### 4.5.2. Necesidades nutricionales

La diversidad de genotipos, sistemas de producción y objetivos comerciales obligan a tener prudencia a la hora de hacer recomendaciones nutricionales en cerdos Ibéricos. Uno de los factores más importantes a considerar es el tipo genético utilizado, con necesidades muy superiores para los cruces con Duroc que para los Ibéricos 100% (FEDNA, 2013). En la Tabla 5 se muestran las necesidades energéticas diarias y el consumo de alimento estimado de cerdos Ibéricos cebados en condiciones intensivas a distintas temperaturas, así como sus necesidades diarias de lisina, principal aminoácido limitante del crecimiento. Las necesidades energéticas son la suma de los gastos de mantenimiento, de crecimiento y de termorregulación; mientras que las necesidades de lisina se basan en la suma de los gastos de mantenimiento y crecimiento. A 10ºC las necesidades energéticas totales y el consumo de pienso son mayores que a 20ºC porque el animal requiere más energía para combatir el frío, al encontrarse por debajo de su zona termoneutra. A medida que aumenta el PV del cerdo aumentan las necesidades energéticas y de lisina pero también el consumo de pienso, razón por la que, a mayor PV, el nivel de inclusión de lisina en el pienso disminuye.

**Tabla 5.-** Necesidades energéticas diarias y de lisina, consumo de pienso y porcentaje de lisina en el pienso del cerdo Ibérico en intensivo (FEDNA, 2013).

	Peso vivo (kg)		
	10-25	25-100	100-150
Necesidades energéticas a 20ºC (kcal EM/día)	3425	6840	10112
Necesidades energéticas a 10ºC (kcal EM/día)	3607	7348	10688
Consumo de pienso (kg/día)* a 20ºC	1,08	2,28	3,26
Consumo de pienso (kg/día)* a 10ºC	1,13	2,45	3,45
Necesidades Lisina total (g/d)	13,67	17,69	20,43
Lisina digestible estandarizada en íleon en el pienso (%)	1,01	0,70	0,55
Lisina aparentemente digestible en íleon en el pienso (%)	0,96	0,66	0,52
Lisina total en el pienso (%)	1,16	0,80	0,64

\* 3170, 3000 y 3100kcal/kg en los periodos 10-25, 25-100 y 100-150kg, respectivamente.

Las necesidades energéticas diarias del cerdo Ibérico en régimen extensivo incluyen también gastos de mantenimiento, crecimiento y termorregulación (FEDNA, 2013) (Tabla 6). Se puede observar que en general aumentan con el PV. Es importante remarcar que en

el periodo de 110 a 160 kg PV (montanera) en los gastos de mantenimiento hay que considerar un incremento importante por el desplazamiento.

**Tabla 6.-** Necesidades energéticas diarias del cerdo Ibérico para montanera (FEDNA, 2013).

	Periodo (kg)		
	20-100 (pienso restringido)	110-160 (montanera)	
Peso cerdos (kg)	35	60	85
Total gasto (kcal energía metabolizable/día)	4285	4200	4989
			12235

En cuanto a las necesidades diarias de lisina del cerdo Ibérico para montanera, para calcular los gastos de mantenimiento se puede usar la fórmula: 71,1 mg de lisina digestible estandarizada en íleon/ kg PV<sup>0,75</sup> y día. Si el cerdo Ibérico fuera «100% Ibérico» se puede utilizar la siguiente fórmula: 38 mg de lisina digestible estandarizada en íleon/kg PV<sup>0,75</sup> y día. Las necesidades para crecimiento y cebo son dependientes de la retención diaria de proteína en las ganancias y se calculan de forma similar al cerdo Ibérico en intensivo.

#### 4.5.3. Alimentación

Las características de los piensos de crecimiento ( $\approx$ 27-100 kg) dependen del objetivo final de la producción. Las necesidades proteicas en esta fase son reducidas debido a que la industria del curado busca en las piezas nobles alto contenido en grasa intramuscular y de cobertura para optimizar su curación. Estas necesidades son especialmente bajas en cerdos destinados a montanera donde la restricción alimenticia que se aplica es aún mayor, a fin de evitar el exceso de deposición grasa y lograr posteriormente un buen perfil de ácidos grasos. Cuando se quiere conseguir un perfil óptimo de ácidos grasos se limita el nivel de ácido linoleico y se potencia el nivel de ácido oleico, especialmente en piensos a partir de los 100 kg PV.

FEDNA (2013) publicó recomendaciones nutricionales para cerdos Ibéricos cebados en intensivo (Anexo I). Se refieren a animales criados en condiciones similares a los cerdos blancos donde no se aplica restricción alimenticia alguna y donde el objetivo es lograr buenos crecimientos e índices de conversión. Estos cerdos difícilmente cumplirán la actual Norma de Calidad en cuanto a su edad mínima para el sacrificio ( $>10$  meses), ya que se espera de ellos crecimientos superiores a 660 g/d e índices de conversión por debajo de 4,5. Por ello, en la práctica, se ralentiza su crecimiento restringiéndoles el consumo de

pienso en las fases previas al acabado o diluyéndoles la concentración nutritiva de los piensos usando alimentos fibrosos, que disminuyen el crecimiento diario de los animales solamente cuando se reduce notablemente la concentración energética (Bueno *et al.*, 2008).

Según López Bote *et al.* (2000) en la fase de cebo no es recomendable restringir ya que, si bien puede mejorar el índice de conversión y reducir el espesor del tocino dorsal, va a afectar a la calidad de la grasa depositada. En un experimento de Daza *et al.* (2007), la mejor eficiencia de transformación del alimento se registró en los cerdos Ibéricos que habían tenido bajo nivel de alimentación durante el crecimiento y alto nivel durante el acabado. Los alimentados con bajo nivel de alimentación, tanto durante el crecimiento como durante el acabado, obtuvieron las mayores profundidades de lomo, el menor porcentaje de grasa intramuscular y el menor espesor de la grasa dorsal.

En lo que se refiere al cerdo Ibérico en extensivo, FEDNA (2013) también tiene recomendaciones nutricionales para piensos de cerdos Ibéricos cruzados en extensivo (Anexo II). En estos casos, los piensos de crecimiento deben permitir un buen desarrollo óseo y corporal pero minimizando la deposición de grasa. Son pues, piensos bajos en energía, con un contenido alto en fibra, que se suministran generalmente de forma restringida. El programa de racionamiento durante la recría o crecimiento de animales que se destinan a montanera dependerá del mes de nacimiento de los lechones, de modo que las raciones oscilarán entre el 1 y el 3% del PV. Por mucha disponibilidad de recursos que haya, siempre interesa mantener un aporte mínimo de pienso de 200-250 g por ejemplar al día o incluso cada dos días. Lo ideal es trabajar con cerdos nacidos entre julio y noviembre del año anterior al comienzo de la montanera. Estos animales supondrán una menor inmovilización de capital durante todo el periodo de recría y un ahorro de costes de alimentación y manejo (Rodríguez, 2007).

El cebo en montanera consiste en el aprovechamiento de los recursos de la dehesa para la fase final del engorde de los cerdos Ibéricos, pasando por tanto a alimentarse *ad libitum*. Los principales recursos alimenticios consumidos son la hierba y la bellota. La bellota contiene aproximadamente un 60% de materia seca con una concentración alta de grasa, rica en ácido oleico, y presenta una concentración energética de 1.730 Kcal de energía metabolizable/kg bellota fresca entera (López Bote *et al.*, 2000). En un estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2009) se vio que los cerdos tienden a seleccionar las bellotas más pesadas al comienzo de la montanera mientras que, al final su selección, se basa más en la composición de dichas bellotas. Esto sugiere que aprenden a utilizar los estímulos visuales con el pastoreo y demuestra que la dieta de bellota no es homogénea y varía a lo

largo de la montanera. Según un trabajo de Daza *et al.* (2008), los cerdos alimentados con bellotas pequeñas tuvieron una ingestión media diaria de bellota inferior, una menor ganancia media diaria de peso y un menor peso canal que los alimentados con bellotas grandes. Sin embargo el tamaño de la bellota consumida no tuvo influencia significativa sobre las proporciones de los principales ácidos grasos de la grasa subcutánea y de la intramuscular del músculo *Longissimus dorsi*.

La producción de hierba, su composición y valor nutricional es muy variable (López Bote *et al.*, 2000). La principal contribución de la hierba al suministro de nutrientes en cerdos de montanera se basa en el aporte de nitrógeno y minerales, ambos presentes en bajas cantidades en las bellotas (García-Valverde *et al.*, 2007). Los autores estiman un valor energético, por kg de hierba con un 75% de humedad, en torno a las 600 kcal de energía metabolizable/kg en la época de montanera. Con la madurez, la hierba pierde azúcares y se enriquece en lignina, reduciéndose su digestibilidad y su valor nutritivo. El contenido en grasa bruta de la hierba es muy variable, pero siempre es rica en ácido linolénico. Además presenta un alto contenido en  $\alpha$ -tocoferol en forma libre que es de más fácil absorción que las formas esterificadas que se usan normalmente en alimentación animal. Esto, junto al alto contenido en aceites esenciales de fuerte carácter antioxidante y la riqueza de la bellota en taninos, en  $\gamma$ -tocoferol y otros componentes naturales de alto poder antioxidante, son responsables en parte del alto poder de conservación de los productos curados de cerdo Ibérico (López Bote *et al.*, 2000).

La disponibilidad de agua y de hierba condiciona el tiempo de pastoreo, las cantidades de hierba y bellota consumidas diariamente y sus proporciones. Este último es un factor clave, ya que la composición de la dieta de montanera es el elemento que más influye en el perfil final de los ácidos grasos (Rodríguez, 2008). Según un trabajo realizado por Rodríguez *et al.* (2007), los cerdos Ibéricos en montanera comieron diariamente en torno a 2,3 kg de hierba y 6 kg de bellota. Cuanto menor sea la velocidad de engorde, mayor será la proporción de bellota dedicada a cubrir el gasto energético. Por tanto, interesa que los animales tengan la mayor reposición diaria, de modo que alcancen el peso de sacrificio antes de que la bellota se acabe o se estropee. Para una buena montanera sería recomendable que la ganancia media diaria fuera mayor de 750 g/d (Rodríguez, 2008).

En cuanto a la composición del corrector vitamínico mineral para el cerdo Ibérico, FEDNA (2013) también da recomendaciones en función del estadio productivo de los cerdos (Anexo III). Destacar que es frecuente la adición de cantidades extras de vitamina E al pienso de cerdos de engorde bajo condiciones intensivas, a fin de mejorar el proceso de

curación del jamón y la estabilidad de la grasa del mismo durante el proceso de curado (Ruiz *et al.*, 2005).

#### 4.5.4. Impacto sobre la calidad de la grasa

La alimentación del cerdo Ibérico es un elemento decisivo en la calidad de su carne pero, sobre todo, en la composición de su grasa (Soto *et al.*, 2009). La grasa del cerdo Ibérico cebado en montanera se caracteriza por tener un alto contenido en ácido oleico (alrededor del 55%), y bajo en linoleico y palmítico (alrededor del 8% y 20%, respectivamente), cualidades que ofrece la ingestión de bellota (López Bote *et al.*, 2000; Mateos *et al.*, 2002). Además el linolénico, fruto del consumo de pasto, es mayor en los animales engordados en la dehesa.

En la Tabla 7 se muestran datos de la DOP Dehesa de Extremadura sobre la analítica de la grasa de animales clasificados como « De bellota» o «De campo». Queda patente el diferente perfil de ácidos grasos entre las dos categorías extremas debido fundamentalmente a la alimentación recibida. Estas diferencias se aprecian también a nivel de ácidos grasos totales; el cerdo Ibérico «De campo» presenta mayor proporción de saturados, y también de C16:1, y el Ibérico «De bellota» tiene mayor proporción de poliinsaturados (especialmente C18:2 y C18:3) y también de C18:1, proporcionando a sus piezas un sabor intenso y una textura y aroma característicos (ASICI, 2011).

**Tabla 7.** Efecto de la alimentación sobre la composición de la grasa de cerdo Ibérico (% de ácidos grasos totales) (López Bote *et al.*, 2000).

Ácido graso	Ibérico «De bellota»	Ibérico «De campo»
Mirístico (C14:0)	1,21	1,4
Palmítico (C16:0)	20,2	24,1
Palmitoleico (C16:1)	2,0	2,4
Esteárico (C18:0)	9,2	12,4
Oleico (C18:1)	55,6	49,1
Linoleico (C18:2)	8,9	8,02
Linolénico (C18:3)	0,6	0,4

El C18:2 es el responsable de la consistencia de la grasa. Para evaluar dicha consistencia, se estudia el punto de fusión de la misma, que es directamente proporcional a la longitud de la cadena del ácido graso e inversamente proporcional al número de insaturaciones. Esta es la razón por la que la grasa del cerdo Ibérico, que es muy poliinsaturada, tiene

menor punto de fusión y, por ello, a temperatura ambiente, presentará mayor fluidez. Además, en los productos curados (jamones y paletas) ralentiza el proceso de curación porque la grasa fluida impide la migración de agua del interior al exterior de la piza. De ahí que el proceso de curación en el caso de los Ibéricos esté entre 18 y 24 meses.

Se ha demostrado que es posible manipular los perfiles lipídicos de los cerdos Ibéricos alimentados a base de pienso mediante el uso de concentrados con distintos perfiles de ácidos grasos y porcentajes de inclusión de grasa, logrando así perfiles prácticamente idénticos a los de cerdos Ibéricos en montanera (Martín *et al.*, 2006). Por ejemplo, se pueden utilizar piensos engrasados en base a productos con alto contenido en ácido oleico, tales como oleínas de oliva o manteca de cerdo Ibérico de montanera (Isabel *et al.*, 2003). También se ha demostrado que el uso de betaína y ácido linoleico conjugado en la dieta de cerdos Ibéricos provoca un cambio en su metabolismo, depositando carne más magra, y también puede modificar su perfil de ácidos grasos (Cordero *et al.*, 2010).

En la actualidad, para estimar el tipo de alimentación que ha recibido el cerdo Ibérico durante el cebo existen diferentes métodos analíticos, tales como el análisis de ácidos grasos en diferentes tejidos o fracciones de la grasa, análisis de triglicéridos, antioxidantes naturales en el músculo (tocoferoles, fundamentalmente  $\alpha$  y  $\gamma$  tocoferol), análisis mediante isótopos estables, olfatometría electrónica, NIRS (espectroscopía de infrarrojo cercano), peroxidación inducida, estudio del perfil de compuestos volátiles, análisis de imágenes y RMN (resonancia magnética nuclear) y compuestos presentes en la fracción insaponificable de la grasa (Hernández, 2014). Estos métodos, algunos en fase de perfeccionamiento, consiguen reducir en buena medida las tasas de fraude.

## 5. ESTUDIO ANALÍTICO DE PIENSOS DE CERDOS BLANCOS E IBÉRICOS

### 5.1. Objetivos

Se pretende:

- a) comparar la composición en ingredientes y nutrientes de piensos de engorde de cerdos de cruce blanco comercial y de cerdos Ibéricos en intensivo.
- b) contrastar la composición nutricional estimada (proporcionada en la etiqueta del pienso) con la analizada (obtenida en el laboratorio).
- c) comprobar que el valor nutricional de dichos piensos cumple con las recomendaciones establecidas por FEDNA (2013).

## 5.2. Material y métodos

Se analizó la composición química de cuatro piensos en el laboratorio de la Unidad de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Se trata de piensos comerciales suministrados por la Cooperativa COPISO (Soria) dedicada a la agricultura y a la ganadería desde 1967. Dos de ellos se suministran habitualmente a cerdos de cruce blanco comercial: crecimiento (de 30 a 60 kg PV) y cebo (de 60 a 110 kg PV). Los otros dos van destinados a cerdos Ibéricos en intensivo: crecimiento-cebo (30 a 100 kg PV) y finalización (de 100 a 160 kg PV). A continuación se detallan todas las analíticas, que se llevaron a cabo por duplicado.

### 5.2.1. Determinación de la materia seca

Se analizó de acuerdo al procedimiento 934.01 de AOAC (2005). Se pesan 2 g de muestra fresca en un crisol de cerámica, se secan en la estufa a 105°C durante 24 h y se vuelven a pesar. Con ambos pesos se calcula la materia seca:

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{peso materia seca}) - \text{peso crisol}}{\text{materia fresca}} \times 100$$

### 5.2.2. Determinación de cenizas

Se llevó a cabo según el procedimiento 942.05 de AOAC (2005). Tras obtener los pesos del apartado anterior, el crisol se introduce en la mufla a 550°C durante 8 h y se vuelve a pesar. Se calculan las cenizas en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{peso cenizas}) - \text{peso crisol}}{[(\text{peso crisol} + \text{materia fresca}) - \text{peso crisol}] \times \% \text{ materia seca}}$$

### 5.2.3. Determinación de la fibra bruta

Se analizó de acuerdo al procedimiento 978.10 de AOAC (2005) usando el equipo Fibertec 1020 (FOOS, Suecia). Se pesa 1 g de muestra fresca en un crisol de vidrio filtrante de poro 2 y se practican tres lavados sucesivos con 30 ml de éter de petróleo a 40-60°C. Al mismo tiempo se calientan 600 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,255 N y 600 ml de agua destilada. En el Fibertec, primero se realiza un lavado de la muestra con el ácido caliente (100 ml/crisol), se añaden 2-3 gotas de octanol (antiespumante) por crisol, y se aumenta la velocidad hasta el máximo. Cuando empieza a hervir, se mantienen 30 min y, a continuación, se practica un vacío. Después se realizan tres lavados consecutivos con agua destilada caliente (45

ml/crisol), se añade NaOH 0,313 N caliente y se procede igual que anteriormente con el ácido sulfúrico. A continuación se vuelve a lavar con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,255 N caliente (25 ml/crisol) y posteriormente con agua destilada caliente tres veces consecutivas. Se sacan los crisoles y se hacen tres lavados sucesivos a cada muestra con 25 ml de etanol al 95%. Se dejan secar 1 h en la vitrina, se ponen a secar en la estufa a 110°C durante 8 h y se pesan. Después se colocan en la mufla a 500°C durante 3 h, se llevan a la estufa a 100°C y se pesan para tener el peso del crisol junto al de las cenizas. La fórmula que se aplica para obtener el porcentaje de fibra bruta de cada muestra es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{\% Fibra bruta (en la fracción orgánica)} = \\ \frac{(\text{peso crisol} + \text{peso residuo}) - (\text{peso crisol} + \text{peso cenizas})}{\text{materia fresca} \times \text{materia seca}} \times 100 \end{aligned}$$

#### 5.2.4. Determinación de la grasa bruta o extracto etéreo

Se llevó a cabo según el procedimiento 954.02 de AOAC (2005). En cada tubo Mojonnier se pesan 2 g de muestra, se incluyen tres perlas de vidrio para facilitar el mezclado y 2 ml de etanol de 96°C y se tapan con tapón de silicona. Por cada tubo se echan 10 ml de la mezcla de 1250 ml de HCl diluido al 37% y 540 ml de agua destilada. Se dejan los tubos destapados en un baño de agua a 80°C durante 40 min para hidrolizar, realizando un movimiento rotatorio de la gradilla cada 5 min y, pasados 40 min, se atemperan. Después se añade etanol de 96°C y, más tarde, se vierten por tubo 25 ml de éter etílico y se agita vigorosamente durante 1 min. A continuación se añaden 25 ml de éter de petróleo a 40-60°C, se vuelve a realizar lo anteriormente descrito y se dejan reposar los tubos para que se separen las dos fases. Cada 30 min, con cada tubo, se practica un movimiento circular energético sujetando su tapón para que los flóculos sedimenten. Al día siguiente, los tubos que han perdido líquido se llenan con la mezcla de éter y éter de petróleo (1/1) a 40-60°C, se agita vigorosamente cada tubo y se rotan 2 veces por hora. Después se separa manualmente la fase orgánica de cada tubo en su correspondiente vaso de precipitados. Posteriormente se añaden 30 ml de la mezcla de éter y éter de petróleo (1/1) por tubo, se vuelven a agitar vigorosamente durante 1 min, se dejan reposar para que sedimente la parte sólida y se practican dos movimientos circulares por tubo en el intervalo de 1 h (paso a). Luego se vuelve a separar manualmente, se realiza un movimiento circular de cada tubo y se vuelve a decantar. Se repite el paso a y de nuevo se realiza la separación manual. A continuación se lava el embudo con la mezcla de éteres (1/1), vertiendo el lavado sobre la fase orgánica del vaso de precipitados correspondiente y se deja evaporar

la fase orgánica. Seguidamente se disuelve el residuo presente en los vasos de precipitados con 10 ml de éter por vaso, durante 4 veces. Se remueve cada vaso y se traslada su contenido en un vaso de aluminio. Cada vaso de precipitado se lava con éter etílico y se vierte su contenido en el vaso de aluminio. Se lava cuatro veces el embudo con éter y se deja evaporar. Después se introducen los vasos de aluminio en la estufa a 105°C durante 90 min y se pesan para obtener su peso junto al del residuo. La fórmula aplicada para calcular el porcentaje de extracto etéreo de cada muestra es la siguiente:

$$\%Extracto\ etéreo = \frac{(peso\ vaso\ aluminio + peso\ residuo) - (peso\ vaso\ aluminio)}{materia\ fresca \times materia\ seca\ (en\ tanto\ por\ 1)}$$

#### 5.2.5. Determinación de la proteína bruta

Se analizó de acuerdo al procedimiento 2001.11 de AOAC (2005) usando un equipo Kjeldahl (FOOS, Suecia). Se pesan 0,75 g de muestra fresca sobre papel de fumar. En cada tubo de vidrio del digestor se introduce una muestra, una pastilla de catalizador Kjeldahl (6,25% en sulfato de cobre pentahidratado) y 15 ml de ácido sulfúrico al 95-98%. En el tubo del blanco se coloca lo mismo pero sin muestra. El equipo se programa de acuerdo al siguiente plan: 10 min a 220°C, 10 min a 260°C, 10 min a 320°C, 10 min a 370°C y, por último, 70 min a 420°C. La tonalidad verdosa de los tubos indica que la digestión ha finalizado. Tras 15 min de reposo se retiran los tubos del digestor, se dejan enfriar, se limpian las paredes de cada tubo con agua destilada y se tapan con tapones de goma. La disolución pasa a tener una tonalidad azul claro. Al día siguiente se realiza la valoración en el equipo 2300 Kjeltec Analyzer Unit, que tarda aproximadamente 5 min por muestra. Dicha valoración consiste en lo siguiente: se vierten 50 ml de agua en el tubo de la muestra para diluirla y al mismo tiempo se echan 30 ml de  $H_3BO_3$  con dos valorantes al otro tubo del mismo, se añaden 60 ml de NaOH, se insufla vapor de agua en el tubo de la muestra y se añade HCl en el otro tubo hasta que toma una coloración rosa uniforme. Se anota el resultado del ácido clorhídrico que se ha añadido. Con el blanco se lleva a cabo la misma operación y el resultado obtenido se resta a los valores obtenidos de las muestras. A partir del dato del HCl añadido a cada tubo se determina la cantidad de ión amonio que contiene cada muestra teniendo en cuenta que:

$$\text{Número de equivalentes de ácido clorhídrico} = \text{Número de equivalentes del ión amonio}$$

Sabiendo esto se puede establecer según la siguiente relación la cantidad de proteína de cada muestra:  $g\ de\ proteína = g\ de\ nitrógeno\ total \times 6,25$

### 5.3. Resultados y discusión

Para la fase de crecimiento (Tabla 8), tanto de cerdos blancos como de Ibéricos, COPISO emplea materias primas comunes (cereales como fuentes de hidratos de carbono que aportan energía, harinas de oleaginosas como fuentes proteicas, grasas animales y glicerol como fuentes energéticas, fuentes de macrominerales (carbonato cálcico, fosfato monocálcico y cloruro sódico) y una mezcla de microminerales y vitaminas (corrector).

**Tabla 8.** Composición de los piensos de la Cooperativa COPISO (Soria) para la fase de crecimiento de cerdos de cruce comercial e Ibéricos.

Cerdos blancos (30-60 kg PV)		Cerdos Ibéricos (30-100 kg PV)		
Ingredientes				
	Trigo		Trigo	
	Cebada		Cebada	
	Centeno		Centeno	
	Triticale		Maíz	
	Hna. galleta		Hna. palmiste	
	Hna. soja tostada decorticada		Hna. soja tostada decorticada	
	Hna. girasol decorticado parcial.		Hna. girasol decorticado parcial.	
	Hna. colza		Hna. germen de maíz	
	Grasa animal		Grasa animal	
	Glicerol		Glicerol	
	Carbonato cálcico		Carbonato cálcico	
	Fosfato monocálcico		Fosfato monocálcico	
	Cloruro sódico		Cloruro sódico	
	Corrector vitamínico-mineral <sup>1</sup>		Corrector vitamínico-mineral <sup>1</sup>	
Nutrientes (%)				
	Etiqueta	Analizado	Etiqueta	Analizado
Humedad	10,48	10,27	10,74	10,45
Cenizas	4,03	3,83	4,73	4,55
Proteína bruta	16,16	16,12	14,73	13,77
Extracto etéreo	6,41	6,38	5,41	5,27
Fibra bruta	3,98	3,81	6,22	6,08
Lisina	0,99	-	0,82	-
Metionina	0,30	-	0,26	-
Ca	0,60	-	0,70	-
P	0,47	-	0,56	-
Na	0,18	-	0,18	-

<sup>1</sup> Contiene: 0,10 ppm Co, 15 ppm Cu, 70 ppm Fe, 0,50 ppm I, 40 ppm Mn, 0,40 ppm Se, 100 ppm Zn, 8000 UI/kg vitamina A, 1800 UI/kg vitamina D3, 15 ppm vitamina E, fitasas y β-xilananas.

En cuanto a la composición nutricional, los piensos de la fase de crecimiento son menos concentrados para cerdos Ibéricos que para blancos, es decir, que contienen menos

proteína, aminoácidos y extracto etéreo y más fibra. Las razones están en la necesidad de frenar su crecimiento para cumplir con la normativa (RD 4/2014), la castración de los machos y a menudo de las hembras, la menor selección para magro que en cerdo blanco y las mayores necesidades para depositar grasa.

Si se comparan los resultados obtenidos en laboratorio con los datos que aparecen en las etiquetas, el nutriente que más difiere es la proteína bruta en los piensos de Ibéricos siendo un 6,5% menor el analizado; el resto de parámetros se encuentran dentro de los rangos esperables.

Por otro lado, COPISO está proporcionando contenidos en proteína bruta y lisina ligeramente bajos, tanto en los cerdos de cruce comercial (deberían estar en 16,2-18% y >1,04%, respectivamente) como en los Ibéricos (deberían incluir 15,6-16,5% y >0,86%, respectivamente), si se tienen en cuenta las recomendaciones que da FEDNA (2013). Además, el contenido en fibra bruta en los cerdos Ibéricos es algo mayor de lo recomendado (debería estar entre 3,5 y 5,5%) y el de metionina y calcio en los blancos son bajos (debería contener >0,32% y >0,63%, respectivamente).

En los piensos de la fase de cebo (Tabla 9), COPISO también utiliza materias primas habituales, tanto para cerdos blancos como para Ibéricos. No obstante, el hecho de incluir unos ingredientes u otros va a depender normalmente del precio que tengan en ese momento.

Al igual que ocurría en la fase de crecimiento, los piensos de la fase de cebo son menos concentrados para cerdos Ibéricos que para blancos. Estos piensos son los que más influyen en la calidad de los productos de ahí la importancia de una buena formulación. De hecho, con este fin, FEDNA (2013) sugiere que es importante, en el pienso de Ibéricos, un 2-5% de grasa añadida en crecimiento y >5% en cebo, aspecto que no remarca en los piensos para cerdos blancos. De la etiqueta se deduce que, efectivamente, se han incorporado fuentes grasas en las dietas de estos animales (grasa animal y glicerol) pero no se da información sobre el nivel exacto de inclusión.

En cuanto a los resultados de laboratorio, en comparación con lo indicado en las etiquetas, el dato más reseñable es, de nuevo, el contenido en proteína bruta de los piensos de cebo de cerdo Ibérico que ha resultado casi 1 punto porcentual más bajo el analizado.

Según los datos presentados en la etiqueta, el pienso de los cerdos Ibéricos cumple todas las recomendaciones nutricionales de acuerdo a FEDNA (2013) pero, para los cerdos de cruce comercial, el contenido en proteína bruta, lisina, metionina, calcio y fósforo son bajos (deberían estar en 14,8-17%, >0,90%, , >0,28%, >0,61% y >0,43%, respectivamente).

**Tabla 9.** Composición de los piensos de la Cooperativa COPISO (Soria) para la fase de cebo de cerdos de cruce comercial e Ibéricos.

Cerdos blancos (60-110 kg PV)		Cerdos Ibéricos (100-160 kg PV)	
Ingredientes			
Hna. soja tostada decorticada	Trigo	Cebada	
	Cebada	Centeno	
	Centeno	Maíz	
	Triticale	-	
	Hna. soja tostada decorticada	-	
	Hna. girasol parcialmente	Hna. girasol parcialmente	
	Hna. galleta	Hna. palmiste	
	Grasa animal	Grasa animal	
	Glicerol	Glicerol	
	Bicarbonato sódico	Carbonato cálcico	
	Fosfato monocálcico	Fosfato monocálcico	
	Cloruro sódico	Cloruro sódico	
Corrector vitamínico-mineral <sup>1</sup>		Corrector vitamínico-mineral <sup>1</sup>	
Nutrientes, %			
	Etiqueta	Analizado	Etiqueta
Humedad	10,41	10,24	10,91
Cenizas	3,87	3,74	3,72
Proteína bruta	14,45	14,29	12,00
Extracto etéreo	6,03	6,16	4,98
Fibra bruta	3,98	4,12	5,53
Lisina	0,84	-	0,70
Metionina	0,26	-	0,26
Ca	0,60	-	0,60
P	0,41	-	0,45
Na	0,22	-	0,17
	Analizado		

<sup>1</sup> Contiene: 0,10 ppm Co, 15 ppm Cu, 70 ppm Fe, 0,50 ppm I, 40 ppm Mn, 0,40 ppm Se, 100 ppm Zn, 8000 UI/kg vitamina A, 1800 UI/kg vitamina D3, 15 ppm vitamina E y fitasas.

#### 5.4. Conclusiones del estudio analítico

Podemos concluir que los piensos de cerdos de cruce blanco comercial son más concentrados nutricionalmente que los de cerdos Ibéricos. En general, los análisis laboratoriales de los piensos han dado resultados muy aproximados a la composición nutricional que figura en las etiquetas salvo en el caso de la proteína de los Ibéricos, que ha resultado baja. COPISO debería revisar su formulación de piensos si quiere cumplir con las recomendaciones nutricionales de FEDNA (2013).

## 6. CONCLUSIONES

1. El sector del cerdo ibérico tiene gran importancia en España ya que supone casi un 10% del censo porcino total nacional, es el sustento de numerosas familias del suroeste de la Península Ibérica y ayuda a preservar un ecosistema único en el mundo, como es la dehesa. Además, la calidad diferenciada de sus productos ha contribuido notablemente al incremento del sector y a que sea también reconocido y valorado incluso en el extranjero.
2. La nueva Norma de Calidad (RD 4/2014) clarifica, respecto a la anterior normativa, numerosos aspectos de manejo, trazabilidad e información hacia los consumidores. Sin embargo, bajo mi punto de vista, queda aún camino por recorrer para acabar con el fraude y para familiarizar a los compradores con las categorías de productos que se ofrecen en el mercado.
3. La genética, el sexo y la castración, el peso y edad al sacrificio y el ejercicio son factores que influyen notablemente tanto en la calidad de los productos del cerdo ibérico, como en los rendimientos productivos.
4. La alimentación, junto al sistema de producción, son los aspectos productivos que más influyen en la calidad de la canal y la carne del cerdo Ibérico. En concreto, la grasa de los animales cebados en montanera es la que tiene mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados, lo que da a sus piezas un sabor intenso y una textura y aroma característicos, que además se ha relacionado con propiedades saludables. Por esa razón, a los cerdos Ibéricos cebados en intensivo se les trata de suministrar piensos con un determinado perfil de ácidos grasos y fuentes de grasa concretas, con la intención de lograr composiciones grasas similares a los de montanera. Sin embargo, cada vez se están desarrollando nuevas técnicas y más eficientes para una óptima discriminación.
5. Los piensos de cerdos Ibéricos son menos concentrados nutricionalmente que los de cerdos de cruce blanco comercial. En general, los análisis laboratoriales de los piensos mostraron resultados similares a la composición nutricional de las etiquetas. Cabe comentar que las empresas dedicadas a elaborar piensos para porcino Ibérico deberían revisar su formulación si quieren cumplir las recomendaciones nutricionales que da FEDNA (2013) y pretenden conseguir productos de calidad.

## CONCLUSIONS

1. The sector of Iberian pig has a great relevance in Spain since it accounts for nearly 10% of the total national swine census. It is the livelihood of many families in the southwest of the Iberian Peninsula and helps to preserve a unique ecosystem in the world, as it is the *dehesa*. In addition, the outstanding quality of its products has significantly contributed to increase this sector and it is also recognized and valued, even abroad.
2. The new Quality Standard (RD 4/2014) clarifies, with respect to previous regulations, many aspects of management, traceability and information to consumers. However, under my point of view, it is still a long way to eliminate fraud and to familiarize buyers with the different categories of the products offered in the market.
3. The genetic, the sex and castration, the weight and age at slaughter and the exercise are factors that significantly influence both the quality of the Iberian pork products, and the productive performances.
4. Feeding, together with the production system, are the productive aspects with highest influence on the carcass and pork quality of Iberian pigs. In particular, the fat of animals fattened in the *montanera* has the higher proportion of monounsaturated fatty acids, which provides intense flavour and tenderness to pork pieces, which has been also associated with healthy properties. For that reason, the Iberian pigs which grow in intensive conditions are supplied feed with a certain profile of fatty acids and specific sources of fat, to get similar fat compositions to that from pigs fattened in *montanera*. However, new and more efficient techniques are being developed for an optimal discrimination.
5. Feedstuffs for Iberian pigs are nutritionally less concentrated than those used for white commercial crossbreeds. In general, laboratory feed analyses showed similar results to the nutritional composition of the labels. It is worth commenting that companies which produce feeds for Iberian pigs should review its formulation if they want to comply with the nutritional recommendations given by FEDNA (2013) and to achieve a high quality in the end products.

## 7. VALORACIÓN PERSONAL

El presente trabajo me ha permitido profundizar en una temática que me parece muy interesante, debido a la relación tan estrecha que tiene el cerdo Ibérico con la Península Ibérica, de la cual se me había hablado brevemente en cursos anteriores. Con la realización del mismo he mejorado mi forma de redactar e interpretar datos estadísticos. Para poder obtener información sobre el tema a tratar, he aprendido a utilizar bases de datos que desconocía y que considero realmente útiles para conseguir artículos científicos. Además, he podido reforzar conocimientos que ya tenía olvidados sobre el análisis químico de diferentes nutrientes en piensos, y he recibido nueva formación en este ámbito, muy útil de cara a nuestra eminente salida al mercado laboral.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (2005). Official Methods of Analysis. Association Official of Analytical Chemistry, Gaithersburg, MA, EEUU.
- ASICI (2011). Cómo elegir un jamón ibérico. [www.3tres3iberico.com](http://www.3tres3iberico.com) [consultado 14/3/15].
- Bravo de Laguna, F. (2011). Programas de alimentación en porcino en función del sexo: efectos de la castración quirúrgica y la inmunocastración. En XXVII Curso de especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal. De Blas, C., Mateos, G.G. y García-Rebollar, P. editores. pp. 113-138. Madrid.
- Bueno, E. y Fernández, J.C. (2008). Avances recientes en alimentación del cerdo ibérico. Tierras de Castilla y León: Ganadería 152: 78-84.
- Calero, C. (2012). El juego de las diferencias en el cerdo Ibérico. [www.conocerlaagricultura.com](http://www.conocerlaagricultura.com) [consultado 24/4/15].
- Clemente, I., Juárez, M., Polvillo, O., Membrillo, A., Avilés, C., Diéguez, E., Álvarez, F., Ureta, P., Porras, C.J., Pérez, J.L., Brun, P. y Molina, A. (2008). Perfil lipídico en las diferentes estirpes. [www.3tres3iberico.com](http://www.3tres3iberico.com) [consultado 14/3/15].
- Cordero, G., Isabel, B., Menoyo, D., Daza, A., Morales, J., Piñeiro, C. y López- Bote, C.J. (2010). Dietary CLA alters intramuscular fat and fatty acid composition of pig skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue. Meat Science 85: 235-239.
- Daza, A. (2001). Producción y calidad en el cerdo ibérico. Mundo ganadero 130: 46-50.
- Daza, A., Rey, A.I., Menoyo, D., Bautista, J.M., Olivares, A. y López- Bote, C.J. (2007). Effect of level of feed restriction during growth and/or fattening on fatty acids

- composition and lipogenic enzyme activity in heavy pigs. *Animal Feed Science and Technology* 138: 61-74.
- Daza, A., Rey, A.I., López-Carrasco, C. y López-Bote, C.J. (2008). Influence of acorn size on growth performance, carcass quality and fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular fat from Iberian pigs fattened in confinement. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6: 230-235.
- FEDNA (2013). *Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA*. 2<sup>a</sup> edición. De Blas, C., Gasa, J. y Mateos, G.G. editores. 109pp. Madrid.
- García-Valverde, R., Nieto, R., Lachica, M., Aguilera, J.F. (2007). Effects of herbage ingestion on the digestion site and nitrogen balance in heavy Iberian pigs fed on an acorn-base diet. *Livestock Science* 112: 63-77.
- Hernández, A. (2014). Aportaciones al estudio de la caracterización de los sistemas de alimentación del cerdo ibérico. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. 223 pp.
- Isabel, B., López-Bote, C.J., De La Hoz, L., Timón, M., García, C. y Ruiz, J. (2003). Effects of feeding elevated concentrations of monounsaturated fatty acids and vitamin E to swine on characteristics of dry cured hams. *Meat Science* 64: 475-482.
- Latorre, M.A., Lázaro, R., Valencia, D.G., Medel, P. y Mateos, G.G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performances, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* 82: 526-533.
- López Bote, C., Fructuoso, G. y Mateos, G.G. (2000). Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo ibérico. En XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. De Blas, C., Mateos, G.G. y García-Rebollar, P. editores. pp. 77-111. Madrid.
- López-Bote, C.J., Toldrá, F., Daza, A., Ferrer, J.M., Menoyo, D., Silió, L. y Rodríguez, M.C. (2008). Effect of exercise on skeletal muscle proteolytic enzyme activity and meat quality characteristics in Iberian pigs. *Meat Science* 79: 71-76.
- MAGRAMA (2014). Estadísticas agrarias. [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es) [consultado 25/3/15]. Disponible en:
- Martín, C., Lizaso, J., Mallo, J.J., Carrasco, J.A., López, C., Gómez, E., Rodríguez, A., de Mercado, E. y Sanz, E. (2006). Estudio de distintos programas de alimentación en cerdo Ibérico. *Albéitar* 101: 60-61.
- Martínez, I. (2015) Cortador de Jamón Iván Martínez- Teruel- Huesca- Zaragoza. <http://cortadordejamonbajoaragon.es> [consultado 29/4/15].
- Mateos, A., López Bote, C. y Daza, A. (2002). Alimentación del Ibérico: necesidades y objetivos. *Mundo ganadero* 150: 30-35.

- Mayoral, A.I., Dorado, M., Guillén, M.T., Robina, A., Vivo, J.M., Vázquez, C. y Ruiz, J. (1999). Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs reared outdoors. *Meat Science* 52: 315-324.
- Palomo, A. (2012a). Inmunocastración en hembras: resultados en cerdos ibéricos. [www.3tres3iberico.com](http://www.3tres3iberico.com) [consultado 25/3/15].
- Palomo, A. (2012b). Inmunocastración en machos: resultados en cerdos ibéricos. [www.3tres3iberico.com](http://www.3tres3iberico.com) [consultado 25/3/15].
- RD 1083/2001, de 5 de octubre, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España. *BOE* 247: 37830-37833.
- RD 1469/2007, de 2 de noviembre, por el que se aprueba la Norma de Calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibéricos. *BOE* 264: 45087-45104.
- RD 4/2014, de 10 de enero, por el que se aprueba la Norma de Calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico. *BOE* 10: 1569-1585.
- Rodríguez, A., de Mercado, E., Ballesteros, Y., Sanz, E., Esteban, M., Hernández, M., García. M.C., Gómez, E., Carrasco, A., Giménez, L., Sánchez, R. y Fidalgo, E. (2008). Cerdo ibérico extensivo: interés productivo. VI Jornadas del cerdo Ibérico y sus productos. Salamanca.
- Rodríguez, V. (2007). Preparar primales con destino a montanera. *Suis* 43: 14-16.
- Rodríguez, V. (2008). Conseguir un buen resultado en la montanera. *Suis* 46: 12-14.
- Rodríguez, V., Gómez, G., García, A. y Mata, C. (2007). Recursos alimenticios consumidos por el cerdo ibérico durante la montanera. *Ganadería* 51: 18-21.
- Rodríguez, V., García, A. y Gómez, A.G. (2009). Characteristics of the acorns selected by free range Iberian pigs during the *montanera* season. *Livestock Science* 122: 169-176.
- Ruiz, J., De La Hoz, L., Isabel, B., Rey, A.I., Daza, A., y López-Bote, C.J. (2005). Improvement of dry-cured Iberian ham quality characteristics through modifications of dietary fat composition and supplementation with vitamin E. *Food Science and Technology International* 11: 327-335.
- Sánchez, J. L. y Alcázar, E. (2014a). Introducción a la producción en intensivo. *Suis* 109: 39-45.
- Sánchez, J. L. y Alcázar, E. (2014b). La reproducción de la cerda en producción intensiva. *Suis* 110: 46-51.
- Serrano, M.P., Valencia, D.G., Fuentetaja, A., Lázaro, R. y Mateos, G.G. (2009a). Effect of castration on productive performance, carcass characteristics and meat quality of

Iberian pig females reared under intensive management systems. *Livestock Science* 123: 147-153.

Serrano, M.P., Valencia, D.G., Fuentetaja, A., Lázaro, R. y Mateos, G.G. (2009b). Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *Journal of Animal Science* 87: 1676-1685.

Solano, J. (2014). *Cruzamientos con raza ibérica: ¿Llegamos... o nos pasamos?*. [www.archivo-anaporc.com](http://www.archivo-anaporc.com) [consultado 14/4/15].

Soto, E., De La Hoz, L., Ordóñez, J.A., Herranz, B., Hierro, E., López-Bote, C.J. y Cambero, M.I. (2009). The feeding and rearing systems of Iberian pigs affect the lipid composition and texture profile of dry-cured loin. *Journal of Animal and Feed Sciences* 18: 78-89.

## 9. ANEXOS

### Anexo I. Recomendaciones nutricionales para cerdos ibéricos cruzados (Ibérico x Duroc)

en crecimiento-cebo en intensivo<sup>1</sup> (FEDNA, 2103).

Período	Unidades	Estarter	Transición	Crecimiento	Cebos
	kg	<25	20-40	27-100 <sup>2</sup>	>100
Energía metabolizable	kcal/kg	3.170	3.060	2.985	3.110
Energía neta	kcal/kg	2.400	2.325	2.270	2.400
Grasa añadida	%	1-4	2-4	2-5	>5 <sup>8,9</sup>
Fibra bruta, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	2,8-3,8	3,4-4,5	3,5-5,5	3,5-5,5
Fibra neutro detergente, mín. <sup>3</sup>	%	11	13,5	13,5	14,0
Almidón	%	35	35	35	35
Proteína, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	16,5-17,5	15,0-16,3	15,6-16,5	12,0-14,5
Lisina total, mín. <sup>3</sup>	%	1,15	0,93	0,86	0,60
Metionina total	%	0,35	0,28	0,25	0,17
Metionina+cisteína total	%	0,71	0,58	0,53	0,37
Treonina total	%	0,79	0,64	0,59	0,39
Triptófano total	%	0,23	0,19	0,17	0,11
Valina total	%	0,81	0,65	0,60	0,42
Isoleucina total	%	0,64	0,52	0,48	0,35
Lisina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,98	0,79	0,73	0,51
Metionina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,29	0,24	0,22	0,15
Metionina+cisteína dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,61	0,49	0,45	0,32
Treonina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,67	0,55	0,50	0,35
Triptófano dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,20	0,16	0,15	0,10
Valina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,68	0,55	0,51	0,36
Calcio	%	0,65	0,70	0,70	0,60
Fósforo total <sup>7</sup>	%	0,60	0,56	0,55	0,48
Fósforo dig. <sup>7</sup>	%	0,33	0,31	0,30	0,24
Magnesio	ppm	200	200	380	370
Sodio, min. <sup>3</sup>	%	0,22	0,19	0,18	0,17
Cloro, mín. <sup>3</sup>	%	0,20	0,16	0,14	0,12
Potasio, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	0,25-1,10	0,26-1,05	0,26-1,06	0,24-1,11
Ácido linoleico, mín. <sup>3</sup>	%	0,70-1,85	0,65-1,70	0,10-1,35 <sup>8</sup>	0,10-1,25 <sup>9</sup>

<sup>1</sup>Cerdos de tronco Ibérico criados en intensivo con el objetivo de maximizar los crecimientos. Restringir en todos los animales si se precisa cumplir con normativa actual. <sup>2</sup>Nivel energético en función del objetivo. Puede reducirse en 100-130 kcal si se busca marca y calidad con sacrificios más tardíos. <sup>3</sup>Mínimo. <sup>4</sup>Máximo.

<sup>5</sup>Digestible/s. <sup>6</sup>Estandarizad@s. <sup>7</sup>Reducir en caso de utilizar fitas 0,10% el P total, 0,07 a 0,08% el fósforo digestible y 0,04% el Ca. <sup>8</sup>Si no se busca perfil pueden superarse estos máximos (10-15%). <sup>9</sup>Mínimo del 3,5% de ácido oleico (50% de la grasa añadida).

**Anexo II. Recomendaciones nutricionales para cerdos ibéricos cruzados (Ibérico x Duroc)**  
**en crecimiento-cebo en extensivo<sup>1</sup> (FEDNA, 2013).**

<b>Período</b>	<b>Unidades</b>	<b>Estarter</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Cebos campo</b>
	<b>Kg</b>	<b>&lt;27</b>	<b>27-100<sup>2</sup></b>	<b>100-160</b>
Energía metabolizable	kcal/kg	3.060	3.030	3.070
Energía neta	kcal/kg	2.325	2.280	2.350
Grasa añadida	%	1-4	2-4	2-5
Fibra bruta, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	3,1-5,0	4,5-6,5	4,0-6,0
Fibra neutro detergente, mín. <sup>3</sup>	%	12,5	15,0	13,5
Almidón	%	35	32	33
Proteína, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	15,0-16,0	15,0-16,8	12,5-14,5
Lisina total, mín. <sup>3</sup>	%	1,08	0,85	0,50
Metionina total	%	0,33	0,26	0,15
Metionina+cisteína total	%	0,65	0,51	0,31
Treonina total	%	0,68	0,54	0,35
Triptófano total	%	0,19	0,15	0,10
Valina total	%	0,76	0,60	0,35
Isoleucina total	%	0,64	0,50	0,51
Lisina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,93	0,71	0,43
Metionina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,29	0,22	0,13
Metionina+cisteína dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,56	0,43	0,26
Treonina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,59	0,46	0,29
Triptófano dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,17	0,13	0,09
Valina dig. <sup>5</sup> std. <sup>6</sup>	%	0,65	0,50	0,30
Calcio	%	0,75	0,74	0,80
Fósforo total <sup>7</sup>	%	0,60	0,54	0,54
Fósforo dig. <sup>7</sup>	%	0,33	0,30	0,32
Magnesio	ppm	200	365	366
Sodio, min. <sup>3</sup>	%	0,22	0,18	0,20
Cloro, mín. <sup>3</sup>	%	0,18	0,16	0,15
Potasio, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4</sup>	%	0,27-1,05	0,25-1,05	0,25-1,08
Ácido linoleico, mín. <sup>3</sup> -máx. <sup>4,8</sup>	%	0,70-1,85	0,10-1,30	0,10-1,31 <sup>9</sup>

<sup>1</sup>Ibéricos en extensivo para cumplir el Real Decreto 1469/2007. Restringir a todos los animales para cumplir el Real Decreto 1469/2007. <sup>2</sup>Nivel proteico en función de la restricción aplicada. Puede subirse si se buscan crecimientos rápidos. <sup>3</sup>Mínimo. <sup>4</sup>Máximo. <sup>5</sup>Digestible/s. <sup>6</sup>Estandarizado/s. <sup>7</sup>Reducir en caso de utilizar fitasas 0,10% el P total, 0,07 a 0,08% el fósforo digestible y 0,04% el Ca. <sup>8</sup>Máximos recomendables si se busca perfil de ácidos grasos. <sup>9</sup>Mínimo del 3,5% de ácido oleico (50% de la grasa añadida).

**Anexo III.** Recomendaciones de composición del corrector vitamínico mineral en cerdos del tronco Ibérico (FEDNA, 2013).

	Unidades	Lechones	Cerdos		Cerdos reproductores
		10-25kg <sup>1</sup>	20-100kg	>100 kg	
Vitamina A	M UI	8,5	6,0	4,5	9,5
Vitamina D3	M UI	1,5	1,0	0,8	1,4
Vitamina E	UI	35	20	30 <sup>2</sup>	40
Vitamina K3	ppm	1,1	0,4	0,2	1,1
Tiamina (B1)	ppm	0,8	0,4	0,15	1,1
Riboflavina (B2)	ppm	4	3,5	2,5	4
Piridoxina (B6)	ppm	1,7	0,7	0,15	2
Cobalamina(B12)	ppm	21	16	14	22
Ácido fólico	ppm	0,10	-	-	1,5
Niacina	ppm	22	16	11	20
Ácido pantoténico	ppm	10	8	5	12
Biotina (H)	ppm	120	10	2	120
Colina	ppm	200	70	40	220
Fe	ppm	60	50	30	60
Cobre <sup>3</sup>	ppm	10	8	7	10
Zinc	ppm	100	95	70	100
Manganoso	ppm	25	20	15	30
Selenio	ppm	0,3	0,3	0,3	0,3
Yodo	ppm	0,4	0,3	0,2	0,8

<sup>1</sup>Para lechones de menos de 12 kg cruzados con Duroc, utilizar el mismo corrector que en prestarter para cerdo blanco. <sup>2</sup>Valores recomendados para animales con acceso al consumo de hierba. Si se busca buena calidad y estabilidad de la grasa intramuscular se recomienda añadir 100-150 ppm durante al menos 28 d previos al sacrificio. <sup>3</sup>Valores recomendados sin tener en cuenta los efectos del SO<sub>4</sub>Cu y del ZnO para control de procesos digestivos y promotores de crecimientos.